

А.А. Чернозуб

ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЮНОШЕЙ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ТРЕНИРОВАННОСТИ В ПРОЦЕССЕ ЗАНЯТИЙ АТЛЕТИЗМОМ

Черноморский государственный университет им. П. Могилы, г. Николаев

В работе отображены результаты экспериментальных исследований целью которых было изучение особенностей изменения показателей variability сердечных ритмов у юношей с различным уровнем тренированности в процессе занятий атлетизмом. В обследованиях принимали участия 20 нетренированных юношей и 20 атлетов, которые занимаются атлетизмом на протяжении последних трех лет. Исследование показателей тренировочной нагрузки используемых представителями обеих групп в процессе занятий проводили методом определения индекса тренировочной нагрузки в атлетизме. Для определения значений показателей статистического и спектрального анализа ритма сердца использовался кардиомонитор «Polar RS800CX». В процессе исследований установлено, что силовые нагрузки высокой интенсивности но при малом объёме работы значительно повышают усиление центральных механизмов нейрогуморальной регуляции ритма сердца за счет снижения парасимпатической активации автономной нервной системы на синусовый узел сердца у представителей обеих групп не зависимо от уровня их тренированности. Результаты исследования показали, что наличие процесса долговременной адаптации к физическим нагрузкам приводит к экономизации функционирования сердечно-сосудистой системы за счет роста уровня толерантности к силовым нагрузкам в процессе занятий атлетизмом.

Ключевые слова: variability сердечного ритма, режим силовой нагрузки, нейрогуморальная регуляция, мощность спектра, уровень тренированности.

A.A. Chernozub

FEATURES OF VARIABILITY OF THE WARM RHYTHM AT YOUNG MEN WITH THE TRENIROVANNOSTI VARIOUS LEVEL IN THE COURSE OF OCCUPATIONS BY ATHLETICISM

In work results of pilot studies by which purpose are displayed there was a studying of features of change of indicators of variability of warm rhythms at young men with various level of a trenirovannost in the course of occupations by athleticism. In inspections took part of 20 unexercised young men and 20 athletes who are engaged in athleticism for the last three years. Research of indicators of training loading of both groups used by representatives in the course of occupations conducted a method of definition of an index of training loading in athleticism. For determination of values of indicators of the statistical and spectral analysis of a rhythm of heart the Polar RS800CX cardio monitor was used. In the course of researches it is established that power loadings of high intensity but at the small volume of work considerably raise strengthening of the central mechanisms of neurohumoral regulation of a rhythm of heart due to decrease in parasympathetic activation of autonomous nervous system on sinusovy knot of heart at representatives of both groups isn't dependent on level of their trenirovannost. Results of research showed that existence of process of long-term adaptation to physical activities leads to an economization of functioning of cardiovascular system due to growth of level of tolerance to power loadings in process of occupations by athleticism.

Key words: variability of a warm rhythm, mode of power loading, neurohumoral regulation, range power, trenirovannost level.

Вариабельность сердечного ритма является эффективным методом оценки состояния регуляторных механизмов, нейрогуморальной регуляции деятельности сердца, соотношения активации симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, влияние автономного и центрального контуров управления ритмом сердца [1, 2, 3].

Использование данного метода позволяет прогнозировать общие тенденции в развитии различных процессов в организме, в том числе адаптационных механизмов в условиях напряженной мышечной деятельности, а также риск развития патологических процессов [4, 5].

В настоящее время, существует ряд исследований, результаты которых указывают на то, что метод variability сердечных ритмов активно используется в процессе контроля и управления системой подготовки

спортсменов высокой квалификации [6, 7]. В тоже время, изучение влияния занятий атлетизмом, особенно в условиях использования физических нагрузок различной интенсивности и объёма работы, на состояние занимающегося нетренированного человека и его физиологические механизмы адаптационных перестроек, изучено не достаточно.

Таким образом, возникает проблема изучения адаптационных изменений, возникающих у нетренированных юношей в условиях занятиями атлетизмом и их сравнение с результатами фиксированными у тренированных атлетов. Кроме того, изучение механизмов адаптации в условиях мышечной деятельности имеет значение с точки зрения коррекции тренировочных программ, что позволит оптимизировать тренировочный процесс занятий атлетизмом для людей с различным уровнем трени-

рованности.

Целью работы было изучение особенностей изменения показателей variability сердечных ритмов у нетренированных юношей и атлетов в процессе занятий атлетизмом в условиях использования режима силовой нагрузки высокой интенсивности при малом объеме работы.

Методы исследования

Обследовано 40 практически здоровых юношей в возрасте 19-20 лет. Всех участников исследования было разделено на две группы в зависимости от уровня тренированности. В первую группу вошли тренированные атлеты, систематически занимающиеся атлетизмом на протяжении трех лет, а вторая состояла из нетренированных юношей не имеющих противопоказаний для занятий с отягощениями.

В качестве модельной мышечной деятельности, на протяжении 3-х месяцев тренировок с периодичностью 2-х занятий в неделю, использовалась нагрузка силового характера. Обследуемые представители обеих групп выполняли физическую нагрузку следующего характера: количество силовых упражнений – 4; в каждом упражнении 4 серии по 4 повторения с интервалом отдыха 1 минута; темп выполнения упражнения очень медленный (3/6 – три секунды в преодолевающем режиме, а 6 секунды в уступающем режиме); упражнения выполняются с неполной амплитудой (90% от максимальной); масса отягощения, в данных условиях, составляла 65-68% от максимальной. Общая продолжительность отдельного тренировочного занятия для представителей каждой из групп составляла 29-32 минуты.

Исследование показателей тренировочной нагрузки используемых представителями обеих групп в процессе занятий проводили методом определения индекса тренировочной нагрузки в атлетизме [8]. Определяли параметры максимальных силовых возможностей участников в тестовых упражнениях. Рассчитывали следующие показатели нагрузки: коэффициент внешнего сопротивления (R_a), который отображает уровень интенсивности физической нагрузки в зависимости от структуры тренировки и условий ее проведения; относительный вес отягощения (W_a), величины которого демонстрирует наиболее адекватный функциональным возможностям организма вес снаряда в заданных характеристиках силовой нагрузки; величину силовой нагрузки (W_n), данный показатель отображает объем выполненной работы за единицу времени с учетом особенностей структуры тренировочного занятия и характера силовых нагрузок; индекс тренировочной нагрузки (ITNA), величина которого отображает порог утомления организма человека в условиях определенного режима силовой нагрузки. Контроль исследуемых показателей производился четыре раза с интервалом в один месяц на протяжении трех месяцев систематических занятий атлетизмом.

Автономная регуляция оценивалась по показателям статистического анализа variability ритма сердца. Для этой цели использовался кардиомонитор «Polar RS800CX». Регистрировались параметры автономной регуляции ритма сердца и результаты спектрального анализа сердечного ритма у нетренированных юношей обеих групп. Полученные данные в дальнейшем были обработаны

с помощью статистической программы «KubiosHRV». Анализ variability ритма сердца проводился лежа в течение 5 минут до и после физических нагрузок в начале программы исследований и после 3 месяцев занятий атлетизмом.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием пакета статистических программ IBM *SPSS* Statistics 20. Были использованы методы параметрической статистики с помощью t-критерия Стьюдента, а также непараметрической статистики с помощью критерия знаковых ранговых сумм Вилкоксона. Для демонстрации распределения данных использовали интерквартильный размах, с указанием первой квантили (25% перцентиль) и третьей квантили (75% перцентиль).

Результаты исследований

В табл. 1 представлены значения параметров силовой нагрузки фиксированные в участников исследования на протяжении 3 месяцев занятий атлетизмом.

Анализ данных табл. 1 свидетельствует о том, используемый нетренированными юношами и группой тренированных атлетов режим силовой нагрузки характерен высоким уровнем интенсивности ($R_a=0,71$) и порогом утомления организма (ITNA=0,87), в данных условиях мышечного напряжения, и сохранял свой уровень на протяжении всего периода исследований. Установлено, что несмотря на более высокий уровень адаптации организма тренированных атлетов к силовым нагрузкам, контролируемые показатели силовых возможностей, относительного веса отягощений (W_a) и величины силовой нагрузки (W_n) демонстрируют практически одинаковую динамику роста у представителей обеих групп на протяжении 3 месяцев занятий атлетизмом. Данный факт свидетельствует о том, что предложенный вариант модели мышечной деятельности является сильным стрессовым раздражителем для организма участников обеих групп, не зависимо от уровня их тренированности, что и способствовало повышению результативности на фоне адаптационных процессов.

В табл. 2 представлены результаты исследования статистических показателей variability ритма сердца у нетренированных юношей и атлетов в начале обследования и после 3 месяцев занятий атлетизмом.

Анализ данных табл. 2 свидетельствует о том, что у представителей обеих групп, в состоянии покоя, показатели отражающие состояние системы регуляции сердечного ритма находятся в пределах физиологической нормы для здоровых людей [9]. Результаты, фиксированные в начале исследований, демонстрируют рост значений показателя частоты сердечных сокращений, уменьшении средней продолжительности RR- интервалов после нагрузки в сравнении с состоянием покоя. Данное обстоятельство свидетельствует о росте степени напряжения системы вегетативной регуляции ритма сердца.

Установлено, что в начале программы исследований, после физической нагрузки, наблюдается уменьшение значения показателя SDNN у нетренированных юношей и атлетов, что свидетельствует об усилении симпатической регуляции, которая подавляет активность автономного контура. Выявлено, что измене-

Таблица 1. Значение параметров силовой нагрузки фиксированные в участников исследования на протяжении 3 месяцев занятий атлетизмом, (M±m, n=40)

Показатели	Группы участников	Этапы контроля			
		Исходные данные	После 1-го месяца тренировок	После 2-го месяца тренировок	После 3-го месяца тренировок
Силовые возможности организма, кг	атлеты	108,63±1,98	124,01±1,74*	138,6±1,97*	146,2±1,71*
	нетренированные	68,31±2,56	85,92±2,65*	100,15±2,56*	109,81±2,52*
Ra, у.е.	атлеты	0,71±0,01	0,71±0,01	0,71±0,01	0,71±0,01
	нетренированные	0,71±0,01	0,71±0,01	0,71±0,01	0,71±0,01
Wa, кг	атлеты	71,27±0,76	82,32±0,97*	93,03±1,16*	98,74±0,74*
	нетренированные	45,02±0,34	57,14±0,68*	66,13±0,59*	72,11±1,04*
ITNA, у.е.	атлеты	0,87±0,01	0,87±0,01	0,87±0,01	0,87±0,01
	нетренированные	0,87±0,01	0,87±0,01	0,87±0,01	0,87±0,01
Wn, кг/мин (атлеты	475,13±4,37	548,81±7,76*	620,20±8,34*	658,26±5,86*
	нетренированные	300,13±8,23	380,93±4,8*	440,86±5,812*	480,73±6,3*

Примечание: *-p<0,05, по сравнению с показателями предыдущего месяца

Таблица 2. Результаты исследования статистических показателей variability ритма сердца у нетренированных юношей и атлетов в начале обследования и после 3 месяцев занятий атлетизмом (медиана, верхний и нижний квартиль, n=40)

Показатель	Группы участников	Этапы контроля			
		В начале исследований		После 3 месяцев занятий атлетизмом	
		Состояние покоя	После физической нагрузки	Состояние покоя	После физической нагрузки
Частота сердечных сокращений, 1/мин (Mean HR)	атлеты	85,69 85,50; 100,29	130,86* 130,51; 153,08	79,45 79,42; 91,21	121,01* 120,12; 136,05
	нетренированные	85,74 85,37; 105,93	131,16* 130,40; 139,21	81,48 81,30; 88,25	123,38* 114,12; 125,17
Средняя продолжительность RR-интервалов, мс (Mean RR)	атлеты	715,15 568,48; 715,29	471,05 393,70; 472,00	761,00 658,90; 761,22	502,30* 445,40; 503,50
	нетренированные	702,85 574,58; 705,07	461,40* 434,17; 463,40	744,10 685,60; 744,20	492,20 487,00; 531,70
Стандартное отклонение RR- интервалов, мс (SDNN)	атлеты	84,96 31,95; 85,10	72,70 27,80; 74,60	61,80 51,82; 62,30	54,70 45,00; 55,20
	нетренированные	49,57 32,28; 51,53	38,65* 32,47; 40,10	70,10 51,87; 72,40	54,95* 51,25; 60,00
SD1, мс	атлеты	18,06 15,52; 18,34	4,42* 1,90; 4,60	19,20 17,02; 19,30	4,70* 2,20; 4,80
	нетренированные	18,27 9,33; 18,40	3,60* 3,40; 4,90	12,60 12,20; 18,00	2,50* 2,10; 13,70
SD2, мс	атлеты	117,20 43,78; 118,10	102,60 39,10; 105,30	84,80 71,25; 85,70	77,00 63,50; 78,20
	нетренированные	69,47 44,55; 72,06	54,3 45,22; 56,40	98,30 71,22; 98,50	76,70* 71,80; 84,60

Примечание: *-p<0,05, по сравнению с состоянием покоя

ния параметров скатерограммы кардиоинтервалов, у представителей обеих групп после силовой нагрузки вначале программы исследований, характеризуется достоверным снижением SD1 (см. табл. 2). Это обстоятельство указывает на ослабление аperiodических колебаний ритма сердца участников под влиянием физических нагрузок.

Анализ результатов долговременных изменений сердечно-сосудистой системы свидетельствует о том, что в состоянии покоя у представителей обеих групп после 3

месяцев занятий атлетизмом наблюдается достоверное снижение показателя ЧСС, и, соответственно, рост средней продолжительности RR-интервалов (p<0,05) (см. табл. 2), по сравнению с данными фиксированными в начале исследований. Полученный факт указывает на наличие экономизации функционирования сердечно-сосудистой системы у юношей обеих групп, вследствие роста уровня толерантности организма к физическим нагрузкам, как отражение результата долговременной адаптации.

Таблица 3. Значения параметров спектрального анализа сердечного ритма у нетренированных юношей и атлетов в начале обследования и после 3 месяцев занятий атлетизмом (медиана, верхний и нижний квартиль, n=40)

Показатель	Группы участников	Этапы контроля			
		В начале исследований		После 3 месяцев занятий атлетизмом	
		Состояние покоя	После физической нагрузки	Состояние покоя	После физической нагрузки
Сверх низкочастотный спектр, мс ² (VLF)	атлеты	2858,61 340,78; 2860,00	3439,00* 447,00; 3450,00	1577,00 1359,75; 1611,00	2014,00* 1822,75; 2020,00
	нетренированные	1656,84 770,65; 1752,19	1020,46 861,00; 1122,00	3746,00 1530,50; 3760,00	1838,00* 1795,00; 2431,00
Низкочастотный спектр, мс ² (LF)	атлеты	1403,23 338,50; 1410,00	82,50* 17,00; 83,00	1004,00 992,00; 1140,75	149,00* 26,00; 153,00
	нетренированные	574,79 446,75; 626,14	130,00* 91,25; 132,00	717,00 710,00; 760,00	69,00* 62,50; 177,00
Высокочастотный спектр, мс ² (HF)	атлеты	478,80 79,69; 480,00	16,00* 4,00; 17,00	330,00 272,25; 333,00	36,00* 4,00; 38,00
	нетренированные	146,43 129,36; 216,32	25,00* 24,25; 26,00	165,00 160,00; 405,00	6,00* 5,00; 78,00
VLF, %	атлеты	60,30 45,65; 61,00	97,20 95,60; 97,20	54,50 49,05; 54,70	91,60 91,50; 98,07
	нетренированные	69,40 49,77; 70,37	85,85* 84,60; 90,47	80,90 49,60; 80,90	96,00* 87,80; 97,00
LF, %	атлеты	29,60 29,40; 43,97	2,30* 2,20; 3,60	34,10 34,00; 41,12	6,80* 1,67; 6,90
	нетренированные	24,80 23,70; 33,80	11,85* 7,47; 13,00	15,50 15,30; 33,05	3,75* 2,80; 8,50
HF, %	атлеты	10,10 10,00; 10,40	0,40* 0,30; 0,80	11,30 9,90; 11,37	1,60* 0,25; 1,80
	нетренированные	5,80 5,65; 18,90	2,35* 1,97; 2,50	3,60 3,20; 17,82	0,30* 0,22; 3,70
Total, мс ²	атлеты	4740,65 758,99; 4780,00	3537,00 468,00; 3600,00	2895,00 2766,75; 2947,00	2199,00 1890,75; 2210,00
	нетренированные	2366,70 1410,57; 2524,77	1192,00* 1019,00; 1224,00	4332,15 2624,75; 4628,00	2093,00* 1868,00; 2498,00
Соотношение LF/HF, мс ²	атлеты	2,93 2,90; 4,23	5,19* 4,35; 5,20	3,01 2,99; 4,18	4,11* 4,00; 6,11
	нетренированные	4,23 1,94; 4,27	4,96* 3,32; 5,19	4,35 1,87; 4,40	10,94* 2,27; 13,58

Примечание: *-p<0,05, по сравнению с состоянием покоя

После однократного тренировочного занятия атлетизмом в условиях режимов силовой нагрузки высокой интенсивности ($Ra=0,71$) у представителей обеих групп выявлено более адекватные изменения по показателям сердечно-сосудистой системы по истечению трех месяцев занятий атлетизмом (см. табл. 2), чем вначале программы исследований. Частота сердечных сокращений, и соответственно, средняя продолжительность RR-интервалов имеют достоверно менее выраженные изменения относительно состояния покоя, чем вначале программы исследования. Изменение показателя среднего квадратичного отклонения RR-интервалов после силовой нагрузки на данном этапе исследования не отличается от значений вначале занятий атлетизмом.

Анализ результатов табл. 2 свидетельствует о том, что фиксированные практически одинаковые между группами участников положительные изменения в сердечно-сосудистой системе наблюдаются при совершенно разных значениях показателей силовой нагрузки в условиях ис-

пользования однотипной модели мышечной деятельности (см. табл. 1).

В табл. 3 представлено значения параметров спектрального анализу сердечного ритма у нетренированных юношей и атлетов в покое и после физической нагрузки вначале программы исследований и после 3 месяцев занятий атлетизмом.

Анализ табл. 3 свидетельствует о наличии достоверных различий между обеими группами юношей в состоянии покоя по показателям высокочастотных колебаний кардиоинтервалов (HF), общей мощности спектра кардиоинтервалов (Total) и вегетативного баланса (LF/HF) в начале программы исследований. Результаты, фиксированные в состоянии покоя после 3 месяцев занятий атлетизмом, демонстрируют достоверное различие между группами практически по всем показателям.

В тоже время, высокий уровень показателя VLF по сравнению с нормой (15-30% [9]), фиксированный

у представителей обеих групп в начале программы исследований, свидетельствует о гиперадаптивном состоянии (напряжение всех регуляторных систем организма) [9]. После 3 месяцев занятий атлетизмом, показатель VLF также сохраняет очень высокий уровень, особенно в группе нетренированных юношей. Так же, выявлено, что у нетренированных юношей и атлетов значение показателя HF(%) на всех этапах исследования – ниже нормы (норма=15-25% [9]), что указывает на смещение вегетативного баланса в сторону преобладания симпатического отдела.

Результаты исследований, фиксированные после физической нагрузки в начале программы исследований и после 3 месяцев занятий атлетизмом, демонстрируют преобладание сверх низкочастотного спектра (VLF,%) ритма сердца у представителей обеих групп. При этом, наблюдается достоверное уменьшения общей мощности спектра колебаний кардиоинтервалов (снижается суммарный уровень активности различных звеньев регуляторного механизма), что связано с активацией симпатического звена регуляции и можно рассматривать как неспецифический компонент адаптационной реакции в ответ на стрессовые воздействия.

Наиболее существенное увеличение показателя вегетативного баланса (LF/HF) фиксировано у нетренированных юношей в конце программы исследований, в ответ на силовую нагрузку, что свидетельствует о росте напряженности вегетативной регуляции ритма сердца за счет ослабления активации парасимпатического тонуса.

Полученный результат свидетельствует об усилении центральных механизмов нейрогуморальной регуляции ритма сердца за счет снижения парасимпатической активации автономной нервной системы на синусовый узел сердца у представителей обеих групп в начале программы и в конце программы исследования.

Таким образом, использование, на протяжении 3 месяцев занятий атлетизмом, силовых нагрузок высокой интенсивности, значительно усиливает влияние сверх низкочастотного спектра колебаний кардиоинтервалов, с одновременным снижением активации низкочастотного и высокочастотного спектра колебаний кардиоинтервалов не зависимо от уровня тренированности. Выявленный факт отражает процесс значительного преобладания активации центрального контура регуляции ритма сердца, за счет активации нейрогуморального та метаболического факторов [3, 4].

Выводы

1. Установлено, что использование в процессе занятий атлетизмом режима силовой нагрузки высокой интенсивности ($Ra=71$ у.е) положительно воздействует на динамику роста показателей силовых возможностей организма участников обеих групп, несмотря на то, что уровень адаптации к физическим нагрузкам в группе атлетов - намного выше в сравнении с нетренированным контингентом.

2. Результаты исследования показателей вари-

бельности сердечного ритма сердца у нетренированных юношей и тренированных атлетов показали, что наличие процесса долговременной адаптации к физическим нагрузкам приводит к экономизации функционирования сердечно-сосудистой системы за счет роста уровня толерантности к силовым нагрузкам в процессе занятий атлетизмом.

3. Выявлено, что использование в процессе занятий атлетизмом силовых нагрузок высокой интенсивности значительно повышают усиление центральных механизмов нейрогуморальной регуляции ритма сердца за счет снижения парасимпатической активации автономной нервной системы на синусовый узел сердца у представителей обеих групп не зависимо от уровня их тренированности.

Литература

1. Баевский, Р.М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем / Р.М. Баевский, Д.Г. Иванов, Л.В. Чирейкин: Методические рекомендации. М., 2002. 53 с.
2. Баевский, Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М. Медицина. 1997. 235 с.
3. Коваленко, С.О. Аналіз варіабельності серцевого ритму за допомогою методу медіанної спектрограми. Фізіологічний журнал, 2005; Т. 51, №3: 92 – 95.
4. Коробейников, Г. В. Variability ритма сердца как физиологический механизм адаптации к условиям напряженной мышечной деятельности / Коробейников Г. В. // Анализ variability ритма сердца в клинической практике: материалы I Междунар. науч. конф. – К., 2002. – С. 68-69.
5. Мальцева, А. Б. Использование кардиоинтервалографии у высококвалифицированных спортсменов на примере сборных команд России по легкой атлетике и биатлону / Мальцева А. Б., Давыдов П. В., Лобов А. Н. // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2009. – № 1. – С. 17-22.
6. Михайлов, В.М. Variability ритма сердца: опыт практ. применения. Иваново: Гос. мед. академия, 2002. – 290 с.
7. Михайлов, В. М. Variability ритма сердца как метод количественной оценки функционального состояния спортсменов / В. М. Михайлов, Н. В. Харламова, М. Э. Беликова // Медицина и спорт. – 2005. – № 1. – С. 19-21.
8. Пат. UA 76705 U, МПК А61В 5/22 (2006.01) Спосіб визначення індексу тренувального навантаження в атлетизмі / Чернозуб А.А. - № u201208376; Заяв. 07.07.2012; Публ. 10.01.2013, Бюл. №1. – 3 с.
9. Aubert, A. E., Steps B., Becker F. Heart rate variability in athletes. Sports Medicine, 2003; №33 (12): 889-919.
10. Hirsch, M., Karin J., Akselrod S. Heart rate variability in the fetus // In: Heart rate variability. Malik M., Camm A.J. (eds): Armonk. NY. Futura Publisch. Comp. Inc. 1995. P.517-531.

Поступила 9.12.2013 г.