

УДК 612.13:616.1

## ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА У ЖЕНЩИН ВТОРОГО ПЕРИОДА ЗРЕЛОГО ВОЗРАСТА, АССОЦИИРОВАННЫЕ С МАССОЙ ТЕЛА

© 2019 г. О. В. Филатова<sup>1, \*</sup>, С. С. Половинкин<sup>1</sup>, И. Н. Томилова<sup>1</sup>,  
Е. И. Бакланова<sup>1</sup>, И. О. Плясова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

\*E-mail: ol-fil@mail.ru

Поступила в редакцию 01.09.2017 г.

После доработки 08.02.2018 г.

Принята к публикации 01.11.2018 г.

Проведен анализ спектральных показателей вариабельности ритма сердца (ВРС), систолического и диастолического артериального давления у практически здоровых лиц женского пола II периода зрелого возраста. Оценивались средние значения параметров кровообращения, общую мощность спектра (TP), абсолютные и относительные значения мощности волн в очень низкочастотном (VLF, VLF%), низкочастотном (LF, LF%) и высокочастотном (HF, HF%) диапазонах спектра. ВРС у женщин II периода зрелого возраста с повышенным содержанием жира в организме и ожирением характеризуется усилением парасимпатического компонента автономной нервной системы. Повышение парасимпатической активности проявлялось понижением частоты сердечных сокращений в группе женщин с абдоминальным ожирением. Показана статистически значимая отрицательная коррелятивная связь между показателем LF/HF и содержанием жировой массы.

**Ключевые слова:** вариабельность ритма сердца, избыточная масса тела, ожирение, симпатовагальный баланс.

**DOI:** 10.1134/S0131164619030044

Ожирение, распространяясь по всему миру во всех возрастных группах, занимает особое место в ряду заболеваний, приводящих к преждевременной смертности и инвалидизации населения [1]. Интерес к этой проблеме не случаен, так как известно, что избыточный вес и связанные с ним метаболические нарушения повышают риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, являются причиной ранней инвалидизации [2]. В настоящее время наиболее достоверным неинвазивным методом, позволяющим исследовать активность уровней и механизмов регуляции, является анализ медленноволновых колебаний показателей деятельности организма, в частности, вариабельности ритма сердца (ВРС) [3]. Изменения ВРС у лиц с различными метаболическими нарушениями описаны в многочисленных работах отечественных [1, 2, 4–6] и зарубежных [7–9] авторов. Нарушения ВРС у больных с метаболическим синдромом [6] и сахарным диабетом 2 типа [5] характеризуется ослаблением как парасимпатического так и симпатического [10] компонентов автономной нервной системы. Несмотря на значительное количество работ, посвященных исследованию основных закономерностей вариабельности ритма сердца у лиц в зависимости от

величины массы тела, остается ряд невыясненных и даже противоречивых моментов, существенно влияющих на представления о характере самого этого процесса. В частности, несмотря на то, что многие авторы указывают на ряд отличий в течении и прогнозе сердечно-сосудистых заболеваний у мужчин и женщин [11–13], во многих работах представлены смешанные по полу группы [1, 4, 5] либо исследовались только лица мужского пола [10]. Между тем знание специфики донологических изменений ВРС у лиц с ожирением позволит более обоснованно и эффективно реализовать принципы предиктивной медицины у пациентов разного пола.

Цель исследования – изучить особенности вариабельности ритма сердца для выявления ранних критериев вегетативного дисбаланса у женщин второго периода зрелого возраста с избыточной массой тела и ожирением.

### МЕТОДИКА

В обследовании участвовали практически здоровые лица зрелого возраста, II периода (от 36 до 55 лет) – 62 женщины (возраст  $44.6 \pm 0.73$  лет).

Критерием исключения из группы было систолическое артериальное давление выше 130 мм рт.ст.

Изучение ВРС проводили с использованием электрокардиографа “Поли-спектр-8\EX” с применением программного обеспечения фирмы “Нейрософт” (г. Иваново, РФ). В состоянии покоя регистрировали кардиоритмограмму на коротких 5-минутных промежутках в положении пациента лежа на спине, при спокойном дыхании и отсутствии воздействия внешних раздражителей.

Регистрировали ритм сердца, ЧСС (уд./мин). Определяли временные показатели:  $SDNN$  – среднеквадратичное отклонение интервалов  $R-R$ ,  $RMSSD$  – среднеквадратичное отклонение межинтервальных различий;  $pNN50$  – долю смежных интервалов отличающихся более чем на 50 мс. При спектральном анализе оценивали  $VLF$  – мощность волн в диапазоне очень низких частот,  $LF$  – мощность волн в диапазоне низких частот,  $HF$  – мощность волн в диапазоне высоких частот,  $TP$  – общую мощность спектра. Проводили анализ с вычислением спектра мощности колебаний в трех частотных диапазонах: 0.004–0.08 Гц (очень низкие частоты –  $VLF$ ); 0.09–0.16 Гц (низкие частоты –  $LF$ ); 0.17–0.5 Гц (высокие частоты –  $HF$ ).

Антропометрические исследования включали измерение длины тела (ДТ), массы тела (МТ) и окружности талии (ОТ), окружности бедер (ОБ) с определением отношения ОТ/ОБ. Компонентный состав тела оценивали при помощи аппарата для биоимпедансометрии ABC-01 “Медасс”, который позволяет определять жировую массу (ЖМТ), тощую безжировую массу (ТМТ), активную клеточную массу (АКМ), массу скелетной мускулатуры (СММ), общее количество жидкости в организме, внеклеточную жидкость, основной обмен (ОО), удельный основной обмен (УОО). Классификацию избыточной массы тела и ожирения проводили по содержанию жира в теле: пониженное, нормальное, повышенное, ожирение для каждого конкретного обследованного в соответствии с его полом и возрастом (например, для женщины 47 лет: пониженное содержание жира – от 20 до 25%, нормальное – от 25 до 30%, повышенное – от 30 до 35%, ожирение – более 35%).

Статистическую обработку материала осуществляли с использованием программного продукта SPSS 21.0. В таблицах количественные признаки, имеющие нормальное распределение, представлены в виде среднего арифметического ( $M$ ), среднеквадратического отклонения ( $SD$ ), 95% доверительного интервала (95%  $CI$ ); величины с отличным от нормального распределением – в виде медианы ( $Me$ ) и перцентильного ранжирования

( $Q_{25-75}$  – 25 и 75 перцентили). В тексте результаты представлены в виде  $M \pm SE$  (стандартная ошибка). Выборки данных проверяли на нормальность распределения, для чего был использован критерий Колмогорова-Смирнова при уровне значимости  $p < 0.05$ . Для сравнения двух независимых групп с нормальным распределением использовали однофакторный дисперсионный анализ ( $ANOVA$ ). Для сравнения двух независимых групп с ненормальным распределением использовали двухвыборочный критерий Манна-Уитни. Различия значений исследуемых параметров считали статистически значимыми при 95% пороге вероятности ( $p < 0.05$ ). Для определения статистической значимости различий между долями использовался критерий хи-квадрат ( $\chi^2$ ) Пирсона. Для выяснения взаимосвязей между изученными показателями проводили корреляционный анализ по Пирсону для данных с нормальным распределением, по Спирмену – для результатов с ненормальным распределением. Меру риска рассчитывали с помощью метода кросстабуляции.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Было выделено две группы женщин по содержанию жира в организме. Содержание жира в организме у членов первой группы характеризовалось как нормальное (2), количество жира было менее 30% ( $Max$  – 29.84%). Содержание жира в организме у членов второй группы характеризовалось как повышенное (3) и ожирение (4), количество жира было от 31% ( $Min$ ) до 48.2% ( $Max$ ). Не было выявлено лиц с пониженным содержанием жира. Большая часть обследуемых (61%,  $n = 38$ ) имела повышенное жировое отложение. Как известно, многочисленные данные свидетельствуют о различном значении висцеральной (ВЖТ) и подкожной жировой ткани (ПЖТ) в определении кардиометаболического риска [14]. Во второй группе выделили женщин с гиноидным и андронидным типами ожирения. Для этого в соответствии с рекомендациями ВОЗ [15] использовали величину отношения ОТ/ОБ: при ОТ/ОБ  $< 0.85$  определяли гиноидный, а ОТ/ОБ  $> 0.85$  – андронидный тип ожирения. Дальнейший анализ проводили в трех группах: 1 – женщины с пониженным и нормальным количеством жира, 2 – женщины с гиноидным типом ожирения, 3 – женщины с андронидным типом ожирения. Средний возраст в первой группе составил  $43.4 \pm 1.19$  ( $Min$  – 36,  $Max$  – 54), во второй группе  $44.5 \pm 1.04$  ( $Min$  – 37,  $Max$  – 53), в третьей группе  $49.2 \pm 1.64$  ( $Min$  – 36,  $Max$  – 55) лет. Хотя возрастным периодом счита-

Таблица 1. Состав тела женщин второго периода зрелого возраста

| Показатели                                       | Группа | n  | M      | SD     | 95% CI  |         | Min    | Max    | p  |
|--|--------|----|--------|--------|---------|---------|--------|--------|--|
|  |        |    |        |        |         |         |        |        |  |
| ИМТ, кг/м <sup>2</sup>                           | 1      | 24 | 21.9   | 2.53   | 20.81   | 22.94   | 17.80  | 26.60  | $p_{1-2,3} < 0.001$<br>$p_{2-3} = 0.004$   |
|  | 2      | 25 | 28.9   | 4.78   | 26.91   | 30.86   | 21.30  | 39.40  |  |
|  | 3      | 13 | 32.9   | 4.35   | 30.27   | 35.53   | 24.40  | 40.40  |  |
|  | Σ      | 62 | 27.0   | 5.86   | 25.53   | 28.50   | 17.80  | 40.40  |  |
| Жировая масса тела, кг                           | 1      | 24 | 14.8   | 2.91   | 13.53   | 15.99   | 9.20   | 19.80  | $p_{1-2,3} < 0.001$  |
|  | 2      | 25 | 29.5   | 9.15   | 25.73   | 33.29   | 17.00  | 50.10  |  |
|  | 3      | 13 | 33.8   | 9.54   | 28.01   | 39.54   | 21.40  | 52.50  |  |
|  | Σ      | 62 | 24.7   | 10.95  | 21.92   | 27.48   | 9.20   | 52.50  |  |
| Жировая масса тела, %                            | 1      | 24 | 25.5   | 3.42   | 24.04   | 26.93   | 17.69  | 29.84  | $p_{1-2,3} < 0.001$  |
|  | 2      | 25 | 37.5   | 4.86   | 35.54   | 39.55   | 31.00  | 48.20  |  |
|  | 3      | 13 | 38.2   | 4.74   | 35.33   | 41.06   | 31.47  | 48.13  |  |
|  | Σ      | 62 | 33.0   | 7.39   | 31.14   | 34.89   | 17.69  | 48.20  |  |
| Тощая масса тела, кг                             | 1      | 24 | 42.7   | 4.23   | 40.95   | 44.53   | 34.60  | 49.90  | $p_{1-2,3} \leq 0.001$<br>$p_{2-3} = 0.005$                                      |
|  | 2      | 25 | 48.0   | 5.40   | 45.73   | 50.18   | 37.80  | 57.30  |  |
|  | 3      | 13 | 53.3   | 7.14   | 48.99   | 57.61   | 45.40  | 72.50  |  |
|  | Σ      | 62 | 47.1   | 6.65   | 45.37   | 48.75   | 34.60  | 72.50  |  |
| Активная клеточная масса, кг                     | 1      | 24 | 24.9   | 3.96   | 23.21   | 26.55   | 19.30  | 36.20  | $p_{1-2} = 0.020$<br>$p_{1-3} = 0.009$<br>$p_{1-3} < 0.001$<br>$p_{2-3} = 0.029$ |
|  | 2      | 25 | 27.4   | 3.13   | 26.08   | 28.67   | 22.20  | 33.90  |  |
|  | 3      | 13 | 30.2   | 3.93   | 27.78   | 32.53   | 25.70  | 37.10  |  |
|  | Σ      | 62 | 27.0   | 4.09   | 25.95   | 28.03   | 19.30  | 37.10  |  |
| Активная клеточная масса, %                      | 1      | 24 | 58.1   | 6.00   | 55.60   | 60.67   | 49.40  | 78.40  |  |
|  | 2      | 25 | 57.2   | 2.87   | 55.97   | 58.34   | 51.70  | 62.10  |  |
|  | 3      | 13 | 56.8   | 5.75   | 53.34   | 60.28   | 48.40  | 71.0   |  |
|  | Σ      | 62 | 57.5   | 4.86   | 56.23   | 58.70   | 48.40  | 78.40  |  |
| Скелетно-мышечная масса, кг                      | 1      | 24 | 19.8   | 2.65   | 18.69   | 20.93   | 14.40  | 25.10  | $p_{1-3} = 0.001$<br>$p_{2-3} = 0.043$   |
|  | 2      | 25 | 21.4   | 2.96   | 20.20   | 22.64   | 15.10  | 27.20  |  |
|  | 3      | 13 | 23.6   | 3.88   | 21.24   | 25.93   | 18.00  | 32.30  |  |
|  | Σ      | 62 | 21.3   | 3.32   | 20.41   | 22.10   | 14.40  | 32.30  |  |
| Скелетно-мышечная масса, %                       | 1      | 24 | 85.5   | 20.84  | 76.73   | 94.33   | 43.80  | 119.0  |  |
|  | 2      | 25 | 88.9   | 24.75  | 78.70   | 99.13   | 40.00  | 115.0  |  |
|  | 3      | 13 | 95.3   | 30.29  | 76.97   | 113.57  | 44.60  | 133.0  |  |
|  | Σ      | 62 | 88.9   | 24.46  | 82.73   | 95.15   | 40.00  | 133.0  |  |
| Основной обмен, ккал/сут                         | 1      | 24 | 1384.0 | 99.99  | 1341.78 | 1426.22 | 1226.0 | 1615.0 | $p_{1-2} = 0.002$<br>$p_{1-3} < 0.001$<br>$p_{2-3} = 0.018$                      |
|  | 2      | 25 | 1480.9 | 98.93  | 1440.05 | 1521.71 | 1317.0 | 1686.0 |  |
|  | 3      | 13 | 1568.4 | 124.57 | 1493.11 | 1643.66 | 1427.0 | 1788.0 |  |
|  | Σ      | 62 | 1461.7 | 125.00 | 1429.98 | 1493.47 | 1226.0 | 1788.0 |  |
| Удельный основной обмен, ккал/сут/м <sup>2</sup> | 1      | 24 | 867.6  | 40.70  | 850.39  | 884.76  | 801.4  | 967.2  | $p_{1-3} = 0.002$<br>$p_{2-3} = 0.05$  |
|  | 2      | 25 | 820.0  | 44.72  | 801.50  | 838.42  | 737.9  | 913.3  |  |
|  | 3      | 13 | 832.9  | 73.28  | 788.57  | 877.14  | 711.3  | 965.4  |  |
|  | Σ      | 62 | 841.1  | 54.23  | 827.32  | 854.87  | 711.3  | 967.2  |  |
| Нормированный основной обмен (ОО/ТМТ), ккал/кг   | 1      | 24 | 32.5   | 2.11   | 31.64   | 33.42   | 29.00  | 37.10  | $p_{1-2} = 0.02$<br>$p_{1-3} < 0.001$  |
|  | 2      | 25 | 31.1   | 1.93   | 30.27   | 31.86   | 27.05  | 35.24  |  |
|  | 3      | 13 | 29.7   | 2.58   | 28.11   | 31.23   | 23.81  | 35.09  |  |
|  | Σ      | 62 | 31.3   | 2.37   | 30.73   | 31.94   | 23.81  | 37.10  |  |

Таблица 1. Окончание

| Показатели                   | Группа | n  | M    | SD   | 95% CI |       | Min   | Max   | p   |
|------------------------------|--------|----|------|------|--------|-------|-------|-------|---|
|                              |        |    |      |      |        |       |       |       |   |
| Общая жидкость, кг           | 1      | 24 | 31.3 | 3.10 | 29.97  | 32.59 | 25.30 | 36.50 | $p_{1-2,3} \leq 0.001$<br>$p_{2-3} = 0.005$                 |
|                              | 2      | 25 | 35.1 | 3.96 | 33.47  | 36.73 | 27.60 | 41.90 |   |
|                              | 3      | 13 | 39.0 | 5.24 | 35.85  | 42.18 | 33.20 | 53.10 |   |
|                              | Σ      | 62 | 34.4 | 4.87 | 33.20  | 35.68 | 25.30 | 53.10 |   |
| Внеклеточная жидкость, кг    | 1      | 24 | 12.8 | 1.33 | 12.22  | 13.34 | 10.00 | 15.20 | $p_{1-2,3} < 0.001$<br>$p_{2-3} = 0.025$                    |
|                              | 2      | 25 | 14.9 | 1.95 | 14.09  | 15.70 | 11.30 | 18.20 |   |
|                              | 3      | 13 | 16.3 | 2.03 | 15.05  | 17.50 | 13.40 | 21.40 |   |
|                              | Σ      | 62 | 14.4 | 2.20 | 13.81  | 14.93 | 10.00 | 21.40 |   |
| Внутриклеточная жидкость, кг | 1      | 24 | 18.5 | 1.86 | 17.73  | 19.31 | 15.00 | 21.80 | $p_{1-2} = 0.013$<br>$p_{1-3} < 0.001$<br>$p_{2-3} = 0.002$ |
|                              | 2      | 25 | 20.2 | 2.04 | 19.36  | 21.05 | 16.30 | 24.10 |   |
|                              | 3      | 13 | 22.7 | 3.34 | 20.71  | 24.75 | 19.80 | 31.70 |   |
|                              | Σ      | 62 | 20.1 | 2.76 | 19.38  | 20.78 | 15.00 | 31.70 |   |
| Фазовый угол                 | 1      | 24 | 6.8  | 1.03 | 6.32   | 7.18  | 5.20  | 10.00 |   |
|                              | 2      | 25 | 6.7  | 0.64 | 6.48   | 7.01  | 5.58  | 7.96  |   |
|                              | 3      | 13 | 6.8  | 1.45 | 5.89   | 7.64  | 5.03  | 10.70 |   |
|                              | Σ      | 62 | 6.8  | 0.98 | 6.50   | 7.00  | 5.03  | 10.70 |   |

Примечание: группы: 1 – женщины с пониженным и нормальным количеством жира, 2 – женщины с гиноидным типом ожирения, 3 – женщины с андройдным типом ожирения. Остальные обозначения см. в тексте.

ется период, в течение которого проявления жизнедеятельности более или менее однородны, в первой (29%) и второй (31%) группах у 1/3 женщин наступила менопауза. В третьей группе менопауза наступила у 74% женщин ( $\chi^2 = 7.61$ ,  $df = 2$ ,  $p_{1-3} = 0.022$ ,  $\chi^2 = 5.42$ ,  $df = 1$ ,  $p_{2-3} = 0.020$ ).

Как показало исследование, в группах женщин с повышенным содержанием жира в организме и ожирением был выше процент не только жировой, но и тощей массы тела (табл. 1). Женщин с пониженным и нормальным содержанием жира характеризует меньшая гидратация организма (табл. 1). Уровень основного обмена был выше во второй и третьей группах (табл. 1) на статистически значимом уровне. Возможно, это объясняется тем, что величина активной клеточной массы тела выше в этих группах (табл. 1) и связана сильной функциональной связью с показателем основного обмена ( $r = 0.935$ ,  $p < 0.001$ ). Однако же удельный основной обмен (отношение ОО к площади поверхности тела) ниже у женщин второй и третьей групп (табл. 1). Нормирование по параметрам состава тела позволяет даже в пределах одной половозрастной группы сравнивать энерготраты у лиц с различными антропометрическими характеристиками. Величина нормированного основного обмена (на кг ТМТ) ста-

тистически значимо снижалась от первой группы к третьей (табл. 1).

Показатели ВСП и центральной гемодинамики частично носили нормальный характер. Спектральные показатели частично не подчинялись закону нормального распределения признака ( $p < 0.05$ ) (табл. 2). Показатели статистического анализа ВРС не имели статистически значимых различий.

По результатам спектрального анализа ВРС выявлены изменения частотных составляющих колебаний ритма сердца. При сравнении спектральных показателей ВРС в третьей группе выявлено (табл. 2) возрастание мощности колебаний кардиоритма высокочастотной составляющей HF (мс<sup>2</sup>) на статистически значимом уровне, понижено соотношение LF/HF (табл. 2), что свидетельствует об увеличении парасимпатического компонента ВСП [16]. Величина коэффициента симпато-вагального баланса LF/HF (табл. 2) во второй и третьей группах свидетельствует о преобладании парасимпатических влияний (<1.5) на деятельность сердца, в первой – на баланс симпатических и парасимпатических влияний (1.5–2.0) [16]. Комплексная оценка показателей (согласно протоколу исследования) ВРС показала, что от первой группы к третьей увеличивался процент

лиц с преобладанием парасимпатических влияний на ритм сердца (рис. 1) (1 группа – 36%,  $n = 9$ ; 2 группа – 56%,  $n = 14$ , 3 группа – 74%,  $n = 10$ ). Выявленные различия между первой и третьей группами были статистически значимыми ( $\chi^2 = 3.826$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.050$ ). Преобладание парасимпатических влияний на ритм сердца в третьей группе проявилось уменьшением ЧСС (табл. 2).

Вероятность преобладания ваготонии в регуляции ритма сердца у лиц с повышенным содержанием жира и ожирением в 1.7 раза выше ( $R = 1.7$ ,  $\chi^2 = 5.86$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.016$ ), чем у лиц с преобладанием симпатических влияний на ВРС или с балансом симпатических и парасимпатических влияний.

Сердечно-сосудистая система реагирует на изменения внешней и внутренней среды организма, являясь чувствительным индикатором адаптационной деятельности организма человека [17]. Для лиц с избыточной массой тела характерны повышенные энергетические затраты организма, что проявляется такими симптомами как повышение артериального давления, повышение локальной или общей температуры тела, интенсивное дыхание (одышка) [18]. Между дыхательной и сердечно-сосудистой системами наблюдается тесная взаимосвязь, обусловленная тем, что регуляция и кровообращения, и дыхания направлена на поддержание постоянства регулируемых констант: парциального давления кислорода, углекислого газа и рН крови в соответствии с метаболическими потребностями организма [19]. Исследование Н.Е. Кушковой и А.П. Спицина продемонстрировало взаимосвязь между частотой дыхания и особенностями ВРС [20]. Авторы [20] показали, что у лиц молодого возраста с высокой частотой дыхания (более 16 цикл./мин) имело место повышение выраженности высокой частоты (HF) в структуре сердечного ритма по сравнению с группой лиц с низкой частотой дыхания. Величина коэффициента симпато-вагального баланса  $LF/HF$  (0.74) в группе с высокой частотой дыхания свидетельствовала о преобладании парасимпатических влияний на деятельность сердца [21]. Показан наибольший процент лиц с преобладанием парасимпатического компонента ВРС в группе женщин с андронидным типом ожирения. Известно, что абдоминальное отложение жира более интенсивно влияет на функцию дыхательной системы посредством механических факторов и нарушения обменных процессов вследствие ожирения [14].

Таким образом, результаты изучения ВРС показали, что при повышении количества жировой массы тела, в состоянии вегетативного статуса

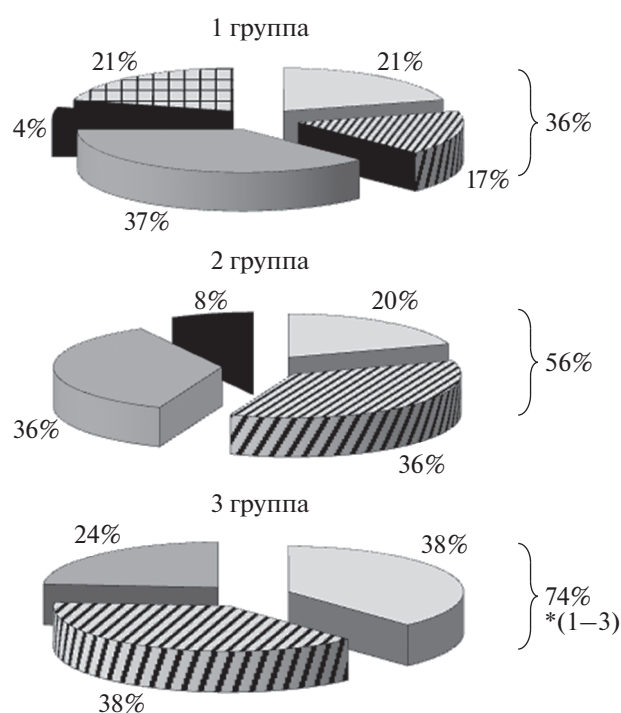


Рис. 1. Распределение обследованных женщин в зависимости от влияния различных отделов вегетативной нервной системы на вариабельность ритма сердца.

□ – ваготония, ▨ – относительная ваготония, ▩ – баланс симпатической-парасимпатической нервной систем, ■ – относительная симпатикотония, ▧ – симпатикотония. Обозначения групп см. табл. 1.

преобладает парасимпатическое звено. Значение тонуса блуждающего нерва заключается, прежде всего, в том, что благодаря его наличию сердце обладает большим резервом для усиления своей деятельности при возрастании активности организма. Умеренное преобладание парасимпатических влияний является одним из факторов индивидуальной устойчивости здорового организма к возникновению поражений сердечно-сосудистой системы в условиях эмоционального напряжения [18]. Гипотеза об изменении симпато-вагального баланса, детерминированного количеством туловищного жира, у здоровых людей находит подтверждение в работах, показывающих достоверную отрицательную коррелятивную связь между показателем  $LF/HF$  и процентным содержанием жировой массы [9], что и подтвердилось в нашей работе ( $r_{LF/HF-жмт} = -0.282$ ,  $p = 0.037$ ).

Результаты, касающиеся доли лиц менопаузального периода в структуре групп, отражают закономерности нарастания содержания жировой ткани в организме женщин в динамике онтогенеза. Известно, что у большинства женщин уже к началу периода пожилого возраста закономерно

Таблица 2. Показатели вариабельности сердечного ритма у женщин с различным содержанием жира в организме

| Показатели | Группа | n    | M      | SD      | 95% CI |         | Min    | Max     | p |
|------------|--------|------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|---|
|            |        |      |        |         |        |         |        |         |   |
| ЧСС        | 1      | 24   | 69.5   | 9.34    | 65.55  | 73.44   | 50.70  | 92.90   |   |
|            | 2      | 25   | 68.5   | 9.87    | 64.38  | 72.53   | 54.80  | 94.50   |   |
|            | 3      | 13   | 64.8   | 6.14    | 61.13  | 68.56   | 50.70  | 73.80   |   |
|            | Σ      | 62   | 68.1   | 9.04    | 65.80  | 70.40   | 50.70  | 94.50   |   |
| RRNN       | 1      | 24   | 877.9  | 114.40  | 829.57 | 926.18  | 646.00 | 1183.00 |   |
|            | 2      | 25   | 859.9  | 197.30  | 778.48 | 941.36  | 94.00  | 1095.00 |   |
|            | 3      | 13   | 871.1  | 250.82  | 719.51 | 1022.64 | 98.00  | 1183.00 |   |
|            | Σ      | 62   | 869.2  | 180.81  | 823.29 | 915.13  | 94.00  | 1183.00 |   |
| SDNN       | 1      | 24   | 60.0   | 27.78   | 48.23  | 71.69   | 24.00  | 135.00  |   |
|            | 2      | 25   | 64.7   | 35.61   | 49.98  | 79.38   | 22.00  | 136.00  |   |
|            | 3      | 13   | 72.8   | 56.46   | 38.65  | 106.89  | 16.00  | 189.00  |   |
|            | Σ      | 62   | 64.5   | 37.94   | 54.91  | 74.18   | 16.00  | 189.00  |   |
| RMSD       | 1      | 24   | 55.8   | 48.12   | 35.51  | 76.15   | 15.00  | 203.00  |   |
|            |        |      | Me     |         | Q25    | Q75     |        |         |   |
|            | 2      | 25   | 76.6   |         | 42.5   | 78.8    | 18.00  | 204.00  |   |
|            | 3      | 13   | 105.1  | 95.38   | 47.44  | 162.72  | 16.00  | 297.00  |   |
| Σ          | 62     | 71.0 | 67.41  | 53.87   | 88.10  | 15.00   | 297.00 |         |   |
| PNN50      | 1      | 24   | 16.7   | 16.17   | 9.84   | 23.50   | 0.30   | 56.80   |   |
|            | 2      | 25   | 14.4   | 13.47   | 8.81   | 19.93   | 0.70   | 36.50   |   |
|            | 3      | 13   | 29.0   | 27.18   | 12.61  | 45.46   | 0.00   | 88.40   |   |
|            | Σ      | 62   | 18.3   | 18.63   | 13.60  | 23.07   | 0.00   | 88.40   |   |
| CV         | 1      | 24   | 7.0    | 3.41    | 5.56   | 8.44    | 2.67   | 14.91   |   |
|            | 2      | 25   | 7.4    | 4.03    | 5.71   | 9.04    | 2.26   | 14.94   |   |
|            | 3      | 13   | 8.6    | 5.46    | 5.29   | 11.89   | 2.38   | 16.00   |   |
|            | Σ      | 62   | 7.5    | 4.12    | 6.44   | 8.53    | 2.26   | 16.00   |   |
| VLF        | 1      | 24   | 1288.4 | 1242.21 | 763.88 | 1812.96 | 0.00   | 4422.00 |   |
|            | 2      | 25   | 1168.6 | 1621.43 | 499.31 | 1837.89 | 0.00   | 7747.00 |   |
|            | 3      | 13   | 833.8  | 866.59  | 310.17 | 1357.52 | 0.00   | 2556.00 |   |
|            | Σ      | 62   | 1144.8 | 1338.98 | 804.75 | 1484.83 | 0.00   | 7747.00 |   |
| VLF%       | 1      | 24   | 39.9   | 23.05   | 30.54  | 101.02  | 0.00   | 80.70   |   |
|            | 2      | 25   | 33.4   | 25.50   | 23.20  | 79.80   | 0.00   | 92.60   |   |
|            | 3      | 13   | 31.2   | 26.91   | 16.25  | 63.70   | 0.00   | 81.60   |   |
|            | Σ      | 62   | 35.5   | 24.65   | 29.21  | 93.88   | 0.00   | 92.60   |   |
| LF         | 1      | 24   | 1049.2 | 888.49  | 674.04 | 1424.40 | 7.28   | 3687.00 |   |
|            | 2      | 25   | 1144.3 | 1087.96 | 695.19 | 1593.37 | 110.00 | 4412.00 |   |
|            | 3      | 13   | 1438.7 | 1544.24 | 505.52 | 2371.87 | 63.00  | 4868.00 |   |
|            | Σ      | 62   | 1169.2 | 1119.76 | 884.85 | 1453.58 | 7.28   | 4868.00 |   |

Таблица 2. Окончание

| Показатели | Группа | n  | M      | SD      | 95% CI  |          | Min    | Max      | p  |
|------------|--------|----|--------|---------|---------|----------|--------|----------|--|
|            |        |    |        |         |         |          |        |          |  |
| LF%        | 1      | 24 | 28.5   | 15.05   | 22.40   | 73.33    | 10.30  | 59.10    |  |
|            | 2      | 25 | 26.1   | 14.80   | 20.16   | 66.41    | 4.50   | 55.20    |  |
|            | 3      | 13 | 20.1   | 10.59   | 14.17   | 48.38    | 11.50  | 41.90    |  |
|            | Σ      | 62 | 25.9   | 14.29   | 22.25   | 70.38    | 4.50   | 59.10    |  |
| HF         |        |    | Me     |         | Q25     | Q75      |        |          | p <sub>1-3</sub> = 0.016<br>p <sub>2-3</sub> = 0.029 |
|            | 1      | 24 | 556.5  |         | 292.3   | 1422.8   | 122.00 | 14615.00 |  |
|            | 2      | 25 | 3212.6 |         | 313.0   | 1675.8   | 14.27  | 13912.00 |  |
|            | 3      | 13 | 6235.6 | 8289.62 | 1226.25 | 11244.98 | 69.00  | 25961.00 |  |
|            | Σ      | 62 | 2949.4 | 5353.64 | 1589.87 | 4309.01  | 14.27  | 25961.00 |  |
| HF%        | 1      | 24 | 31.5   | 25.16   | 21.25   | 74.01    | 4.60   | 88.60    |  |
|            | 2      | 25 | 40.5   | 25.78   | 30.20   | 100.90   | 2.90   | 88.10    |  |
|            | 3      | 13 | 48.8   | 28.12   | 33.13   | 115.00   | 6.40   | 88.50    |  |
|            | Σ      | 62 | 38.7   | 26.27   | 32.02   | 102.71   | 2.90   | 88.60    |  |
| LF/HF      | 1      | 24 | 1.6    | 1.23    | 1.08    | 3.75     | 0.13   | 4.29     | p <sub>1-3</sub> = 0.043<br>p <sub>2-3</sub> = 0.014 |
|            | 2      | 25 | 1.0    | 0.75    | 0.68    | 2.35     | 0.13   | 3.20     |  |
|            | 3      | 13 | 0.7    | 0.57    | 0.34    | 1.33     | 0.13   | 1.85     |  |
|            | Σ      | 62 | 1.1    | 0.99    | 0.90    | 2.94     | 0.13   | 4.29     |  |
| TP         | 1      | 24 | 4208.5 | 4120.66 | 2468.54 | 5948.54  | 570.00 | 16498.00 |  |
|            | 2      | 25 | 5185.7 | 5129.45 | 3068.39 | 7303.05  | 482.00 | 16222.00 |  |
|            | 3      | 13 | 8508.2 | 9753.13 | 2614.39 | 14401.91 | 482.00 | 32533.00 |  |
|            | Σ      | 62 | 5504.1 | 6171.89 | 3936.73 | 7071.46  | 482.00 | 32533.00 |  |

Примечание: обозначения см. табл. 1.

будет развиваться андронидный тип ожирения [21]. В постменопаузальном периоде на фоне развивающегося дефицита эстрогенов у женщин жировая ткань становится единственным источником эстрогенов [22]. *N. Hetemäki et al.* [23] показали, что концентрация эстрогена была выше в висцеральной, чем подкожной жировой ткани, однако эстрадиол из эстрогена производился более эффективно в подкожной жировой ткани. Производство эстрадиола в висцеральном жировом депо увеличивалось по мере прогрессирования ожирения, с увеличением показателя окружности талии. Хотя оба типа жировой ткани способны продуцировать активные эстрогены, увеличение ожирения связано как с увеличением концентрации эстрогена, так и с продуцированием эстрадиола в висцеральной жировой ткани [23]. Эндокринная активность жировой ткани оказывает влияние на гормональный статус в период менопаузы и сглаживает связанные с ней неблагоприятные изменения в различных системах организма.

Выявленные нами особенности ВРС у практически здоровых женщин с повышенным содержанием висцерального жира в организме косвенно

говорят о влиянии эстрогенов на нервную регуляцию ритма сердца. *S.G. Yang et al.* [24] показали увеличение вклада низкочастотной (LF%) мощности спектра и уменьшение высокочастотной (HF) мощности у женщин в постменопаузе по сравнению с женщинами в пременопаузе [24]. Заместительная гормонотерапия эстрогенами, но не комбинированными препаратами, включающими эстроген и прогестерон, значительно увеличивала значение показателя HF, уменьшала значение показателя LF% и, соответственно, уменьшала отношение LF/HF [24]. Это согласуется с полученными нами данными, так как в третьей группе показатель LF/HF был ниже, а HF – выше по сравнению с первой и второй группами (табл. 2).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ВРС у женщин второго периода зрелого возраста с повышенным содержанием жира в организме и ожирением характеризуется усилением парасимпатического компонента автономной нервной системы в регуляции ритма сердца. В связи с неоднозначностью особенностей регуляции ВРС у лиц с избыточной массой тела в работах различ-

ных авторов, а также для уточнения прогностических критериев ВРС необходимы дальнейшие исследования в различных возрастных группах населения обязательно с учетом пола испытуемых, включая изучение взаимосвязи ВРС с параметрами дыхания.

**Этические нормы.** Все исследования проведены в соответствии с принципами биомедицинской этики, сформулированными в Хельсинкской декларации 1964 г. и ее последующих обновлениях, и одобрены локальным биоэтическим комитетом “Алтайского государственного университета” (Барнаул).

**Информированное согласие.** Каждый участник исследования представил добровольное письменное информированное согласие, подписанное им после разъяснения ему потенциальных рисков и преимуществ, а также характера предстоящего исследования.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией данной статьи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбань В.В., Черноглазов К.С. Особенности вариабельности ритма сердца у молодых людей, ассоциированные с массой тела // Кубанский научный медицинский вестник. 2015. № 4(153). С. 63.
2. Шугушев Х.Х., Василенко В.М., Балаева Т.Б. Нарушения ритма сердца и электрокардиологические показатели у больных с артериальной гипертонией и метаболическим синдромом // Российский кардиологический журн. 2011. № 1(87). С. 40.
3. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В. и др. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) // Вестник аритмологии. 2001. № 24. С. 65.
4. Лунина Е.Ю., Петрухин И.С. Диагностическая ценность спектрального анализа вариабельности ритма сердца для выявления кардиальной автономной нейропатии при сахарном диабете II типа // Российский кардиологический журн. 2012. № 3. С. 42.
5. Герус А.Ю., Флейшман А.Н. Особенности вариабельности ритма сердца у больных с сахарным диабетом 2 типа // Вестник НГУ. Серия: Биология, клиническая медицина. 2010. № 1. С. 96.
6. Хапалюк А.В., Подобед В.М., Кузьменко А.Т., Слипченко Э.Г. Вариабельность сердечного ритма у больных с метаболическим синдромом // Проблемы здоровья и экологии. 2005. № 1. С. 90.
7. Baum P., Petroff D., Classen J. et al. Dysfunction of autonomic nervous system in childhood obesity: a cross-sectional study // PLoS One. 2013. № 1. P. 545.
8. Brydon L. Adiposity, leptin and stress reactivity in humans // Biol. Psychol. 2011. № 2. P. 114.
9. Millis R.M., Austin R.E., Hatcher M.D. et al. Association of body fat percentage and heart rate variability measures of sympathovagal balance // Life Sci. 2010. V. 86. № 5–6. P. 153.
10. Кратнов А.Е., Якимова А.В., Силкина Е.Е. Вариабельность ритма сердца у мужчин с метаболическим синдромом // Кардиология. 2013. № 1. С. 15.
11. Наумова В.В., Земцова Е.С. Особенности медленных колебаний гемодинамики у мужчин и женщин // Физиология человека. 2009. Т. 35. № 5. С. 47.
12. Vaccarino V., Parsons L., Every N.R. et al. For the National Registry of Myocardial Infarction 2 Participants. Sex-based differences in early mortality after myocardial infarction // N. Engl. J. Med. 1999. V. 341. P. 217.
13. Терещенко С.Н., Жиров И.В. Хроническая сердечная недостаточность у женщин // Журнал сердечной недостаточности. 2008. Т. 9. № 6(50). С. 295.
14. Кологривова И.В., Винницкая И.В., Кошельская О.А., Сулова Т.Е. Висцеральное ожирение и кардиометаболический риск: особенности гормональной и иммунной регуляции // Ожирение и метаболизм. 2017. Т. 14. № 3. С. 3.
15. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. Geneva, World Health organization, 2000 (WHO technical Report series, № 894).
16. Хлынова О.В., Качина А.А., Туев А.В. Вариабельность ритма сердца у больных гастроэзофагиальной рефлюксной болезнью и ожирением // Здоровье семьи – 21 в. 2013. № 1. С. 235.
17. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.: Медицина, 1997. 265 с.
18. Ошакбаев К.П., Дукенбаева Б.А. Современная эпидемия ожирения: причины, механизмы, физиология всасывания избыточной пищи: систематический обзор // Клиническая медицина Казахстана. 2016. № 4. С. 12.
19. Фельдман Г.Л., Воронова Н.В. Физиологические аспекты валеологии (на примере исследования обеспечения тканей кислородом) // Валеология. 1996. № 2. С. 45.
20. Кушкова Н.Е., Спицин А.П. Показатели функционирования кардиореспираторной системы у студентов медицинского вуза // Экология человека. 2007. № 10. С. 33.
21. Пинхасов Б.Б., Селятицкая В.Г., Карапетян А.Р. и др. Возрастная зависимость ассоциации метаболического синдрома с типами ожирения у женщин // Успехи геронтолог. 2012. Т. 25. № 4. С. 617.
22. Phillips G.B., Jing T., Heysfield S.B. Does insulin resistance, visceral adiposity, or a sex hormone alteration underlie the metabolic syndrome? Studies in women // Metabolism. 2008. V. 57. № 6. P. 838.
23. Hetemäki N., Savolainen-Peltonen H., Tikkanen M.J. et al. Estrogen Metabolism in Abdominal Subcutaneous and Visceral Adipose Tissue in Postmenopausal Women // The J. Clinical Endocrinology & Metabolism. 2017. V. 102. № 12. P. 4588.
24. Yang S.G., Mlček M., Kittnar O. Estrogen can modulate menopausal women’s heart rate variability // Physiol Res. 2013. V. 62. № 1. P. 165.



## Features of the Cardiac Rhythm Variability in Women of the Second Period of Adulthood Associated with the Body Weight

O. V. Filatova<sup>a, \*</sup>, S. S. Polovinkin<sup>a</sup>, I. N. Tomilova<sup>a</sup>, E. I. Baklanova<sup>a</sup>, and I. O. Plyasova<sup>a</sup>

<sup>a</sup>*Altai State University, Barnaul, Russia*

<sup>\*</sup>*E-mail: ol-fil@mail.ru*

We analyzed the spectral parameters of cardiac rhythm variability, systolic and diastolic blood pressure in practically healthy female patients of the second period of adulthood. We estimated the mean values of circulatory parameters, the total spectrum power (TP), the absolute and relative values of the wave power in very low-frequency (VLF, VLF%), low-frequency (LF, LF%) and high-frequency (HF, HF%) ranges of the spectrum. The cardiac rhythm variability in the women of the second period of adulthood with an increased fat mass in the body and obesity is characterized by an increase in the parasympathetic component of the autonomic nervous system. The increase in parasympathetic activity was associated with a decrease in heart rate in the group of women with abdominal obesity. A statistically significant negative correlation was found between the LF/HF index and the fat mass.

*Keywords:* the variability of cardiac rhythm, the obesity, the sympathovagal balance.