

6. Лунина Н. В., Коваль С. Б. Реакция лизосомального аппарата нейтрофильных лейкоцитов на действие стрессора неинфекционной природы // Физиол. журн.— 1982.— 28, № 6.— С. 736—741.
7. Мамонтов С. Г. Свойства кейлонов и взаимодействие их с регуляторными системами организменного уровня // IV Международ. симпоз. по кейлонам: Материалы докл. и сообщ.— М., 1983.— С. 43—48.
8. Немых В. Н., Бала Ю. М. К вопросу о методах выделения и очистки тканеспецифических ингибиторов и стимуляторов гемопоэза (кейлонов и антикейлонов) из лейкоцитов // Некоторые вопросы кардиологии: Микроэлементы: Сб. тр. Воронеж. мед. ин-та.— 1977.— Вып. 7.— С. 57—59.
9. Неустроев Г. В. Кейлоны (анализ основных положений кейлонной гипотезы) // Успехи совр. биологии.— 1985.— Вып. 3.— С. 350—357.
10. Перевезев А. Е. Кроветворные колониеобразующие клетки и физические стресс-факторы.— Л.: Наука, 1986.— 172 с.
11. Рязов Н. Н. Общая теория статистики.— М.: Статистика, 1971.— 368 с.
12. Шахов В. П., Дыгай А. М., Михленко А. В. и др. Роль тимуса в регуляции процессов пролиферации и дифференцировки различных типов клеток-предшественников миелопоэза при стрессе // Патол. физиология и эксперим. терапия.— 1986.— № 5.— С. 24—27.
13. Шепотиновский В. И., Мухоминов З. И. Метаболический ответ лейкоцитов как показатель индивидуальной реакции животного на стресс и шокогенную травму // Бюл. эксперим. биологии и медицины.— 1980.— № 10.— С. 418—420.
14. Rytömaa T. Granulocytic chalone and antichalone // In vitro.— 1969.— 4.— P. 47—58.
15. Rytömaa T., Kiviniemi K. The role of stress hormones in the control of granulocyte production // Cell Tissue Kinet.— 1969.— 2.— P. 263—268.

Воронеж. мед. ин-т им. Н. Н. Бурденко
М-ва здравоохранения РСФСР

Поступила 16.10.87

УДК 612.12:796.422

Влияние занятий триатлоном на содержание некоторых гормонов и на энергетические субстраты в крови

Т. А. Юримяз, А. А. Вирю, К. М. Карелсон, М. Э. Линтси, Т. А. Смирнова

Одним из труднейших видов спорта является триатлон. Так называемый классический триатлон состоит из последовательного выполнения плавания на 3,8 км, велосипедной езды на 180 км и марафонского бега. Популярны и соревнования по так называемому олимпийскому триатлону, или короткому триатлону (плавание на 1,5 км, велосипедная езда на 40 км и бег на 10 км). В последние 5 лет начато исследование влияния этого вида спорта на организм человека. Установлено, что энергообеспечение мышечной работы идет при этом за счет мобилизации липидных источников [1, 6, 13]. Вместе с тем наблюдаются некоторые изменения липопротеидного состава крови [13]. Накопление мочевины [1] свидетельствует об активации катаболизма белков. Содержание глюкозы (ГЛ) в крови стабильно или слегка повышено [5, 6], очевидно, за счет приема углеводных напитков во время соревнования. В отдельных случаях отмечена резко выраженная гипогликемия [5]. Установлены изменения проницаемости клеточных мембран, выражающиеся увеличением активности ряда ферментов в сыворотке крови [6], при поддержании нормального содержания билирубина и белка в сыворотке крови и небольшого увеличения содержания альбумина [6, 7]. У многих занимающихся триатлоном спортсменов обнаружено явление дегидратации организма, сочетающееся с пониженным содержанием натрия и хлора, а в некоторых случаях — также калия и кальция в плазме крови [5, 9]. Изменения, наблюдающиеся в плазме крови, как правило, нормализуются в течение следующих пяти суток [3].

В нашем предыдущем исследовании изучались изменения содержания кортизола и соматотропина во время «классического» триатлона [1]. Установлено поддержание высокого содержания кортизола в кро-

ви. Такой же результат получен и другой исследовательской группой [11]. Изменения концентрации соматотропина были менее постоянными, и статистически значимое увеличение ее отмечалось лишь к моменту самого финиша [1]. В одной работе, однако, обнаружено пониженное содержание соматотропина в крови в период финиширования [12].

Целью настоящего исследования явилось комплексное изучение изменений гормонального ансамбля и метаболитов крови во время занятий различными вариантами триатлона.

Методика

Влияние «классического» триатлона (плавание на 3,8 км, велосипедная езда на 180 км, бег на 42 км) изучали у семи спортсменов (возраст $33 \text{ года} \pm 3 \text{ года}$, рост $176 \text{ см} \pm 2 \text{ см}$, масса $74 \text{ кг} \pm 2 \text{ кг}$). Средняя скорость плавания у них составляла $2,48 \text{ км} \cdot \text{ч}^{-1}$, велосипедной езды — $29,35 \text{ км} \cdot \text{ч}^{-1}$, бега — $10,33 \text{ км} \cdot \text{ч}^{-1}$, общее время прохождения всех дистанций — $716 \text{ мин} \pm 26 \text{ мин}$ (от 626 до 797 мин). Влияние «короткого» триатлона (плавание на 1,5 км, велосипедная езда на 42 км и бег на 14 км) изучали у 14 спортсменов (возраст $29 \text{ лет} \pm 3 \text{ года}$, рост $180 \text{ см} \pm 2 \text{ см}$, масса $73 \text{ кг} \pm 2 \text{ кг}$). Средняя скорость плавания у них — $2,90 \text{ км} \cdot \text{ч}^{-1}$, велосипедной езды — $28,64 \text{ км} \cdot \text{ч}^{-1}$, бега — $12,35 \text{ км} \cdot \text{ч}^{-1}$, общее время прохождения всех дистанций — $186 \text{ мин} \pm 7 \text{ мин}$ (от 163 до 252 мин). В течение соревнования спортсмены имели возможность принимать напитки и еду без ограничений.

Исходную пробу венозной крови брали у участников «классического» триатлона вечером накануне старта, а у участников «короткого» триатлона — утром за 1 ч до старта. Вторую пробу крови брали сразу после финиша. В плазме крови определяли концентрацию соматотропина и альдостерона с помощью наборов Sea Sorin (Франция), С-пептидов — с помощью набора Mallinckrodt Diagnostica (ФРГ), а также инсулина, тестостерона, прогестерона и кортизола с помощью комплектов отечественного производства (Институт биоорганической химии, Минск) для радиоиммунологического исследования. Глюкозу определяли энзиматическим методом с помощью комплектов фирмы «Boehringer Mannheim» (ФРГ), триглицериды (ТГ) — с помощью комплектов фирмы «Lachema» (ЧССР) и неэстерифицированные жирные кислоты (НЭЖК) по методу Novak [10]. Общий холестерин (ХС) определяли по методу Либермана—Бурхарда, липопротеиды высокой плотности (ЛПВП) — по методу Demacker и соавт. [2], липопротеиды низкой плотности (ЛПНП) рассчитывали по уравнению Friedewald и соавт. [4], гематокрит определяли с помощью микрогематокритной центрифугации.

Результаты и их обсуждение

Так как исходную пробу крови у спортсменов, занимающихся «классическим» триатлоном, брали вечером с учетом предполагаемых часов финиша, а у спортсменов, занимающихся «коротким» триатлоном, — утром, то в исходных значениях отражается общеизвестная суточная динамика: в первом случае концентрации кортизола, прогестерона (табл. 1) и НЭЖК (табл. 2) ниже, чем во втором. Оба варианта триатлона обуславливали значительное увеличение содержания кортизола в крови до существенно не различавшихся значений (см. табл. 1). Отмечалось также одинаковое, но умеренное увеличение концентрации соматотропина. Эти результаты хорошо согласуются с данными предыдущих исследований [1] и свидетельствуют о возможности у тренированных спортсменов поддерживать высокое содержание кортизола в крови в течение напряженной соревновательной нагрузки, продолжающейся в течение 10—13 ч. В отношении прогестерона также отмечалось увеличение его содержания. Он вырабатывается у мужчин в коре надпочечников как предшественник кортикостероидов, поэтому увеличение его содержания указывает на высокую активность биосинтеза гормонов в коре надпочечников с сохранением резервных возможностей. Что касается тестостерона, то здесь нужно отметить следующее: во время более короткого соревнования его содержание повышалось, а во время более продолжительного — снижалось в большинстве случаев. Содержание инсулина и С-пептида снижалось в одинаковой мере

в обоих случаях. С-пептид отделяется от молекулы проинсулина при окончательном образовании инсулина, т.е. при его секреции. Следовательно, снижение концентрации инсулина в крови обусловлено прежде всего снижением интенсивности его секреции. Концентрация альдостерона увеличивалась тем больше, чем длительнее было соревнование. В этом, по-видимому, отражается гомеостатическая необходимость регуляции электролитного обмена на уровне почки, чтобы в определенной мере компенсировать большие потери натрия при усиленном потоотделении.

Во время занятий «длинным» и «коротким» триатлоном концентрация ГЛ в крови существенно не изменилась (см. табл. 2). В отличие от данных Hiller [5], ни у одного участника не была обнаружена гипогликемия. Корреляционный анализ свидетельствует о том, что в момент финиша содержание ГЛ было выше у тех, кто тратил больше времени на прохождение дистанции ($r=0,826$). Однако этот факт не указывает на наличие какого-либо особого физиологического механизма, а скорее связан с тем, что больше потребили углеводов растворов те, кто дольше был на дистанции. Согласно заранее опубликованным данным [6], концентрация НЭЖК увеличилась. Это более выражено во время занятий «длинным» триатлоном (на 439 %), чем «коротким» (на 61 %). Концентрация ТГ уменьшилась существенно только после заплывов «длинным» триатлоном. Ранее в некоторых работах обнаружено снижение концентрации ТГ в крови [1, 13], а в одной работе [6] существенных изменений не отметили. Тем не менее можно сделать заклю-

Т а б л и ц а 1. Влияние занятий «длинным» и «коротким» триатлоном на гормональный ансамбль крови у мужчин ($M \pm m$)

Исследуемый показатель	«Длинный» триатлон (n=7)			«Короткий» триатлон (n=14)		
	до старта	в момент финиша	P	до старта	в момент финиша	P
Кортизол, нмоль/л	338,3±60,3	1118,9±236,8	<0,02	643,6±35,4	1388,7±82,5	<0,001
Соматотропин, нг/мл	2,4±0,9	12,2±1,9	<0,01	3,1±0,5	12,9±3,1	<0,01
Тестостерон, нг/мл	20,3±4,4	13,0±2,6	>0,05	29,3±2,7	33,5±2,5	>0,05
Прогестерон, нмоль/л	12,5±1,4	29,8±6,4	<0,05	24,2±2,7	32,9±4,3	>0,05
Альдостерон, нг/мл	52,5±9,1	214,1±32,6	<0,01	62,1±5,4	173,8±12,7	<0,001
Инсулин, мкед/мл	7,9±1,4	2,3±1,0	<0,02	9,9±1,4	2,9±0,7	<0,001
С-пептиды, нг/мл	0,6±0,1	0,2±0,03	<0,001	0,8±0,1	0,4±0,1	<0,001

Т а б л и ц а 2. Влияние занятий «длинным» и «коротким» триатлоном на некоторые биохимические показатели крови у мужчин ($M \pm m$)

Биохимический показатель	«Длинный» триатлон (n=7)			«Короткий» триатлон (n=14)		
	до старта	в момент финиша	P	до старта	в момент финиша	P
Концентрация, ммоль/л:						
глюкозы	4,64±0,31	4,23±0,49	>0,05	4,63±0,18	5,10±0,33	>0,05
триглицеридов	1,65±0,10	1,27±0,09	<0,05	1,06±0,12	0,81±0,09	>0,05
холестерина	5,93±0,29	5,95±0,32	>0,05	5,70±0,33	5,59±0,32	>0,05
ЛПВП	1,35±0,11	1,45±0,09	>0,05	1,28±0,06	1,42±0,09	>0,05
ЛПНП	4,40±0,38	4,10±0,18	>0,05	4,16±0,30	4,02±0,24	>0,05
НЭЖК	0,41±0,06	1,80±0,27	<0,01	0,96±0,13	1,57±0,15	<0,01
Гематокрит, %	50,2±1,9	49,7±1,8	>0,05	52,7±1,0	49,5±1,6	>0,05
ЛПВП/ХС, %	23,3±3,0	25,4±0,9	>0,05	23,2±0,9	25,3±1,1	>0,05

чение об интенсивной мобилизации липидных источников энергии и их усиленном использовании во время занятий триатлоном. В обеспечении этого, очевидно, важное место занимают повышенное содержание соматотропина и кортизола в крови и сниженное — инсулина. В концентрации ХС и его субфракции существенных изменений в течение занятий «длинным» и «коротким» триатлоном не произошло (см. табл. 2). В литературе имеются противоречивые данные о влиянии длительных физических нагрузок на ХС и его фракции. Установлено, что во время лыжного марафона (70 км) увеличивается концентрация ЛПВП (на 12 %), в то же время концентрация ХС не изменяется [3], во время 24-часового лыжного марафона концентрация ХС не изменяется, а ЛПВП — увеличивается незначительно [14]. Во время занятий триатлоном наивысшая концентрация ЛПВП была обнаружена через 21—30 ч после окончания соревнования, при этом концентрация ЛПНП оказалась уменьшенной [8].

Таким образом, участие в соревнованиях по триатлону обуславливает у предварительно подготовленных спортсменов устойчивую активацию механизма общей активации. Отмеченные изменения гормонального ансамбля обеспечивают мобилизацию липидных ресурсов и, вероятно, усиливают также глюконеогенез. В итоге создаются благоприятные условия для поддержания нормального содержания глюкозы в крови. Отсутствие изменений содержания липопротеидов при этом не указывает на усиленное окисление их в связи с интенсивной мобилизацией липидных ресурсов. В поддержании постоянства ионного состава безусловное значение имеет усиление секреции альдостерона.

THE EFFECT OF COMPETITION IN TRIATHLON ON THE CONTENT OF CERTAIN HORMONES AND ENERGY SUBSTRATE LEVELS IN BLOOD

T. A. Jürimäe, A. A. Viru, K. M. Karelson, M. E. Lintsi, T. A. Smirnova

The effect of triathlon (3.8 km swimming, 180 km biking, 42 km running) and of its short variant (1.5 km swimming, 42 km biking, 14 km running) was studied in 7 and 14 well-trained men, respectively. The level of plasma glucose, total cholesterol, HDL, LDL did not change significantly during the competition. FFA concentration increased significantly (by 439 and 61 %, respectively). Triglycerides concentration decreased during the prolonged variant. Both variants of triathlon caused a pronounced rise in the cortisol level and moderate increase in somatotropin and progesterone levels. Testosterone concentration increased during a short variant and decreased during a prolonged one. Insulin and C-peptide levels decreased. All those changes in hormones concentration are consistent with an increased lipolytic activity and, may be, with increased glycolytic activity (maintenance of the normal glucose concentration in blood). The rise in the aldosterone level reflects the homeostatic activity in maintaining electrolyte balance.

State University, Ministry of Higher and Secondary Special Education of the Estonian SSR, Tartu

1. Viru A. A., Юримяэ Т. А., Смирнова Т. А., Карелсон К. М. Содержание кортизола, соматотропина, мочевины и триглицеридов в крови при сверхдлительной соревновательной нагрузке // Физиология человека.— 1987.— 13, № 1.— С. 146—148.
2. Demacker R. N., Vos-Jansen H. E., Hijmans A. G. M. *et al.* Measurement of high-density lipoprotein cholesterol in serum. Comparison of six isolation methods combined with enzymatic cholesterol analysis // Clin. Chem.— 1980.— 26, N 13.— P. 1780—1786.
3. Enger S. C., Stromme S. B., Refsum H. E. High density lipoprotein cholesterol, total cholesterol and triglycerides in serum after a single exposure to prolonged heavy exercise // Scand. J. Clin. Lab. Invest.— 1980.— 40.— P. 341—345.
4. Friedewald W. T., Levy R. I., Fredrickson D. S. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein-cholesterol in plasma without the use of the preparative ultracentrifuge. // Clin. Chem.— 1972.— 18, N 8.— P. 499—502.
5. Hiller W. D. B., O'Toole M. L., Masrimino F. *et al.* Plasma electrolyte and glucose changes during Hawaiian triathlon // Med. Sci. Sports Exercise.— 1985.— 17, N 2.— P. 219.