

## Структурно-функциональные характеристики здорового сердца и их взаимосвязи с вегетативной регуляцией сердечного ритма

Е.М. Хурс\*, А.В. Поддубная

ГОУ ВПО Уральская государственная медицинская академия Росздрава. Екатеринбург, Россия

## Structural and functional characteristics of healthy heart and their interrelations with vegetative heart regulation

E.M. Khurs\*, A.V. Poddubnaya

Ural State Medical Academy. Yekaterinburg, Russia

**Цель.** Поиск комплексного подхода к оценке структурно-геометрических особенностей здорового сердца и его вегетативной регуляции, разработка нормативных значений количественных индексов ремоделирования левого желудочка (ЛЖ).

**Материал и методы.** Исследованы 106 здоровых лиц в возрасте  $33,15 \pm 10,26$  года (47 мужчин, 59 женщин) без сердечно-сосудистой патологии. Всем пациентам проведена трансторакальная эхокардиография (ЭхоКГ) с расчетом индексов ремоделирования ЛЖ, исследование variability ритма сердца при суточном мониторингировании ЭКГ.

**Результаты.** Предложена методика исследования процессов ремоделирования на основе ЭхоКГ, приводятся установленные нормативные показатели для индексов ремоделирования и их гендерные особенности. Установлен ряд гендерных отличий в структуре и геометрии ЛЖ и вегетативной регуляции работы сердца.

**Заключение.** Результаты исследования предлагаются к использованию в работах по изучению адаптивного и дезадаптивного ремоделирования сердца и его вегетативной регуляции.

**Ключевые слова:** ремоделирование сердца, variability ритма сердца

**Aim.** To outline the complex approach to the assessment of healthy heart structure, geometry, and vegetative regulation; to specify the normative criteria for quantitative indices of left ventricular (LV) remodelling.

**Material and methods.** The study included 106 healthy people, aged  $33,15 \pm 10,26$  years (47 men, 59 women), without cardiovascular disease. All participants underwent transthoracic echocardiography (EchoCG), with LV remodelling index calculation, and 24-hour ECG monitoring with heart rate variability assessment.

**Results.** The methodology for EchoCG assessment of remodelling process was developed, and the gender-specific normative values for remodelling indices were identified. Gender differences in LV structure, geometry, and vegetative heart regulation were observed.

**Conclusion.** The results obtained could be used in further research on adaptive and pathological heart remodelling and vegetative heart regulation.

**Key words:** Cardiac remodelling, heart rate variability.

В медицине норма — это условие здоровья и/или здоровье [1], причем определение нормы достаточно вариабельно. Следовательно, для того, чтобы судить об отклонении от нормы (о патологии), необходимо определить ее границы. Особые важность и трудность разграничения нормы и патологии обнаруживаются при ранней диагностике заболеваний сердца.

В норме стенки желудочков образованы слоями волокон миокарда, выходящих вокруг полости желудочков подобно слоям ткани в турецкой чалме. Строение проводящей системы сердца и кровоснабжающих ее сосудов также представляет собой довольно сложную и вариабельную систему [2]. Неоднородность структуры сердца предусмотрена природой, т. е. “природно целесообразна”, как, веро-

© Коллектив авторов, 2010

e-mail: lmk@olympus.ru,

Факс: (343)369-62-32,

Тел.: +7 912 241 86 52

[Хурс Е.М. (\*контактное письмо) — доцент кафедры внутренних болезней № 1, Поддубная А.В. — ассистент этой же кафедры]

ятно, и существующие возрастные, половые и расовые особенности строения нормального сердца.

В последние десятилетия активно изучаются процессы ремоделирования сердца, сопряженные с патологическими состояниями: артериальной гипертензией (АГ) [3–5], ишемической болезнью сердца (ИБС) и острым инфарктом миокарда (ОИМ) [6,7], метаболическим синдромом (МС) [8–10], другими заболеваниями сердца и экстракардиальными влияниями [11,12], включая медикаментозные [13,14]. Для количественной оценки структуры и функционирования сердца используются различные методы исследований, в т.ч. такие дорогостоящие и трудоемкие, как компьютерная спиральная томография [15], вентрикулография с исследованием региональной сократимости левого желудочка (ЛЖ) [16], трехмерная ультразвуковая реконструкция ЛЖ с применением регионального анализа и др. Однако среди всех методов оценки структуры, систолической и диастолической функции сердца лидирующим является эхокардиография (ЭхоКГ) — самый доступный клинической практике и обладающий достаточной чувствительностью и специфичностью.

В начале 80-х гг. были определены нормативы ЭхоКГ-показателей, использующихся до настоящего времени: фракция выброса (ФВ) для оценки систолической функции, параметры диастолической функции ЛЖ, масса миокарда ЛЖ (ММЛЖ) и ее индексы, относительная толщина стенок (ОТС) ЛЖ и др. [3,4]. К настоящему времени для количественной оценки ремоделирования сердца предложено множество дополнительных показателей, рассчитанных на основе ЭхоКГ-индексов, которые характеризуют сферичность ЛЖ — индексы сферичности в систолу и диастолу (ИСс, ИСд), жесткость и напряжение стенки ЛЖ — конечно-диастолическое давление и напряжение стенки ЛЖ (КДД, КДНС), миокардиальный стресс в систолу и диастолу (МСс, МСд), индексы ремоделирования в систолу и диастолу (ИСИР, ИДИР), а также расчетные показатели, которые характеризуют сократительную функцию ЛЖ с позиций его геометрии (ФВ/МСс, ФВ/МСд) и отражают степень (ст.) участия дилатации полости ЛЖ в процессе компенсации при прогрессировании хронической сердечной недостаточности (ХСН) (МСс/КСОИ, МСд/КДОИ) [17]. В то же время, обращает на себя внимание тот факт, что данных о диапазоне нормативных значений этих показателей у здоровых лиц в доступной литературе не встретилось. Также отсутствуют результаты изучения взаимосвязи параметров ремоделирования сердца и вариабельности ритма сердца (ВРС).

Цель исследования — разработать комплексный подход к оценке структурно-геометрических особенностей здорового сердца и его вегетативной регуляции, определить нормативные значения количественных показателей ремоделирования сердца и их взаимосвязь с другими показателями функционирования

сердечно-сосудистой системы практически здоровых мужчин и женщин зрелого возраста.

## Материал и методы

Исследованы 106 здоровых лиц, средний возраст  $33,15 \pm 10,26$  года (47 мужчин, 59 женщин). Критериями исключения были заболевания сердечно-сосудистой, эндокринной систем, бронхолегочная патология, заболевания желудочно-кишечного тракта, мочеполовой системы и клинико-инструментальные проявления вегетативных нарушений. Не включали в исследование лиц < 20 и > 50 лет.

Всем исследованным лицам проведена трансторакальная ЭхоКГ (на аппарате “Aloka 4000”, Япония) с параллельным измерением артериального давления (АД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС). Измерения размеров ЛЖ проводились в положении лежа на левом боку после 5-минутного отдыха, в соответствии с рекомендациями Американского общества специалистов по ЭхоКГ [18]. ММЛЖ и ее индексы (ММЛЖ индексируемая к площади поверхности тела — ИММЛЖ; ММЛЖ индексируемая к росту<sup>2,7</sup> — ИММЛЖ/р<sup>2,7</sup>, ОТС и индексируемые конечно-диастолический, конечно-систолический, ударный объемы ЛЖ (КДОИ, КСОИ, УОИ) рассчитывались стандартными методами [19–22]. Помимо этого рассчитывались МСс и МСд, ИСс и ИСд, ИСИР и ИДИР по формулам:  $МСс = 0,98 \times 0,334 \times КСР \times САД / ТЗС \text{ ЛЖс} \times [1 + (ТЗС \text{ ЛЖс} / КСР)]$  и  $МСд = 0,98 \times 0,334 \times КДР \times ДАД / ТЗС \text{ ЛЖд} \times [1 + (ТЗС \text{ ЛЖд} / КДР)]$ , где ТЗС ЛЖс и ТЗС ЛЖд — толщина задней стенки ЛЖ в систолу и диастолу, соответственно;  $ИСс = КСР / Нс$  и  $ИСд = КДР / Нд$ , где Нс — высота ЛЖ в систолу, Нд — высота ЛЖ в диастолу;  $ИСИР = ФВ / ИСд$ ,  $ИДИР = DecT / ИСд$ . КДД и КДНС ЛЖ рассчитывались по формулам:  $КДД = 1,06 + 15,15 \times (Ai \times ET_A / Ei \times ET_E)$ ,  $КДНС = КДД \times КДР / 4 \times ТЗС \text{ ЛЖд}$ , где Ai и Ei — интегральные скорости A и E пиков трансмитрального кровотока, ET<sub>A</sub> и ET<sub>E</sub> — время изгнания A и E, соответственно. Также рассчитывались показатели, характеризующие адекватность систолической функции при данной геометрии ЛЖ — ФВ/МСс и ФВ/МСд и степень участия дилатации полости ЛЖ в процессе компенсации его насосной функции — МСс/КСОИ и МСд/КДОИ. Диастолическая функция оценивалась согласно рекомендациям Американского общества специалистов по ЭхоКГ [23].

Всем пациентам проводилось суточное мониторирование (СМ) АД и электрокардиограмма (ЭКГ) с оценкой параметров гемодинамики и ВРС (“CardioTens-01”, Венгрия) на основании Американских рекомендаций по оценке ВРС [24]: SDNN (мс) — стандартное отклонение от средней длительности всех синусовых интервалов R-R за период записи, выбранной для анализа; SDANN (мс) — стандартное отклонение средних значений интервалов R-R, вычисленных по 5-минутным промежуткам за период записи, выбранной для анализа; SDNN index (мс) — среднее значение стандартных отклонений интервалов R-R, вычисленных по 5-минутным промежуткам за период записи, выбранной для анализа; rMSSD (мс) — среднее квадратичное различие между продолжительностью соседних синусовых интервалов R-R за период записи, выбранной для анализа; pNN50 — количество пар соседних интервалов R-R, различающихся более чем на 50 мс за весь период записи.

Были также исследованы спектральные показатели: TP — Total Power (мс<sup>2</sup>) — общая мощность колебаний ЧСС в диапазоне от 0,005 до 0,8 Гц; LF — Low Frequency (мс<sup>2</sup>) — мощность колебаний ЧСС в низкочастотном диапазоне

Таблица 1

## Характеристика обследованных (n = 106)

|                        |                                |
|------------------------|--------------------------------|
| Пол                    | Муж 47 (44 %)<br>Жен 59 (56 %) |
| Возраст, лет           | 33,15±10,2                     |
| Рост, см               | 166,41±8,34                    |
| Вес, кг                | 62,03±12,09                    |
| ИМТ, кг/м <sup>2</sup> | 22,36±3,36                     |
| ОТ, см                 | 73,02±11,35                    |
| САД, мм рт.ст.         | 119,75±10,7                    |
| ДАД, мм рт.ст.         | 74,95±7,57                     |
| ЧСС, уд/мин            | 70,42±11,95                    |
| ФВ, %                  | 68,63±4,69                     |
| ОХС, моль/л            | 4,84±0,65                      |

Примечание: ИМТ — индекс массы тела, ОХС — общий холестерин.

Таблица 2

## Характеристики здорового сердца в норме по данным литературы и в исследованной группе

| Нормативные значения по данным литературы [18,19,21,23] |                         | Значения показателей у обследованных |
|---------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| КДО, мл                                                 | 50 - 147                | 98,67±21,49                          |
| КСО, мл                                                 | 26 — 69                 | 32,00±10,82                          |
| УО, мл                                                  | 40 - 130                | 67,08±16,55                          |
| Нс, мм                                                  | -                       | 60,20±6,68                           |
| Нд, мм                                                  | -                       | 71,21±7,35                           |
| КСР, мм                                                 | 22 — 40                 | 28,79±4,43                           |
| КДР, мм                                                 | 35 — 55                 | 46,05±4,68                           |
| ФВ, %                                                   | 55-80                   | 68,63±                               |
| МЖПд, мм                                                | 6-11                    | 7,87±1,14                            |
| ТЗС ЛЖд, мм                                             | 10-16                   | 8,06±1,12                            |
| ТЗС ЛЖс, мм                                             | 8-11                    | 13,7±1,62                            |
| Еi, м/с                                                 | 0,86±0,16               | 0,8±0,16                             |
| Ai, м/с                                                 | 0,56±0,13               | 0,56±0,13                            |
| ЕТе, мс                                                 | -                       | 225,33±38,54                         |
| ЕТа, мс                                                 | 127± 13 (101-153)       | 141,37±21,12                         |
| IVRT, мс                                                | 67 ± 8 (51-83)          | 66,54±10,02                          |
| DecT, мс                                                | 166 ± 14 (138-194)      | 189,59±36,18                         |
| Е/А                                                     | 1,53 ± 0,40 (0,73-2,33) | 1,5±0,41                             |
| ММЛЖ, г                                                 | 67-224                  | 148,73 ±40,38                        |
| ИММЛЖ, г/м <sup>2</sup>                                 | 43-115                  | 108,73±29,99                         |
| ИММЛЖр, г/м <sup>2,7</sup>                              | 18-48                   | 53,39±11,66                          |
| ОТС                                                     | 0,22-0,42               | 0,35±0,05                            |
| КДОИ                                                    | 55-73                   | 72,06±17,58                          |
| КСОИ                                                    | 23-38                   | 23,36±8,14                           |
| УОИ                                                     | 32-45                   | 48,99±13,26                          |

от 0,05 до 0,15 Гц; HF — High Frequency (мс<sup>2</sup>) — мощность колебаний ЧСС в высокочастотном диапазоне от 0,15 до 0,4 Гц и их соотношение LF/HF.

Также все пациенты проходили минимальный объем скринингового исследования, включавшего ЭКГ, флюорографию, ультразвуковое исследование брюшной полости, щитовидной железы, почек, лабораторные анализы: общие анализы крови и мочи, исследование липидного спектра, ТТГ, печеночных ферментов, креатинина, глюкозы плазмы, мочевой кислоты, калия, кальция).

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием компьютерной программы Statistica for Windows 6.0 (StatSoft Inc., США), Microsoft Office Excel, 2003. Применяли непараметрические методы статистической обработки данных, проводили пошаговый мно-

гофакторный регрессионный анализ. Приведены медианы, 25 и 75 процентиля. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## Результаты и обсуждение

При исследовании процессов ремоделирования сердца на основе ЭхоКГ различными исследователями используются индексы, характеризующие форму полости ЛЖ, его геометрию, напряжение стенки, параметры сократительной и диастолической функции [3,4,17]. Единообразного подхода к методике анализа структурно-геометрических и функциональных характеристик сердца не принято; вегетативные влияния на сердце не учитывают-

Таблица 3

Параметры ремоделирования ЛЖ сердца практически здоровых лиц

| Параметр                  | Значение в исследованной группе |               |               |              |              |
|---------------------------|---------------------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
|                           | Медиана                         | 25 перцентиль | 75 перцентиль | Min значение | Max значение |
| ИСс                       | 0,47                            | 0,43          | 0,52          | 0,33         | 1,18         |
| ИСд                       | 0,64                            | 0,6           | 0,7           | 0,5          | 0,9          |
| МСс, дин/см <sup>2</sup>  | 121,58                          | 112,61        | 130,46        | 81,58        | 205,58       |
| МСд, дин/см <sup>2</sup>  | 154,61                          | 138,46        | 175,82        | 80,19        | 211,54       |
| КДД, мм рт.ст             | 7,93                            | 6,39          | 9,02          | 3,43         | 25           |
| КДНС, дин/см <sup>2</sup> | 7,05                            | 3,19          | 20,57         | 5,53         | 8,84         |
| ИСИР                      | 103,84                          | 97,09         | 116,07        | 76,71        | 142,12       |
| ИДИР                      | 291,23                          | 257,25        | 332,81        | 143,41       | 598,21       |
| МСс/КСОИ                  | 5,48                            | 4,45          | 6,65          | 1,98         | 10,64        |
| МСд/КСОИ                  | 2,24                            | 1,92          | 2,65          | 1,19         | 4,21         |
| ФВ/МСс                    | 0,55                            | 0,51          | 0,63          | 0,34         | 0,92         |
| ФВ/МСд                    | 0,43                            | 0,39          | 0,49          | 0,32         | 0,77         |

Таблица 4

Корреляционные связи параметров ремоделирования и ВРС

|                     | R (Sperman) | p     |
|---------------------|-------------|-------|
| pNN50 сп & ОТС      | -0,23       | 0,04  |
| SDSD & ИСд          | 0,25        | 0,04  |
| SDANN п & МСд/КСОИ  | 0,29        | 0,02  |
| LF сум & КДД        | -0,31       | 0,01  |
| LF a & МСд          | 0,24        | 0,04  |
| LF a & КДД          | -0,25       | 0,04  |
| LF a & ОТС          | -0,26       | 0,03  |
| LF сп & ОТС         | -0,25       | 0,03  |
| LF/ Hf сум & ММЛЖ   | 0,32        | 0,007 |
| LF/ Hf сум & ИММЛЖ  | 0,27        | 0,02  |
| LF/ Hf сум & ИММЛЖр | 0,25        | 0,04  |
| LF/ Hf сум & КДОИ   | 0,24        | 0,05  |
| LF/ Hf сум & УОИ    | 0,29        | 0,02  |
| LF/ Hf a & ММЛЖ     | 0,24        | 0,05  |
| LF/ Hf a & ИСд      | 0,27        | 0,03  |
| TP сум & ОТС        | -0,25       | 0,04  |
| TP a & ОТС          | -0,27       | 0,02  |
| TP a & МСд          | 0,27        | 0,02  |
| HRVTi a & КДНС      | 0,25        | 0,04  |

Примечание: СП — спец. период (за 30 мин до пробуждения и 3 часа после пробуждения); а — активный период (период бодрствования); п — пассивный период (период сна); Сумм — общий период (24 часа).

ся. Нет единого взгляда на нормальные значения предлагаемых параметров. Однако, исследуя закономерности патологической перестройки сердца в связи с заболеваниями на этапах сердечно-сосудистого континуума, необходимо иметь отчетливые представления о нормальных значениях изучаемых индексов и закономерностях функционирования здорового сердца. Именно это и послужило причиной для исследований.

Характеристика исследованной группы (гр.) представлена в таблице 1. Ультразвуковые характеристики

сердца (толщина стенок, размеры камеры, характеристики диастолической функции ЛЖ, ФВ и т. д.) соответствовали принятым для настоящего времени нормативным величинам [13,18,19] (таблица 2).

Убедившись в отсутствии заболеваний сердца и экстракардиальной патологии клинически, при лабораторно-инструментальном обследовании (отсутствие нарушений липидного обмена, структуры и геометрии ЛЖ), а также в отсутствии нарушений гемодинамики по результатам СМАД и ЭКГ, были рассчитаны средние и предельные значения структур-

Таблица 5

## Гендерные различия размеров камеры и диастолической функции ЛЖ

|                            | Значения размеров ЛЖ у женщин (n=59) | Значения размеров ЛЖ у мужчин (n=47) | p       |
|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------|
| КДО, мл                    | 93,55±19,53                          | 112,93±20,52                         | p<0,001 |
| КСО, мл                    | 29,71±7,47                           | 38,39±15,45                          | P<0,001 |
| УО, мл                     | 63,65±15,84                          | 76,57±14,72                          | p<0,005 |
| Нс, мм                     | 58,22±8,02                           | 64,04±6,19                           | P<0,005 |
| Нд, мм                     | 68,69±9,94                           | 75,86±6,32                           | p<0,005 |
| КСР, мм                    | 28,12±5,06                           | 30,19±3,33                           | p<0,005 |
| КДР, мм                    | 45,01±4,49                           | 48,93±4,03                           | p<0,005 |
| ФВ, %                      | 68,83±4,66                           | 68,06±4,81                           |         |
| МЖПд, мм                   | 7,55±0,92                            | 8,75±1,24                            | p<0,001 |
| ТЗС ЛЖд, мм                | 7,73±0,86                            | 8,96±1,26                            | p<0,001 |
| ТЗС ЛЖс, мм                | 13,21±1,33                           | 15,11±1,52                           | p<0,001 |
| Ei, м/с                    | 0,83±0,15                            | 0,72±0,17                            | p<0,005 |
| Ai, м/с                    | 0,58±0,13                            | 0,53±0,11                            |         |
| ЕТе, мс                    | 219,01±41,31                         | 241,46±29,9                          | p<0,005 |
| ЕТа, мс                    | 140,12±23,08                         | 144,82±14,22                         |         |
| IVRT, мс                   | 65,76±9,47                           | 68,71±11,33                          |         |
| DecT, мс                   | 189,69±35,36                         | 189,32±39,03                         |         |
| Е/А                        | 1,51±0,39                            | 1,43±0,44                            |         |
| ММЛЖ, г                    | 134,44±27,54                         | 188,56±44,1                          | p<0,001 |
| ИММЛЖ, г/м <sup>2</sup>    | 99,51±23,12                          | 134,08±32,42                         | p<0,001 |
| ИММЛЖр, г/м <sup>2,7</sup> | 35,94±6,95                           | 41,46±8,88                           | p<0,005 |
| ОТС                        | 0,34±0,05                            | 0,36±0,05                            | p<0,025 |
| КДОИ                       | 69,09±17,75                          | 80,24±14,49                          | p<0,005 |
| КСОИ                       | 21,92±6,28                           | 27,33±11,04                          | p<0,005 |
| УОИ                        | 47,03±13,7                           | 54,36±10,29                          | p<0,005 |

Примечание: величины p в таблице отражают лишь статистически значимые различия.

но-геометрических показателей миокарда ЛЖ практически здоровых лиц (таблица 3). Сформирован комплекс количественных индексов, отражающих структурно-функциональное состояние и характеризующих процесс ремоделирования сердца: показатели индексированных объемов полости ЛЖ, МСс и МСд, ИСс и ИСд, диастолического давления в полости ЛЖ и напряжения его стенки, а также расчетные показатели, которые характеризуют сократительную функцию ЛЖ с позиций его геометрии — ФВ/МСс, ФВ/МСд, и отражают степень участия дилатации полости ЛЖ в процессе компенсации — МСс/КСОИ, МСд/КДОИ.

По результату анализа количественных значений указанных индексов в исследованной гр. определены диапазоны нормативных значений для здоровых лиц (таблица 3).

Указанные нормативные значения могут быть использованы при изучении патологических процессов и лекарственных воздействий на сердце.

Вегетативная регуляция ритма сердца и ВРС являются одними из составляющих его нормально-го функционирования. Изменения показателей ВРС — это наиболее ранний предиктор многих заболеваний не только сердечно-сосудистой системы, но и нервной, эндокринной, дыхательной систем, т. к. изменения сердечного ритма в ответ

на отклонения в вегетативной нервной регуляции являются наиболее быстрыми. Получено множество доказательств того, что снижение ВРС тесно взаимосвязано со смертностью от сердечно-сосудистой патологии, а низкий показатель SDNN (< 15) тесно связан с риском внезапной смерти (ВС). Также известно, что при повышении HF компонента ВРС увеличивается риск тяжелых аритмий [24]. Высказано предположение, что ВРС оказывает влияние на структурно-геометрические характеристики сердца. Для оценки взаимосвязи показателей ремоделирования сердца и ВРС были проанализированы их корреляционные связи и обнаружено, что спектральные показатели (LF, LF/HF, TP) имеют статистически значимые связи со структурными параметрами (ИММЛЖ, ИММЛЖ/р<sup>2,7</sup>, ОТС) и с некоторыми характеристиками процессов ремоделирования (КДД, МСд, КДНС) (таблица 4). Таким образом, в патологических условиях гиперсимпатикотония может оказаться одним из факторов, способствующих развитию ГЛЖ и нарушению его диастолической функции. Параметр рNN50, отражающий парасимпатические влияния на работу сердца, напротив, имеет отрицательную корреляцию с ОТС (r= -0,23, p=0,04). КДНС оказался тесно связан с триангулярным индексом (HRVTi), используемым для оценки общей ВРС и имеющим важ-



Таблица 6

Значения параметров ремоделирования ЛЖ у практически здоровых женщин и мужчин

|          | Значения параметров ремоделирования ЛЖ у женщин |              |              | Значения параметров ремоделирования ЛЖ у мужчин |              |              |
|----------|-------------------------------------------------|--------------|--------------|-------------------------------------------------|--------------|--------------|
|          | Медиана, 25 и 75 процентиль                     | Min значение | Max значение | Медиана, 25 и 75 процентиль                     | Min значение | Max значение |
| ИСс      | 0,48 (0,43; 0,51)                               | 0,23         | 1,53         | 0,47 (0,44; 0,53)                               | 0,33         | 0,62         |
| ИСд      | 0,64 (0,6; 0,71)                                | 0,51         | 6,14         | 0,66 (0,61; 0,7)                                | 0,50         | 0,80         |
| МСс      | 121,58 (112,61; 129,92)                         | 81,58        | 205,58       | 121,41 (111,43; 132,74)                         | 93,52        | 142,76       |
| МСд      | 158,38 (143,62; 176,21)                         | 80,19        | 211,54       | 147,68 (134,29; 173,49)                         | 108,82       | 197,94       |
| КДД      | 8,02 (6,15; 8,94)                               | 3,51         | 25,00        | 7,86 (6,67; 9,12)                               | 3,43         | 15,19        |
| КДНС     | 6,71 (5,23; 8,21)**                             | 3,19         | 20,57        | 7,89 (6,15; 11,24)**                            | 3,63         | 18,46        |
| ИСИР     | 103,92 (98,04; 114,85)                          | 12,70        | 140,1        | 103,11 (94,66; 117,7)                           | 82,82        | 142,12       |
| ИДИР     | 293,99 (254,32; 331,54)                         | 32,56        | 598,21       | 283,18 (262,3; 341,35)                          | 143,41       | 447,18       |
| МСс/КСОИ | 5,67 (4,72; 6,82)*                              | 2,51         | 10,64        | 4,46 (4,15; 5,59)*                              | 1,88         | 8,34         |
| МСд/КДОИ | 2,37 (2,11; 2,73)*                              | 1,38         | 4,21         | 2,1 (1,61; 2,24)*                               | 1,19         | 2,87         |
| ФВ/МСс   | 0,55 (0,52; 0,63)                               | 0,34         | 0,92         | 0,54 (0,49; 0,62)                               | 0,44         | 0,83         |
| ФВ/МСд   | 0,43 (0,39; 0,48)                               | 0,32         | 0,77         | 0,46 (0,39; 0,52)                               | 0,33         | 0,68         |

Примечание: \* —  $p < 0,005$ ; \*\* —  $p < 0,001$ .

ное прогностическое значение у больных сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ) ( $r=0,25$ ,  $p=0,04$ ) (таблица 4).

Таким образом, оценка LF, LF/HF, TP, pNN50, HRVTi как параметров, наиболее тесно связанных со структурно-геометрическими характеристиками ЛЖ, целесообразна для диагностики состояния сердца. Их значения и динамика указанных корреляционных связей могут оказаться значимыми и при анализе патологических процессов. Для большей убедительности трактовки выявленных результатов требуется продолжить исследования в этом направлении.

Были исследованы также гендерные особенности структурно-функциональных характеристик сердца.

Изучены половые различия ЭхоКГ-показателей 59 женщин и 47 мужчин; гр. сопоставимы по возрасту —  $32,72 \pm 9,02$  и  $34,36 \pm 13,08$  ( $p=0,3$ ) и уровню АД — САД  $118,13 \pm 10,79$  мм рт.ст. у женщин и  $123,64 \pm 8,57$  мм рт.ст. у мужчин ( $p=0,2$ ); ДАД —  $75,01 \pm 7,48$  мм рт.ст. у женщин и  $74,79 \pm 7,97$  мм рт.ст. у мужчин ( $p=0,3$ ), которые характеризовались большими размерами сердца, толщины стенок и высоты ЛЖ при меньшей скорости диастолического наполнения ЛЖ (более продолжительное время изгнания пика Е и большая его скорость) у обследованных мужчин (таблица 5). При анализе различий параметров ремоделирования, структуры и геометрии ЛЖ у мужчин выявлено значимое преобладание КДНС — у женщин 6,71 (5,23; 8,21) vs 7,89 (6,15; 11,24) у мужчин ( $p < 0,001$ ) и параметров, характеризующих оптимальность геометрии ЛЖ его объема — МСс/КСОИ = 5,67 (4,72; 6,82) у женщин и 4,46 (4,15; 5,59) у мужчин ( $p < 0,005$ ); и МСд/КДОИ = 2,37 (2,11; 2,73) у женщин и 2,1 (1,61; 2,24) у мужчин ( $p < 0,005$ ) (таблица 6).

При пошаговом множественном регрессионном анализе с учетом возраста, пола, массы тела и АД выявлено, что независимым предиктором увеличения ИММЛЖ и КДНС являлся пол —  $R^2=0,34$ ;  $\beta=0,22$  для “ИММЛЖ: пол” при значении  $p=0,04$ ; для “КДНС: пол”  $R^2=0,36$ ;  $\beta=0,3$  при значении  $p=0,007$ .

Вместе с тем, тесные корреляционные связи МСс, МСд, ИСИР, ИДИР, ИСс, ИСд, ФВ/КДОИ, ФВ/КСОИ с полом и возрастом отсутствовали. Это очень важный факт, т. к. он подчеркивает универсальность предлагаемых параметров для анализа ремоделирования сердца вне зависимости от пола и возраста.

При анализе ВРС был обнаружен более высокий уровень общей ВРС у мужчин: SDNNсум = 183 (145; 209) vs (161 (140; 178) у женщин ( $p=0,05$ ). Установлены половые различия и по другим показателям: HRVTi акт — 33 (25,5; 40,5) у женщин и 40 (34; 48) у мужчин ( $p=0,04$ ); общая мощность спектра (TP) TPас — 3261 (2201,5; 56,89) у женщин и 4817 (3937; 74,81) у мужчин ( $p=0,02$ ). Более выраженной оказалась также активность симпатической нервной системы, что отражалось в повышении LFпас — 957,5 (585,5; 1505) у женщин и 1412 (1050; 2203) у мужчин ( $p=0,04$ ) и “симпато-вагальный баланс” — LF/HFпас у женщин = 1,85 (1,3; 2,35) и 2,9 (1,2; 4) у мужчин ( $p=0,04$ ). В то же время, у женщин выявлялась корреляция SDNNп с МСд/КДОИ ( $r=0,38$ ,  $p=0,01$ ), TP с ОТС ( $r=-0,28$ ,  $p=0,04$ ), при отсутствии корреляции HRVTi со структурно-геометрическими показателями, тогда как у мужчин TP тесно коррелировала с ОТС ( $r=-0,52$ ,  $p=0,04$ ), с ММЛЖ ( $r=-0,61$ ,  $p=0,001$ ), ИММЛЖ ( $r=-0,58$ ,  $p=0,02$ ), ИММЛЖ/ $p^{2,7}$  ( $r=-0,58$ ,  $p=0,02$ ) и КДНС ( $r=-0,52$ ,  $p=0,04$ ); была также установлена достоверная прямая связь HRVTi с МСд ( $r=0,59$ ,  $p=0,02$ ), “HRVTi — МСд/КДОИ” ( $r=0,55$ ,  $p=0,03$ ) и обратная — между HRVTi и ММЛЖ ( $r=-0,53$ ,  $p=0,04$ ).

Таким образом, выявленные гендерные различия вполне закономерны и имеют значение при анализе состояния сердечно-сосудистой системы.

## Выводы

Трансторакальная ЭхоКГ позволяет исследовать не только стандартные показатели, отражающие структуру и геометрию ЛЖ сердца, но и рассчитать параметры, используемые для оценки его ремоделирования.

Показатели ремоделирования сердца: ИСс, ИСд, МСс, МСд, ИСИР, ИДИР, не имеют существенной зависимости от пола, что увеличивает их универсальность в клинической практике.

## Литература

1. Грицанов А.А. **Новейший философский словарь. Постмодернизм.** Современный Литератор 2007; 400 с.
2. Рашмер Р. Динамика сердечно-сосудистой системы. Москва "Медицина" 1981; 600 с.
3. Jonathan NB, Vittorio P, Liu JE, et al. Relationship Between Left Ventricular Diastolic Relaxation and Systolic Function in Hypertension: The Hypertension Genetic Epidemiology Network (HyperGEN) Study. *Hypertension* 2001; 38: 424-8.
4. De Simone G, Greco R, Mureddu GF, et al. Relation of Left Ventricular Diastolic Properties to Systolic Function in Arterial Hypertension. *Circulation* 2000; 101: 152-7.
5. De Simone G, Devereux RB, Koren MJ, et al. Midwall Left Ventricular Mechanics An Independent Predictor of Cardiovascular Risk in Arterial Hypertension. *Circulation* 1996; 93: 259-65.
6. Weisman H, Bush DE, Mannisi JA, Bulkley BH. Global cardiac remodeling after acute myocardial infarction: a study in the rat model. *Am J Cardiol* 1985; 5: 1355-62.
7. Rumberger JA, Behrenbeck T, Breen JR, et al. Nonparallel changes in global left ventricular chamber volume and muscle mass during the first year after transmural myocardial infarction in humans. *JACC* 1993; 21: 673-82.
8. Grundy SM, Brewer B, James I, et al. Definition of Metabolic Syndrome: Report of the National Heart, Lung, and Blood Institute. American Heart Association Conference on Scientific Issues Related to Definition. *Circulation* 2004; 109: 433-8.
9. Howard BV, Devereux RB, Chinali M, et al. Impact of Obesity on Cardiac Geometry and Function in a Population of Adolescents: The Strong Heart Study. *JACC* 2006; 47: 2267-73.
10. Aijaz B, Ammar KA, Lopez-Jimenez F, et al. **Abnormal Cardiac Structure and Function in the Metabolic Syndrome: A Population-Based Study.** *Mayo Clin Proc* 2008; 83: 1350-7.
11. Sonino FN, Boscaro M, Rosei EA, et al. Left ventricular structural and functional characteristics in Cushing's syndrome. *JACC* 2003; 41: 2275-9.
12. Pizzini P, Cutrupi S, Zoccali LM, et al. Urotensin II and Cardiomyopathy in End-Stage Renal Disease. *Hypertension* 2008; 51: 326-33.
13. Pohost GM, Kortright LJ, Perry G, et al. Marked Regional Left Ventricular Heterogeneity in Hypertensive Left Ventricular Hypertrophy Patients: A Losartan Intervention for Endpoint Reduction in Hypertension (LIFE) Cardiovascular Magnetic Resonance and Echocardiographic Substudy. *Hypertension* 2008; 52: 279-86.
14. Greenberg B, Quinones MA, Koilpillai C, et al. for the SOLVD Investigators. Effects of long-term enalapril therapy on cardiac structure and function in patients with left ventricular dysfunction. Results of the SOLVD echocardiographic substudy. *Circulation* 1995; 91: 2573-81.
15. Vandsburgerl MH, Frenchl BA, Helml PA, et al. Multi-parameter in vivo cardiac magnetic resonance imaging demonstrates normal perfusion reserve despite severely attenuated b-adrenergic functional response in neuronal nitric oxide synthase knockout mice. *Eur Heart J* 2007; 28: 2792-8.
16. Grossman VW, Jones D, McLaurin LP. Wall Stress and Patterns of Hypertrophy in the Human Left. *J Clin Invest* 1975; 56: 56-64.
17. Кузнецов Г.Э. Оценка функции левого желудочка с позиций изменений его геометрии у больных сердечной недостаточностью на фоне ишемической болезни сердца. *Ж серд недостат* 2002; 3(6): 292-4.
18. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, et al. Recommendations for chamber quantification. Guidelines. *Eur J Echocardiography* 2006; 7: 79-108.
19. Devereux RB, Reichek N. Echocardiographic determination of left ventricular mass in man: anatomic validation of the method. *Circulation* 1977; 55: 613-8.
20. Devereux RB, Alonso DR, Lutas EM, et al. Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings. *Am J Cardiol* 1986; 57: 450-8.
21. Devereux RB. Evaluation of cardiac structure and function by echocardiography and other noninvasive techniques. *Hypertension: Pathophysiology, Diagnosis, Treatment.* New York, NY: Raven Press Publishers 1990; 200.
22. De Simone G, Devereux RB, Roman MJ, et al. Relation of obesity and gender to left ventricular hypertrophy in normotensive and hypertensive adults. *Hypertension* 1994; 23: 600-6.
23. Nagueh SF, Appleton CP, Gillebert TC, et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2009; 22 (2): 107-33.
24. Task Force of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. *Circulation* 1996; 93: 1043-65.

Поступила 01/07-2009