

## ВЕГЕТАТИВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ РИТМА СЕРДЦА У ЗДОРОВЫХ ЛИЦ В ПОКОЕ И ПРИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАГРУЗКАХ

Н.Б. Амиров, Е.В. Чухнин

*ГОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет»,  
Казань, Россия (420012, Россия, Татарстан, г. Казань, ул. Бутлерова, 49)  
rector@kgmu.kcn.ru*

Подробная информация об авторах размещена на сайте  
«Учёные России» - <http://www.famous-scientists.ru>

**Цели исследования:** определить нормальную динамику показателей вариабельности ритма сердца в ответ на физиологическую нагрузку у мужчин и женщин. Дать клинико-физиологическую оценку показателей.

**Материалы и методы.** Нами было обследованы 48 здоровых пациентов, из них 32 – мужчины, 16 – женщины. Средний возраст 46 ( $\pm 3,6$ ) года. Исследование проводилось на комплексе суточного мониторирования ЭКГ «ДНК» с программой вариабельности сердечного ритма при проведении лестничных проб. Определяли: ЧСС ночью и на нагрузке, депрессию ST, параметры ОНЧ, НЧ, ВЧ, НЧ/ВЧ – как в покое, так и на нагрузке, SDNN и рNN50 за сутки.

**Результаты.** Обнаружено, что на нагрузках значительно повышается мощность ОНЧ (на 80,4%,  $t - 2,6$ ) и синергично снижается мощность НЧ (на 72%,  $t - 1,7$ ) и ВЧ (на 65%,  $t - 1,6$ ). Половых различий не выявлено ( $t - 0,8$ ).

**Заключение:** показатель «ОНЧ» отражает реализацию синусовым узлом симпатических влияний. «ВЧ» отражают активность парасимпатической нервной системы (что соответствует литературным данным). Показатель «Низкие Частоты» не может служить маркером активности симпатической системы (как предлагается в литературе), а скорее отвечает за реализацию вагуса или иной тормозящей структуры. НЧ/ВЧ не может служить показателем вегетативного баланса.

### Введение

Вариабельность сердечного ритма (ВСР) – это изменчивость интервалов RR, а точнее интервалов PP, т.к. отражает функциональное состояние синусового узла. В зависимости от функционального состояния организма покой, физическая или психо-эмоциональная активность - ЧСС, а значит RR, постоянно меняются. После регистрации длительной ЭКГ мы имеем длинный ряд RR интервалов. В результате преобразований Фурье получается частотный спектр тех периодических колебаний, которые составляли исходную кривую. Частотный спектр, получаемый при анализе кратковременных записей ЭКГ, разбит на 3 диапазона: очень низкочастотный (ОНЧ) с границами от 0 до 0,04 Гц, низкочастотный (НЧ) от 0,04 до 0,15 Гц и высокочастотный (ВЧ) от 0,15 до 0,4 Гц

[1]. Ритмическая активность синусового узла находится под нервным и эндокринным контролем, а также под влиянием ряда гуморальных факторов, изменяющих порог спонтанной деполяризации пейсмекеров синусового узла. Согласно литературным данным, вагусная активность является основной составляющей высокочастотного (ВЧ) компонента, по данным блокирования мускариновых рецепторов, ваготомии и зависит от фаз дыхания [2,9]. В оценке низкочастотного (НЧ) компонента имеются противоречия. Некоторые авторы считают, что физиологическая оценка НЧ неоднозначна из-за множества влияющих на нее факторов [5]. В ряде работ предполагается, что выраженный в нормализованных единицах НЧ компонент является количественным маркером симпатической модуляции [10], то время как

другие исследователи рассматривают НЧ как отражающий и симпатическую, и вагусную активность [9]. Другие исследователи считают НЧ отражением активности вазомоторного центра и барорецепторных зон с дуги аорты [1,2]. Очень низкие частоты (ОНЧ), по мнению многих авторов отражает деятельность симпатической нервной системы, влияние церебральной эрготропной активности на нижележащие структуры [7], характеризуют влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр. Среди найденных нами источников проводилась физическая нагрузка в виде сжимания динамометра [8], ортостатическая проба [6], в которых имело место усиление НЧ части спектра, снижение среднеквадратичного отклонения соседних RR (SDNN). Велоэргометрическая проба – ослабление НЧ и ВЧ составляющих [4]. Психоэмоциональная нагрузка (счет «в уме») - увеличение НЧ и уменьшение ВЧ составляющих [8]. Имеется точка зрения, согласно которой отношение ВЧ/НЧ компонентов отражает вагусно-симпатический баланс или симпатические модуляции [1]. У мужчин и женщин разных возрастных групп достоверных различий спектральных показателей ВСР не найдено ( $p > 0,05$ ) [3].

Учитывая большую вариабельность результатов данной методики у разных авторов, необходима хоть какая-то стандартизация. Мы предлагаем проводить измерения в определенные фазы жизнедеятельности – на минимальной ЧСС, во время ночного сна, и на пике физической активности при проведении лестничных проб.

#### **Материалы и методы**

Нами было обследованы 48 здоровых пациентов, из них 32 – мужчины, 16 – женщины. Средний возраст  $46 (\pm 3,6)$  года. Исследование проводилось на комплексе суточного мониторирования ЭКГ «ДНК» с программой вариабельности сердечного ритма с помощью чего определяли: ЧСС ночью и на нагрузке, депрессию ST, параметры ОНЧ, НЧ, ВЧ, НЧ/ВЧ – как в покое,

так и на нагрузке, SDNN и pNN50 за сутки. Оценка спектральных показателей проводилась за трехминутные отрезки времени, в ночное время (на минимальной ЧСС) и на пике физической активности (максимальная ЧСС). Программа физических нагрузок включала ступенчатый подъем на 2, 3, 5, и 9 этажи с возможностью отдыха по необходимости. Достоверность различий при помощи критерия Стьюдента. Использовался пакет программ Excel-2002.

#### **Результаты и обсуждение**

1. Распределение мощностей спектра у мужчин в состоянии покоя и при нагрузке ( $n = 32$ ) (диаграмма 1, 2).

ОНЧ в покое – 42%, при нагрузке – 77,0%, прирост мощности на 83,3%.  $t-2,1$ . НЧ в покое – 23,5%, при нагрузке – 7,2 %, убыль мощности на 69,4%.  $t-1,3$ . ВЧ в покое – 27,0 %, при нагрузке – 9,9 %, убыль мощности на 63,4%.  $t-1,2$ . Суточный диапазон ОНЧ – 35%, НЧ – 16%, ВЧ – 18%. НЧ/ВЧ в покое – 1,7, при нагрузке – 1,4. pN50 – 4,6.

2. Распределение мощностей спектра у женщин в состоянии покоя и при нагрузке ( $n = 16$ ) (диаграмма 3, 4).

ОНЧ в покое – 50%, при нагрузке – 83,8%, прирост мощности на 67,6%.  $t-1,5$ . НЧ в покое – 24%, при нагрузке – 5,7 %, убыль мощности на 76,3%.  $t-1,0$ . ВЧ в покое – 23,2 %, при нагрузке – 7,3 %, убыль мощности на 68,6%.  $t-0,9$ . Суточный диапазон ОНЧ – 33%, НЧ – 19%, ВЧ – 16%. НЧ/ВЧ в покое – 1,8, при нагрузке – 1,3. pN50 – 5,3.

3. Анализ распределения мощностей спектра у здоровых лиц (мужчин и женщин) в состоянии покоя и при нагрузке ( $n = 48$ ) (диаграмма 5, 6).

ОНЧ в покое – 46%, при нагрузке – 80,4%, прирост мощности на 74,7%.  $t-2,6$ . НЧ в покое – 23,8%, при нагрузке – 6,5%, убыль мощности на 72,6%.  $t-1,7$ . ВЧ в покое – 25,1%, при нагрузке – 8,6%, убыль мощности на 65,8%.  $t-1,6$ . Суточный диапазон ОНЧ – 34%, НЧ – 17,5%, ВЧ – 17%. Показатель SDNN не имеет половых различий, в среднем – 148. pN50 – 5.

Диаграмма 1.

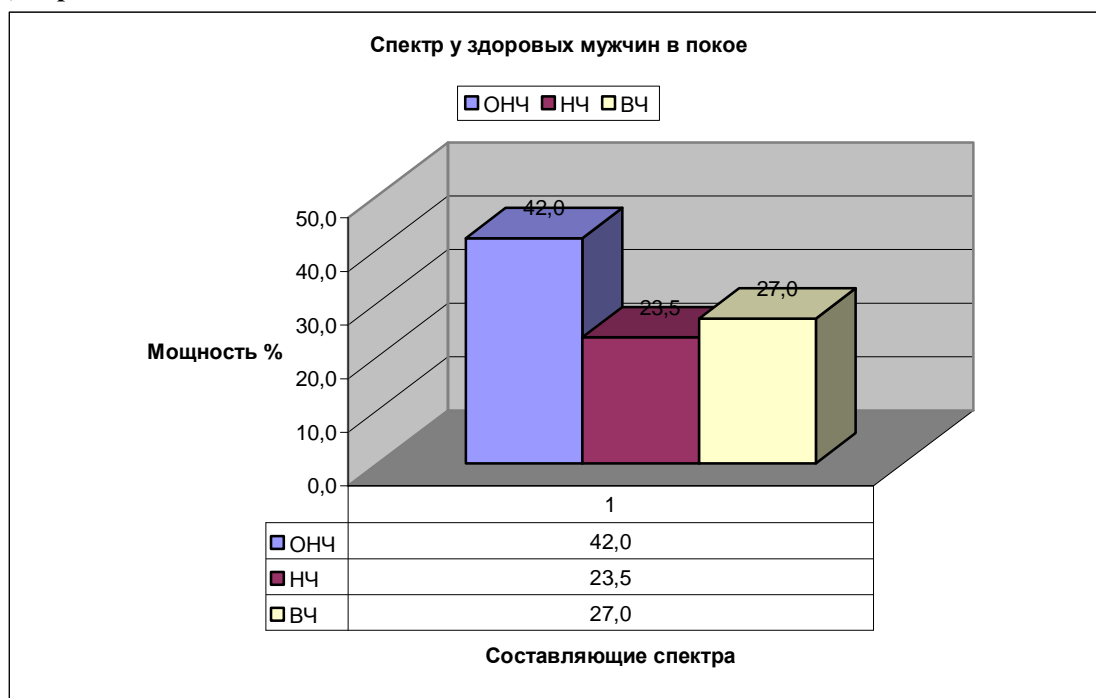


Диаграмма 2.

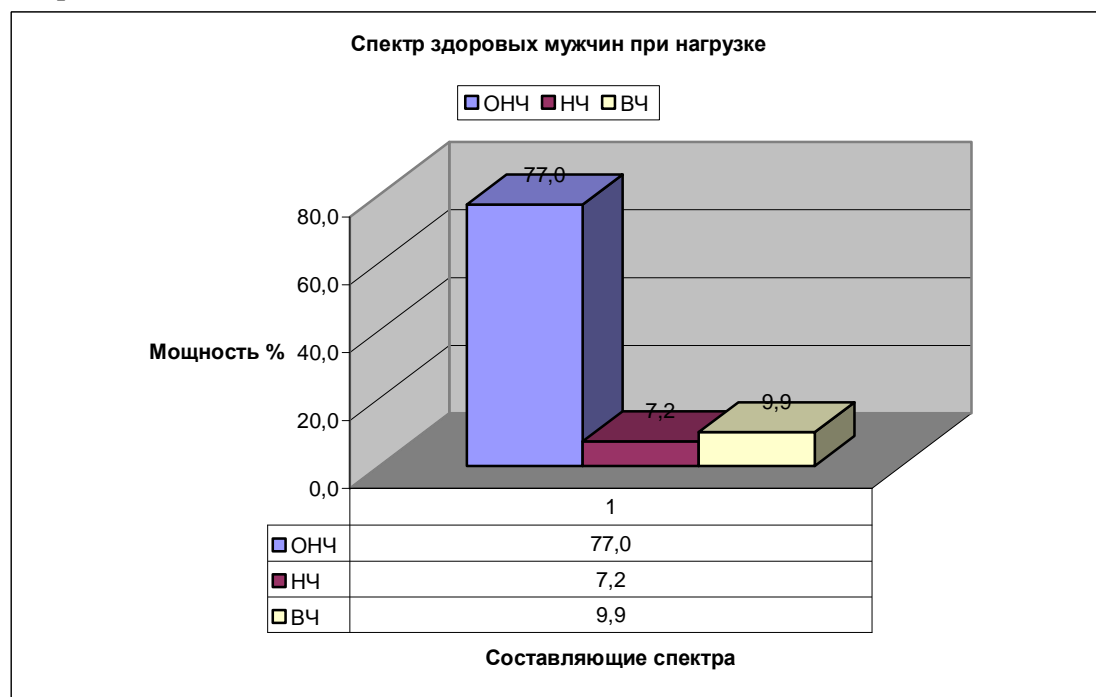


Диаграмма 3.

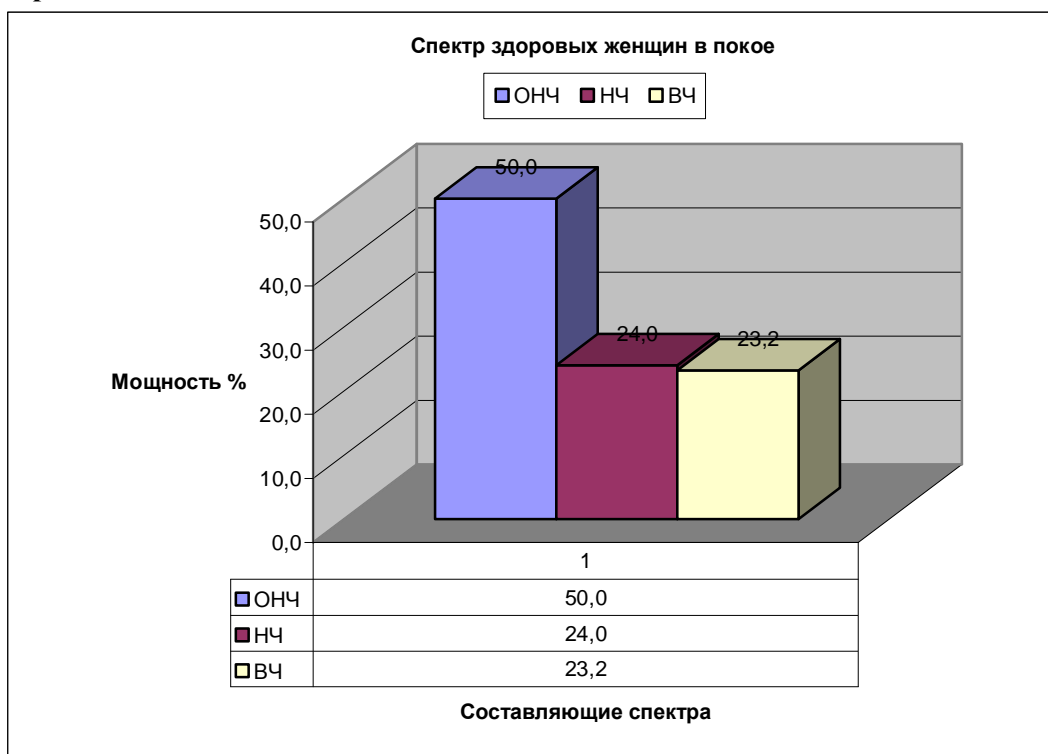


Диаграмма 4.

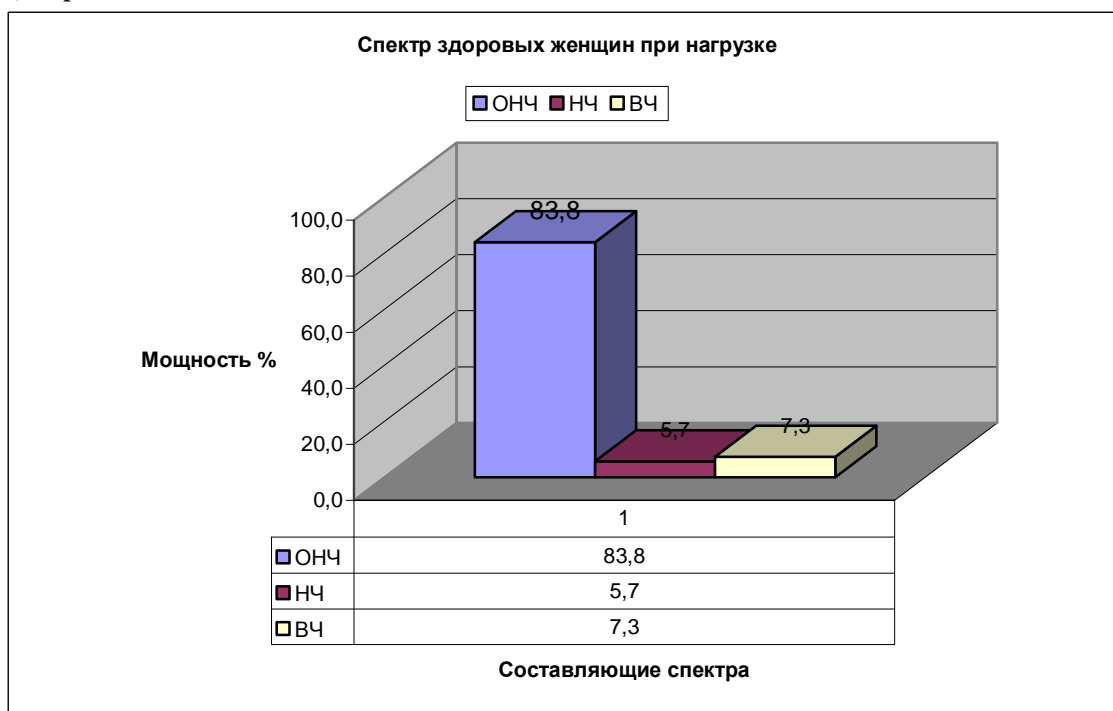


Диаграмма 5.

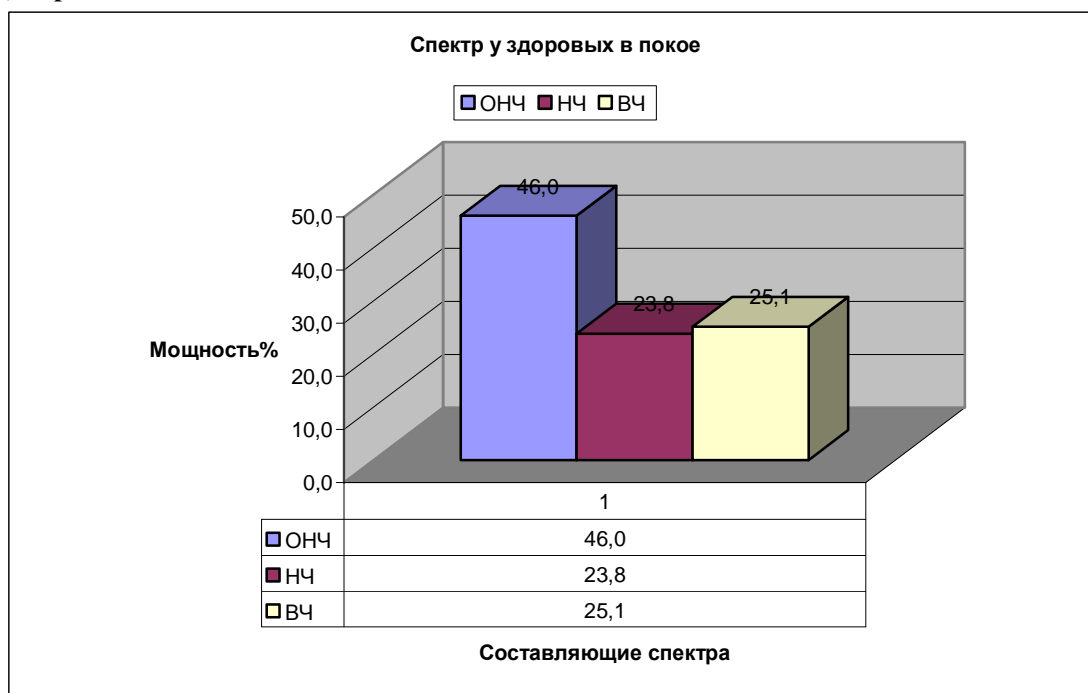
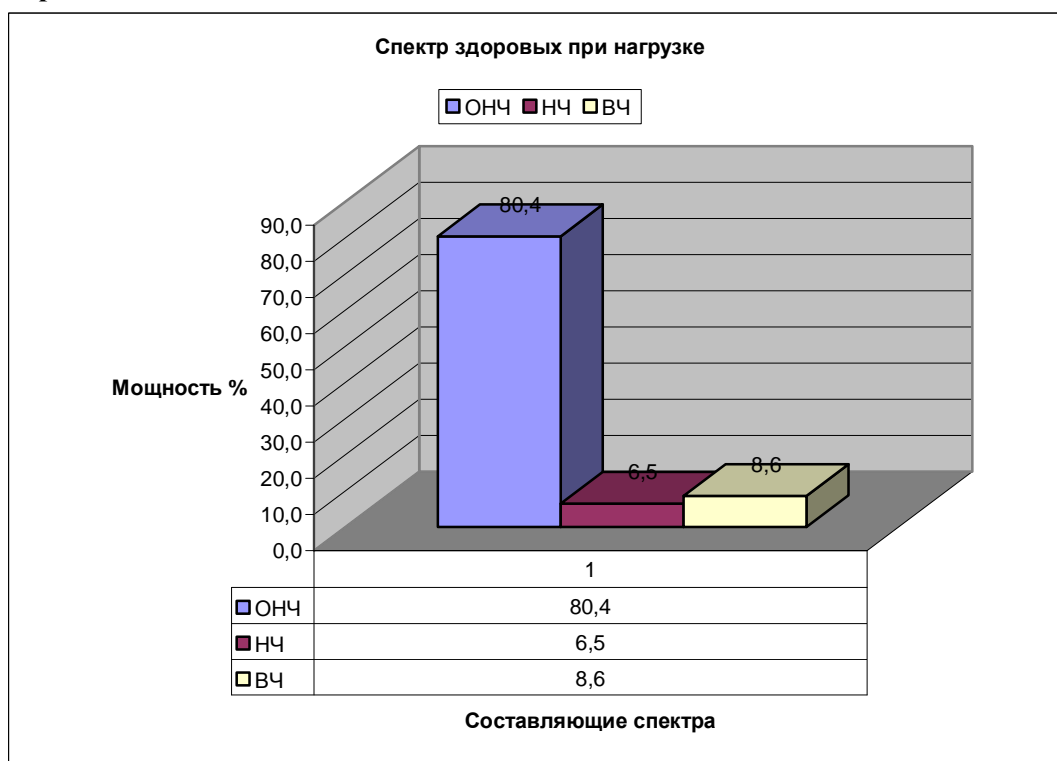


Диаграмма 6.



**Таблица 1.** Сравнительный анализ параметров ВСП мужчин и женщин

	Показатель	Мужчины	Женщины	Все
1	Минимальная ЧСС	54,3	53,6	54,0
2	Максимальная ЧСС	146,4	139	142,7
3	Средняя ЧСС	110,8	104,6	107,7
4	%ОНЧ в покое	42	50	46
5	% ОНЧ при нагрузке	77	83,8	80,4
6	Прирост ОНЧ (%)	83,3	67,6	74,7
7	Достоверность прироста (t)	2,1	1,5	2,6
8	%НЧ в покое	23,5	24	23,8
10	%НЧ при нагрузке	7,2	5,7	6,5
11	Снижение %НЧ на нагрузке (%)	69,4	76,3	72,6
12	Достоверность снижения НЧ при нагрузках (t)	1,3	1,0	1,7
14	%ВЧ в покое	27	23,2	25,1
15	%ВЧ при нагрузке	9,9	7,3	8,6
16	Снижение %ВЧ на нагрузке (%)	63,4	68,6	65,8
17	Достоверность снижения ВЧ при нагрузках (t)	1,2	0,9	1,6
19	Суточный диапазон ОНЧ (%)	35,0	33	34
21	Суточный диапазон НЧ (%)	16,0	19	17
23	Суточный диапазон ВЧ (%)	18,0	16	17,0
25	НЧ/ВЧ в покое	1,7	1,8	1,7
26	НЧ/ВЧ при нагрузке	1,4	1,3	1,3
27	SDNN	147,6	150	148
28	pNN50	4,6	5,3	5,0

Как видно из приведенных данных (таблица 1) в норме, как у мужчин, так и женщин в ночное время имеет место значительное превышение мощности спектра в области ОНЧ над НЧ (симпатическая система по литературным данным) и ВЧ (парасимпатическая система). На нагрузках на 80,4% (t – 2,6) повышается удельный вес ОНЧ (по данным литературы – надсегментарные эрготропные механизмы), а вес низких и высоких частот понижается на 72,6% (t – 1,7) и 65,8% (t – 1,6) – соответственно. Причем, НЧ и ВЧ в покое и нагрузках ведут себя синергично. Половых различий в распределении частот спектра, как в покое, так и нагрузках нет (t – 0,8). Половых различий в распределении SDNN и отношении НЧ/ВЧ (в покое и на нагрузках) – нет. Отношение НЧ/ВЧ в покое – 1,7, при нагрузке снижается – 1,3, что противоречит современным воззрениям – влияние симпатической системы на нагрузках должно преобладать.

### Резюме

Показатель «Очень низкие частоты» отражает реализацию синусовым узлом симпатических влияний. Высокие частоты отражают активность парасимпатической нервной системы (что соответствует литературным данным). Показатель «Низкие Частоты» не может служить маркером активности симпатической системы (как предлагается в литературе), а скорее отвечает за активность блуждающего нерва или иной тормозящей структуры. НЧ/ВЧ не может служить показателем вегетативного баланса. Показатель SDNN в среднем равен – 148. Все показатели ВСП не имеют половых различий.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Вариабельность сердечного ритма. Стандарты измерения, физиологической интерпретации и клинического использования. Рабочая группа Европейского Кардиологического общества и Северо-Американского общества стимуляции и

электрофизиологии // Вестник аритмологии. 1995 г. Вып.11.

2. Вейн А.М. «Вегетативные расстройства» 1998, ООО «Медицинское информационное агенство», стр. 64.

3. Захарова Н.Ю., Михайлов В.П. Физиологические особенности variability ритма сердца в разных возрастных группах. ВА-N31 от 15/04/2003, стр. 37-40.

4. Парнес Е.Я., Кошкина Е.В., Красносельский М.Я. Показатели variability ритма сердца во время велоэргометрической пробы. Кардиология №8, 2003.

5. Рябыкина Г.В. Variability ритма сердца: Моногр / Г.В. Рябыкина, А.В. Соболев; М.: Стар'Ко, 1998. -196 с.

6. Тарский Н.А., Швалев В.Н., Салтыков С.Ю., Муратова М.Ю., Карягин Т.В. Особенности время-частотного спектрального анализа сердечного ритма у здоровых лиц и больных с артериальной гипертензи-

ей при проведении ортостатической пробы. Кардиология №4, 2000.

7. Хаспекова Н.Б. Регуляция variability ритма сердца у здоровых и больных с психогенной и органической патологией мозга // Автореферат дис. д-ра мед. наук. - М., 1996. - 48 с.

8. Яблучанский Н.И., Кантор Б.Я. Мартыненко А.В. Variability ритма в современной клинике. 2001. Факультет фундаментальной медицины Харьковского национального университета им В.Н. Каразина.

9. Akselrod S, Gordon D, Ubel FA et al. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat to beat cardiovascular control. Science 1981; 213: 220-2.

10. Malliani A, Pagani M, Lombardi F, Cerutti S. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. Circulation 1991; 84: 1482-92.

#### VEGETATIVE REGULATION OF A RHYTHM OF HEART AT THE HEALTHY PERSONS IN REST AND AT FUNCTIONAL LOADS

N.B. Amirov, Ye.V. Chukhnin

*Kazan state medical university*

The purposes of research: to define normal dynamics of parameters of heart rate variability in reply to a physiological load at the men and women. To give a clinic-physiological estimation of parameters.

Materials and methods. We were surveyed 48 healthy patients, from them 32 - man, 16 - woman. Average age 46 ( $\pm 3,6$ ) year. The research was spent on a complex of a daily monitoring a ECG "ДНК" with the program heart rate variability at realization of scalene assays. Determined: the heart rate at the night and on a load, depression ST, parameters VLF, LF, HF, LF/HF - both in rest, and on a load, SDNN and pNN50 for one day.

Results. It is revealed, that on loads capacity ОНЧ (on 80,4 % considerably raises,  $t - 2,6$ ) and synergically the capacity НЧ (on 72 %,  $t - 1,7$ ) and ВЧ (on 65 %,  $t - 1,6$ ) is reduced. Sexual differences is not revealed ( $t - 0,8$ ).

The conclusion: the parameter "VLF" reflects realization by sinus node of sympathetic influences. "HF" reflect activity of the parasympathetic nervous system (that corresponds to the literary data). The parameter «Low Frequence» can not serve a marker of activity of sympathetic system (as it is offered in the literature), and faster answers for realization of vagus or other braking frame. LH/HL can not serve a parameter of vegetative balance.