

8. *Соболев В. И.* Катехоламины и химическая терморегуляция // Там же.— 1979.—25, № 5.— С. 593—603.
9. *Хаскин В. В.* Энергетика теплообразования и адаптация к холоду.— Новосибирск: Наука, 1975.—200 с.
10. *Чирва Г. И.* Формирование и угасание некоторых следовых эффектов холодовой акклимации и влияние на них мышечной работы: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— Ашхабад, 1985.—24 с.
11. *Leblanc A.* Adaptations to cold in three hours // Amer. J. Physiol.— 1967.—212, N 4.— P. 530—533.
12. *Sobolev V. I.* Effects of α - and β -adrenoblockators on calorigenic effect of adrenalin in experimental hyperthyroid rats // Neurosci. and Behav. Physiol.— 1981.—11, N 4.— P. 389.

Донец, ун-т
М-ва высш. и сред. спец. образования УССР

Поступила 20.03.87

УДК 612.815

Динамика содержания кортизола и соматотропина в крови у напряженно тренирующихся спортсменов и спортсменок

А. А. Виру, Л. В. Костина, Л. И. Журкина

О влиянии физической тренировки на эндокринную систему накопилось много данных (см. обзоры [1, 3, 5, 9, 10]). Вместе с убедительно показанным снижением реакции при физических нагрузках и увеличением возможностей эндокринных желез обнаруживаются некоторые данные, указывающие на перспективы более глубокого использования получаемой информации для выявления повышения или снижения адаптационных возможностей организма. В этом отношении следует отметить различные варианты динамики экскреции 17-оксикортикоидов в течение недели ежедневного двухразового выполнения тренировочного занятия [8], резкое увеличение изменений концентрации соматотропина в крови во время напряженных физических упражнений и нарастание дорабочей концентрации кортизола в результате систематической тренировки с повышенными нагрузками у спортсменов [6, 7]. Исходя из этого задачей настоящей работы было изучение изменений содержания соматотропина и кортизола у спортсменов и спортсменок, тренирующихся в беге на средние и длинные дистанции, при интенсивной нагрузке.

Методика

Обследуемыми были 12 спортсменов и 10 спортсменок в возрасте 19—23 лет, регулярно тренирующиеся в беге на средние и длинные дистанции, использующие при этом большие тренировочные нагрузки. В течение двухнедельного срока у них брали пробы крови до и непосредственно (в течение 5 мин) после тренировочных занятий (всего изучали влияние 67 занятий), а также в дни отдыха. Радиоиммунологически определяли содержание соматотропина и кортизола, используя наборы реактивов фирмы «CEA Sorin».

Дополнительно проводили серию опытов на крысах-самцах линии Вистар массой 180—220 г. Крыс тренировали в плавании 5 дней в неделю при температуре воды 32—34 °С. В течение первой недели тренировки длительность плавания составляла 90 мин, в начале второй и третьей недели ее увеличивали на 15 мин. В каждый день тренировки первой и третьей недели, а также в первый день второй недели одну группу крыс (по 6—12 животных) забивали до нагрузки, а другую (также по 6—12 животных) — после нагрузки. Правый надпочечник гомогенизировали, а левый инкубировали в физиологическом растворе Krebs-Рингера с глюкозой в среде с 95 % кислорода и 5 % углекислого газа при температуре 37—38 °С в течение 90 мин. Продукцию кортикостерона *in vitro* в инкубационной среде выражали в микрограммах на 1 мг ткани

надпочечника в час. Концентрацию кортикостерона в плазме крови и надпочечниках определяли флуориметрически после предварительной тонкослойной хроматографии на пластинках.

Результаты

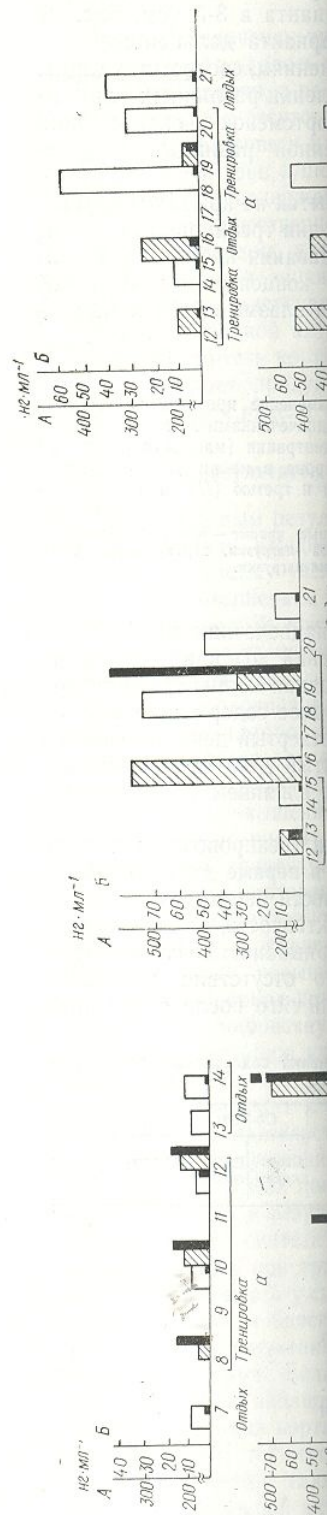
Повторное определение содержания изучаемых гормонов в крови в состоянии покоя и после спортивных нагрузок в течение двухнедельного срока (табл. 1) позволило установить несколько следующих вариантов изменений: 1-й — умеренное повышение содержания кортизола и соматотропина в крови без существенного его изменения в период относительного покоя (рис. 1); 2-й — значительное повышение фонового содержания кортизола вместе с резким приростом концентрации кортизола и соматотропина во время занятия (см. рис. 1); 3-й — значительное повышение фонового содержания кортизола в крови вместе со снижением концентрации кортизола и резким увеличением концентрации соматотропина к концу тренировочного занятия (рис. 2); 4-й — значительное повышение фонового содержания кортизола в крови вместе со снижением концентрации кортизола и низкой концентрацией соматотропина после тренировочных занятий (рис. 3).

Таблица 1. Групповые средние результаты по изменению концентрации кортизола и соматотропина в крови во время тренировочных нагрузок ($\bar{X} \pm \sigma$)

Время наблюдения	Кортизол, ммоль·мл ⁻¹		Соматотропин, нмоль·мл ⁻¹	
	в состоянии покоя	после занятия	в состоянии покоя	после занятия
Стайеры				
Спортсмены				
1-е сутки	202±8		1,9±1,9	
3-и сутки	255±29	228±17	0,1±0,1	10,4±2,7**
7-е сутки	235±34	252±35	0,4±0,2	43,0±24,3**
14-е сутки	402±25*	387±24	1,4±0,4	78,4±18,5**
Спортсменки				
1-е сутки		267±22		5,7±4,5
3-и сутки	191±13	355±96	0,6±0,3	6,9±2,4**
7-е сутки	446±39*	220±37**	0,5±0,5	26,2±4,4**
13-е сутки	310±40*		1,1±0,6	
14-е сутки	283±50		1,0±0,5	
Средневики				
Спортсмены				
1-е сутки	246±36		0,6±0,4	
2-е сутки		240±50		24,7±8,0**
3-и сутки	233±49	199±23	0,3±0,2	11,7±3,6**
5-е сутки	223±36	210±3	1,1±0,8	30,0±7,3**
7-е сутки	216±56		0,8±0,2	
Спортсменки				
1-е сутки	232±30	358±69	1,1±0,5	13,4±4,5**
4-е сутки	191±20	337±58	0	48,2±23,3**
10-е сутки	499±31*	612±41**	2,4±2,0	95,1±26,9**
11-е сутки	414±40*		1,8±0,3	
12-е сутки	479±24*		1,6±0,5	

* Статистически значимое различие ($P < 0,05$) в содержании гормонов в состоянии покоя по сравнению с результатами, полученными в первый день занятий, ** то же после занятий по сравнению с содержанием гормонов до занятий.

Существенное различие между 3-м и 4-м вариантами заключалось также в том, что несмотря на извращение реакции на тренировочную нагрузку по кортизолу, в случае 3-го варианта концентрация кортизола была значительно выше, чем в начале этапа интенсивной тренировки. При 4-м варианте концентрация кортизола в конце занятия была резко снижена. Распределение этих вариантов показано в табл. 2. Первые два варианта сочетались с хорошими признаками спортивной работоспособ-



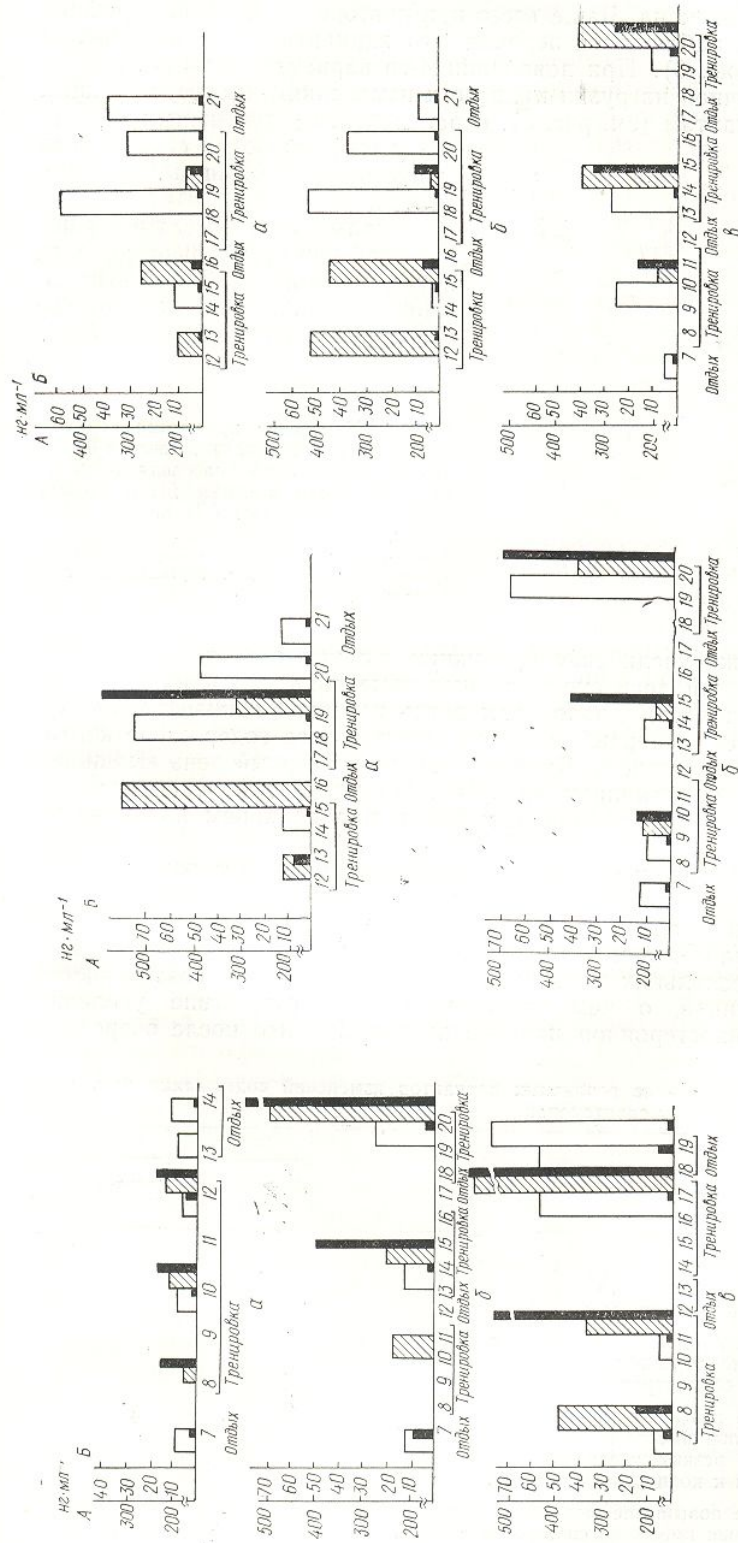


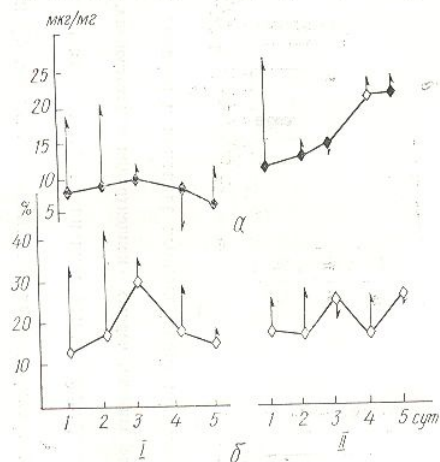
Рис. 1. Первый вариант (а) изменений концентрации кортизола (А) и соматотропина (Б) в крови при тренировочных занятиях и переход 1-го варианта ко 2-му (б, в).

Белые столбики — концентрация кортизола в период покоя, заштрихованные — концентрация кортизола после занятия, черные — концентрация соматотропина. Цифры под горизонтальной осью — числа декабря в период исследования.

Рис. 2. Переход 1-го варианта изменений концентрации кортизола и соматотропина в крови при тренировочных занятиях к 3-му. Обозначения те же, что и на рис. 1.

Рис. 3. Переход 1-го варианта изменений концентрации кортизола и соматотропина в крови при тренировочных занятиях к 4-му (а, б) и 4-го ко 2-му и 1-му (в). Остальные обозначения те же, что и на рис. 1.

пости. В ряде случаев отмечалось чередование разных вариантов у одного и того же спортсмена. Чаще всего при повторении больших тренировочных нагрузок наблюдался переход 1-го варианта в 3-й (см. рис. 2) или в 4-й (см. рис. 3). При появлении 4-го варианта дальнейшее снижение тренировочной нагрузки привело к изменениям, соответствующим 1-му и 2-му вариантам (см. рис. 3). В распределении различных вариантов у спортсменок и спортсменов существенной разницы не отмечалось.



В опытах на крысах в первый и второй дни тренировки под влиянием плавания наблюдалось повышение концентрации кортико-стерона в плазме крови и надпо-

Рис. 4. Изменение продукции кортико-стерона надпочечниками в течение 90 мин (а) и концентрации (массовая доля, %) кортико-стерона в крови (б) у крыс в первую (I) и третью (II) недели трени-ровки.

Горизонтальные кривые — перед выполнением тренировочной нагрузки, вертикальные стрелы — во время нагрузки.

чечниках, а также увеличение продукции его надпочечниками *in vitro* (рис. 4). На третий день существенных изменений под влиянием пла- вания не наблюдалось, однако повысилась исходная концентрация гор- мона в крови. На четвертый и пятый дни исходное содержание корти- ко-стерона нормализовалось. Вместе с тем на четвертый день выявилось повышение его под влиянием нагрузки. На пятый день существенных изменений адренокортикальной активности под влиянием плавания не установлено.

Таким образом, при ежедневном повторении тренировочных наг-рузок функция коры надпочечников активируется в первые дни. Первона- чальное увеличение адренокортикальной активности переходит в общее повышение ее, наблюдаемое и в покое. Такая активность, поддерживае- мая в течение нескольких дней, приводит к истощиванию возможностей коры надпочечников, о чем свидетельствовало отсутствие усиления продукции кортико-стероидов надпочечниками *in vitro* после очередной

Таблица 2. Распределение различных вариантов изменений содержания кортизола и соматотропина в крови у спортсменов

Вариант	Стайеры		Средневики	
	Спорт-смены	Спорт-сменки	Спорт-смены	Спорт-сменки
1-й — умеренное повышение содержания кортизола и соматотропина в крови без существенного его изме- нения в период относительного покоя	3	1	3	0
2-й — значительное повышение фоновое содержание кор- тизола вместе с резким приростом концентрации кортизола и соматотропина во время занятия	2	0	0	3
3-й — значительное повышение фоновое содержание кор- тизола в крови вместе со снижением концентрации кортизола и резким увеличением концентрации со- матотропина к концу тренировочного занятия	2	1	1	1
4-й — значительное повышение фоновое содержание кор- тизола в крови вместе со снижением концентрации кортизола и низкой концентрацией соматотропина после тренировочных занятий	0	3	1	1

нагрузки. После этого почечников в сочетании кровью.

После увеличения т-дель снова наблюдалось влиянием плавания, а н-ее в сочетании с отсутс-тикостерона в крови и-ках. На пятый день су-отмечалось, но содерж-*in vitro* были существен

Таким образом, ад-достигается через знач-надпочечников, наступа-адренокортикальной ак-можностей синтеза кор-зывает прирост проду-в конце третьей недели

Обсуждение результатов

Наиболее важным резу-что выполнение ежед-приводит к общему уве-жающейся повышением-состоянии покоя. Во вр-или при продолжитель-полифазная реакция г-ковременная первона-активность, за которой-активация. Последняя-кальной активностью [наблюдалась повышен-конца соревнования [4]-ся увеличение концент-му, при частом повторе-мым, при куммулятивн-необходимость в подд-ности. Поэтому, повы-новительный период пр-акцией на тренировочн-

Такую ситуацию у-этом оказалось, что с-активности приводит к-ников, о чем свидетел-костероидов надпочечн-в опытах на крысах по-роидов *in vitro* в резу-возможностей синтез-из этих данных при тр-кальной активности у с-ные возможности биос-низме, так и снижен-больших нагрузок. Есл-ной активности наблю-ние концентрации корт-(2-й вариант), то, нес-ности биосинтеза гл-адренокортикальной а-(3-й и 4-й варианты)-но-адренокортикальной

нагрузки. После этого наступает восстановление реактивности надпочечников в сочетании с уменьшением выделения кортикостерона в кровь.

После увеличения тренировочной нагрузки в начале следующих недель снова наблюдалось повышение адренокортикальной активности под влиянием плавания, а на третий-четвертый дни — отмечалось повышение ее в сочетании с отсутствием реакции на нагрузку по содержанию кортикостерона в крови и наличием извращенной реакции — в надпочечниках. На пятый день существенных изменений под влиянием нагрузки не отмечалось, но содержание кортикостерона в крови и его продукция *in vitro* были существенно выше, чем в первые сутки первой недели.

Таким образом, адаптация к конкретной тренировочной нагрузке достигается через значительное снижение возможностей клеток коры надпочечников, наступающее в связи с длительно поддерживающейся адренокортикальной активностью. На существенное расширение возможностей синтеза кортикостероидов надпочечников, по-видимому, указывает прирост продукции кортикостероидов *in vitro*, наблюдаемый в конце третьей недели тренировки.

Обсуждение результатов

Наиболее важным результатом этого исследования явился новый факт, что выполнение ежедневных напряженных тренировочных нагрузок приводит к общему увеличению адренокортикальной активности, выражающейся повышением содержания глюкокортикоидов в крови, даже в состоянии покоя. Во время выполнения длительных физических нагрузок или при продолжительном действии различных стрессоров наблюдается полифазная реакция гипоталамо-адренокортикальной системы: кратковременная первоначальная активация переходит в субнормальную активность, за которой при продолжении воздействия следует вторичная активация. Последняя выражается устойчивой высокой адренокортикальной активностью [2]. При 8—12-часовой соревновательной нагрузке наблюдалась повышенная концентрация кортизола в крови до самого конца соревнования [4]. Однако в первые часы восстановления отмечается увеличение концентрации глюкокортикоидов в крови [3]. По-видимому, при частом повторении больших тренировочных нагрузок и, тем самым, при куммулятивном характере их влияния в организме возникает необходимость в поддержании устойчивой адренокортикальной активности. Поэтому, повышение адренокортикальной активности в восстановительный период приобретает затяжной характер и сливается с реакцией на тренировочную нагрузку.

Такую ситуацию удалось воспроизвести в опытах на крысах. При этом оказалось, что общее затяжное повышение адренокортикальной активности приводит к снижению возможностей клеток коры надпочечников, о чем свидетельствовало прекращение усиления продукции кортикостероидов надпочечниками *in vitro* после очередной нагрузки. Однако в опытах на крысах показано также увеличение продукции кортикостероидов *in vitro* в результате тренировки, указывающее на расширение возможностей синтеза глюкокортикоидов надпочечниками. Исходя из этих данных при трактовке разновидностей изменений адренокортикальной активности у спортсменов приходится учитывать как расширенные возможности биосинтеза глюкокортикоидов в тренированном организме, так и снижение этих возможностей при частом повторении больших нагрузок. Если на фоне общего повышения адренокортикальной активности наблюдается все же еще более значительное увеличение концентрации кортизола в крови во время тренировочного занятия (2-й вариант), то, несомненно, приходится высоко оценивать возможности биосинтеза глюкокортикоидов. Сочетание общего повышения адренокортикальной активности с извращением ее реакции на нагрузку (3-й и 4-й варианты) указывает на снижение возможностей гипоталамо-адренокортикальной системы.

Увеличение фонового содержания кортизола сочеталось с двояким изменением концентрации соматотропина во время нагрузки. Общее повышение адренокортикальной активности совместно с особо выраженными изменениями содержания соматотропина во время нагрузки указывает, очевидно, на интенсивную мобилизацию адаптационных возможностей организма, выражающуюся активацией разных эндокринных систем. Учитывая значение соматотропина в обеспечении адаптивного синтеза белков, можно думать, что этим компенсировалось кatabолическое действие высокого содержания глюкокортикоидов и обеспечивалось развитие долговременных адаптационных изменений. Но все же усиленная продукция соматотропина наблюдалась только во время нагрузки. Совсем по-другому следует трактовать сочетание высокого содержания глюкокортикоидов с угнетенной реакцией на нагрузку по содержанию соматотропина. По-видимому, в этом случае суммарная нагрузка, выполняемая спортсменами за неделю или какой-либо другой отрезок времени, превышает адаптационные возможности организма, и в результате этого выполняемые занятия оказывают скорее истощающее, чем тренирующее воздействие.

DYNAMICS OF CORTISOL AND SOMATOTROPIN CONTENT IN BLOOD OF MALE AND FEMALE SPORTSMEN DURING THEIR INTENSIVE TRAINING

A. A. Viru, L. V. Kostina, L. I. Zhurkina

Concentrations of cortisol and somatotropin were determined in 12 male and 10 female sportsmen (runners) at rest and after exercises during 2 weeks of intensive training. In most cases the resting level of blood cortisol increased that was accompanied by augmented or depressed response of somatotropin. Experiments on rats confirmed the overall increase of adrenocortical activity and indicated the subtotal exhaustion of the adrenal reserve.

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

1. Виру А. А. Функции коры надпочечников при мышечной деятельности.— М.: Медицина, 1977.—176 с.
2. Виру А. А. Гормональные механизмы адаптации и тренировки.— Л.: Наука, 1981.—156 с.
3. Виру А. А., Кырге П. К. Гормоны и спортивная работоспособность.— М.: Физкультура и спорт, 1983.—160 с.
4. Виру А. А., Юрмяз Т. А., Смирнова Т. А., Карелсон К. М. Содержание кортизола, соматотропина, мочевины и триглицеридов в крови при сверхдлительной соревновательной нагрузке // Физиол. человека.— 1987.—13, № 1.— С. 146—148.
5. Кассиль Г. Н., Вайсфельд И. А., Матлина Э. Ш., Шрейберг Г. Л. Гуморально-гормональные механизмы регуляции функций при спортивной деятельности.— М.: Наука, 1978.—304 с.
6. Костина Л. В. Основные закономерности гормональной регуляции у спортсменов при физических нагрузках большой и умеренной зон мощности // Гуморально-гормональная регуляция энергетического метаболизма в спорте.— М.: ВНИИФК, 1983.— С. 9.
7. Снеговская В. Г. Использование показателей кортизола и соматотропина крови в текущем интервальном контроле за подготовкой гребцов-академистов // Теория и практика физкультуры.— 1984.— № 10.— С. 20—22.
8. Ялак Р. В., Виру А. А. Адrenокортикальная активность у спортсменов при многократных физических нагрузках в течение дня // Физиол. человека.— 1983.—9, № 3.— С. 417—421.
9. Galbo H. Hormonal and metabolic adaptation to exercise — Stuttgart / G. Thieme Verlag, 1983.—76 p.
10. Terjung R. Endocrine responses to exercise // Exercise and Sport Science Reviews.— 1979.— vol. 7.— P. 153—180.

Тартус. ун-т
М-ва высш. и сред. спец. образования ЭССР

Поступила 25.12.86

Функционально-структурные изменения в сердце при физическом нагружении

Л. А. Гнатюк, В. И. Ильиницкий

Адекватная оценка функциональных изменений сердца из наиболее старых и достоверных источников [4, 10, 15, 16] этой проблеме, до сих пор о гипертрофии сердечной функциональные и морфологические [5, 12, 14].

Задачей данной работы является изучение функциональных особенностей при воздействии статичес-

Методика

Изучено сердце 70 беспородных крыс на протяжении 2 месяцев. Крысы делятся на две группы: растущую постепенно от 1 до 2 месяцев и взрослую, достигшую половой зрелости. Крысы, находясь в тропической группе.

При изучении функциональных особенностей сердца с помощью электрокардиограмм на электрокардиограмме 100 мм в секунду регистрируется ритм сердца [1, 8].

Методом вариационной статистики вычисляются: $R - R (M)$, среднее квадратическое отклонение (M_0), амплитуду моды (M_1) [1, 11], которые широко используются для вычисления индекса напряжения новесия (ИВН), показатель адаптации ритма — ВПР [1]. Вскрывали по Есиповой [6], ретроспективно эндокardiальных показателей: чистую массу миокарда, массу клапанов и крупных сосудов, массу правого желудочка, массу межжелудочковой перегородки, массу МПЖ к МЛЖ, индекс ЧМС к массе тела, массу легочной ткани (МПП), индекс предсердий (ИП) к массе левого и правого желудочка (% ЛП, % ПП), площадь лодочков (ПЭПЛЖ, ПЭППЖ), площадь предсердий (ПЭПЛП, ПЭППЛ), диаметр лодочков (ДКМПЖ), диаметр ядер лодочков (ДЯЛП, ДЯПП), диаметр ядер предсердий (ДЯЛП, ДЯПП), диаметр ядер лодочков (ДЯЛЖ, ДЯПЖ), диаметр ядер предсердий (ДЯЛП, ДЯПП). Связь