

Особенности диастолической функции миокарда левого желудочка у больных гипертонической болезнью с фибрилляцией предсердий

Ф.Л. Бартош¹, Л.Ф. Бартош², Т.С. Адонина³

¹ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии»

Минздравсоцразвития РФ, Пенза, Россия

²ГБОУ ДПО «Пензенский институт усовершенствования врачей»

Минздравсоцразвития РФ, Пенза, Россия

³ГБУЗ «Пензенская городская клиническая больница № 4», Пенза, Россия

Бартош Ф.Л. — кандидат медицинских наук, заведующий отделением эхокардиографии и функциональной диагностики ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздравсоцразвития РФ; Бартош Л.Ф. — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой терапии, общей врачебной практики, эндокринологии и гастроэнтерологии ГБОУ ДПО «Пензенский институт усовершенствования врачей» Минздравсоцразвития РФ; Адонина Т.С. — заведующая кардиологическим отделением ГБУЗ «Городская клиническая больница № 4».

Контактная информация: ул. Стасовского, д. 12, кв. 319, Пенза, Россия, 440008. Тел.: 8 (8412) 56–87–78. Факс: 8 (8412) 56–87–09. E-mail: rodino091@rambler.ru (Бартош Леонид Федорович).

Резюме

Цель исследования — изучить особенности влияния фибрилляции предсердий (ФП) на диастолическую функцию миокарда левого желудочка (ДФЛЖ) у больных гипертонической болезнью (ГБ). **Материалы и методы.** Обследовано 3 группы: больные гипертонической болезнью с ФП, больные ГБ с синусовым ритмом и пациенты с идиопатической формой ФП. Изучаемые параметры определяли с помощью аппарата ультразвуковой диагностики Vivid 7 Dimension (General Electric). **Результаты.** Интеграл линейной скорости кровотока (VTI) и время трансмитрального кровотока (TE) статистически значимо были больше у больных второй и третьей групп по сравнению с пациентами первой группы. Различий величины этих показателей у пациентов второй группы по сравнению с третьей группой не установлено. Период полуспада градиента давления (PHT) между левыми камерами сердца у больных ГБ с ФП значимо отличался только при сравнении с пациентами второй группы. Время изоволюметрического расслабления миокарда (IVRT) у больных первой группы составило $0,102 \pm 0,015$ сек., второй группы — $0,091 \pm 0,012$ сек. и третьей — $0,073 \pm 0,013$ сек. Различия между всеми группами статистически значимы ($p < 0,001$). Значения максимальной (Vmax) и средней (VMN) скорости, максимального (Gmax) и среднего (GMN) градиентов давления между левыми камерами сердца значимо не различались. **Заключение.** Фибрилляция предсердий у больных ГБ вносит дополнительный вклад в нарушение ДФЛЖ: в наибольшей степени снижает VTI, замедляет IVRT и значимо укорачивает PHT.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий, диастолическая функция, артериальная гипертензия.

Left ventricular diastolic function in hypertensive patients with atrial fibrillation

F.L. Bartosh¹, L.F. Bartosh², T.S. Adonina³

¹Federal cardiovascular surgery Centre, Penza, Russia

²Penza State Institute for Medical Postgraduate Education, Penza, Russia

³Penza City Clinical Hospital № 4, Penza, Russia

Corresponding author: 12–319 Stasovskiy st., Penza, Russia, 440008. Phone: 8 (8412) 56–87–78. Fax: 8 (8412) 56–87–09. E-mail: rodino091@rambler.ru (Leonid F. Bartosh, MD, PhD, Professor, the Chief of the Department of Therapy, General Practice, Endocrinology and Gastroenterology at Penza Advanced Medical Training University).

Abstract

Objective. To study the features of the impact of atrial fibrillation on left ventricular diastolic function in hypertensive patients. **Design and methods.** We examined three groups of patients: hypertensive patients with atrial fibrillation, hypertensive patients with sinus rhythm and patients with idiopathic form of atrial fibrillation. All patients underwent cardiac ultrasound examination (Vivid 7 Dimension, General Electric). **Results.** The integral of blood flow linear velocity (VTI), period of pressure gradient half decrease (PHT) between left chambers of heart and time of transmitral blood flow (TE) were greater in patients of second and third groups compared to first group. They did not differ in second and third groups. The time of isovolumic relaxation (IVRT) was $0,102 \pm 0,015$; $0,091 \pm 0,012$ and $0,073 \pm 0,013$ seconds in first, second and third groups, respectively. The differences between all groups are significant ($p = 0,001$). The mean values of maximal (Vmax) and middle velocity (VMN), maximal (Gmax) and middle (GMN) pressure gradient between left heart chambers did not differ between groups. **Conclusion.** Atrial fibrillation contributes the development of left ventricular diastolic dysfunction: it reduces VTI, decelerates IVRT and shortens PHT significantly.

Key words: atrial fibrillation, diastolic function, hypertension.

Статья поступила в редакцию: 27.02.12. и принята к печати: 14.04.12.

Введение

Большая распространенность артериальной гипертензии (АГ) обуславливает ее значимость в развитии как сердечной недостаточности [1], так и фибрилляции предсердий (ФП) [2, 3]. Гипертрофия миокарда, развивающаяся при гипертонической болезни (ГБ), сначала вызывает нарушения диастолической [4], а затем и систолической функции миокарда, что в свою очередь способствует возникновению ФП, наиболее неблагоприятной формой которой является тахисистолия. Преобладание коротких сердечных циклов приводит к снижению сократительной способности миокарда и повышению конечного диастолического давления в полости левого желудочка (КДДЛЖ), а также к укорочению диастолы. При изучении внутрисердечной гемодинамики у больных ФП установлена корреляционная связь некоторых показателей диастолической функции левого желудочка (ДФЛЖ) с продолжительностью текущего и предшествующего сердечного циклов [5], что позволило разработать методику определения оптимальной частоты сердечных сокращений (ЧСС) у этой категории больных [6]. Вместе с тем хорошо известно, что при нарастании или снижении ЧСС более определенной величины наступает быстрое прогрессирование сердечной недостаточности. Поэтому важнейшей задачей при лечении больных ФП является поддержание оптимального числа сердечных сокращений. При этом выбор препарата во многом определяется состоянием как систолической, так и диастолической функции миокарда и их соотношением. Однако изменения диастолической функции миокарда, возникающие непосредственно под влиянием ФП, у больных ГБ неизвестны, что не позволяет дать правильную оценку соотношению систолической и диастолической функции миокар-

да, а, следовательно, сделать адекватный выбор пульсурежающего препарата.

Цель исследования — изучить особенности диастолической функции миокарда левого желудочка при ФП у больных ГБ.

Материалы и методы

Для достижения поставленной цели определены параметры ДФЛЖ у 87 больных ГБ 2-й степени II стадии с постоянной формой ФП без сопутствующих заболеваний (I группа), у 23 пациентов с ГБ 2-й степени II стадии с синусовым ритмом (II группа) и у 21 больного с идиопатической формой ФП (III группа). В исследование включались впервые обратившиеся пациенты с хорошей визуализацией сердца, с ЧСС в пределах от 70 до 100 ударов в минуту и фракцией выброса от 40 до 50 %. У всех больных были клинические признаки хронической сердечной недостаточности первого функционального класса.

Показатели диастолической, систолической функции миокарда и морфометрические параметры сердца определяли с помощью аппарата ультразвуковой диагностики Vivid 7 Dimension (General Electric) до назначения медикаментозной терапии. Частота излучения импульсов секторного датчика составляла 1,5–3,8 МГц. Оценка размеров левых камер сердца, толщины миокарда межжелудочковой перегородки и задней стенки левого желудочка проводилась в парастернальной позиции датчика при положении больного лежа на левом боку в М-режиме после двадцатиминутного отдыха с расчетом средних величин из двадцати последовательных сердечных циклов. Для расчета массы миокарда мы использовали метод R. Devereux, N. Reichek (1977). Индекс массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ) рассчитывали как отноше-

ние массы миокарда левого желудочка (ММЛЖ) к площади поверхности тела. Измерение показателей трансмитрального кровотока осуществлялось в апикальной четырехкамерной позиции датчика в режиме импульсного доплеровского излучения. Определялись интеграл линейной скорости кровотока, его максимальная и средняя скорости, максимальный и средний градиенты давления, а также время полуспада градиента давления между левыми камерами сердца. Оценивалось время изоволюметрического расслабления миокарда левого желудочка и продолжительность диастолического трансмитрального потока крови. Кроме того, состояние диастолической функции миокарда оценивали и с помощью тканевой доплерографии (результаты этого анализа будут опубликованы в другой работе).

База данных составлялась в виде электронных таблиц в программе Microsoft Office Excel 2007. Для определения достоверности межгрупповых различий по параметрическим показателям использовали дисперсионный анализ (Anova Table, Multiple Range Test, Kruskal-Wallis Test). Статистически значимыми считали различия при уровне $p \leq 0,05$.

Результаты представлены в виде $M \pm SD$, где M — среднее значение, SD — стандартное отклонение при симметричном распределении. Для расчетов использовалась программа Stat graphics plus 3.

Результаты

Пациенты в группах не различались по возрасту, ЧСС и фракции выброса (табл. 1). Длительность АГ, значения систолического (САД) и диастолического (ДАД) артериального давления в группах 1 и 2 значимых различий не имели. Соотношение мужчин и женщин во всех группах было одинаковым. При расчете параметров получены закономерные результаты значений морфометрических показателей, характеризующих состояние левого желудочка (табл. 2). ММЛЖ у больных идиопатической формой ФП ($252,2 \pm 46,3$ г) и, соответственно, ИММЛЖ были статистически значимо меньше, чем у пациентов с ГБ и ФП ($p < 0,0001$). При сравнении ММЛЖ и ИММЛЖ у пациентов с ГБ и ФП и у больных ГБ с синусовым ритмом выявлены существенно большие значения показателей у больных первой группы ($p < 0,0001$). У больных ГБ с ФП отмечено увеличение конечного диасто-

Таблица 1

КЛИНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБСЛЕДОВАННЫХ БОЛЬНЫХ ($M \pm SD$)

| Группы больных | Пол, (м/ж) | ФВ, % | ЧСС | Возраст, лет | Длительность заболевания, лет | | Уровень АД, мм рт. ст. | |
|----------------|------------|--------------|-------------|----------------|-------------------------------|-----------------|------------------------|----------------------|
| | | | | | АГ | ФП | САД | ДАД |
| I | 49/38 | $45 \pm 4,9$ | 85 ± 12 | $58,1 \pm 7,3$ | $8,8 \pm 2,1$ | $7,7 \pm 1,5$ | $172,6 \pm 7,8$ | $97,4 \pm 5,1$ |
| II | 13/10 | $47 \pm 5,2$ | 81 ± 10 | $56,2 \pm 5,1$ | $8,1 \pm 1,9$ | - | $169,3 \pm 5,7$ | $96,6 \pm 4,8$ |
| III | 12/9 | $46 \pm 6,1$ | 83 ± 13 | $54,9 \pm 6,7$ | - | $9,3 \pm 2,2^*$ | $129,1 \pm 4,1^{#\$}$ | $75,2 \pm 3,3^{#\$}$ |

Примечание: # — $p < 0,0001$ по сравнению с первой группой; \$ — $p < 0,0001$ по сравнению со второй группой; * — $p < 0,001$ по сравнению с первой группой; ФВ — фракция выброса; ЧСС — частота сердечных сокращений; АД — артериальное давление; АГ — артериальная гипертензия; ФП — фибрилляция предсердий; САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление.

Таблица 2

МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБСЛЕДОВАННЫХ БОЛЬНЫХ ($M \pm SD$)

| Группы больных | ММЛЖ, г | ИММЛЖ, г/м ² | КДРЛЖ, мм |
|----------------|------------------|-------------------------|----------------|
| I (n = 87) | $336,9 \pm 51,1$ | $165,8 \pm 26,2$ | $68,9 \pm 7,8$ |
| II (n = 23) | $268,7 \pm 39,5$ | $139,3 \pm 21,3$ | $63,3 \pm 6,2$ |
| III (n = 21) | $252,2 \pm 46,3$ | $121,5 \pm 24,7$ | $59,7 \pm 8,6$ |
| p | 1–2 | $< 0,0001$ | $< 0,0001$ |
| | 1–3 | $< 0,0001$ | $< 0,0001$ |
| | 2–3 | $0,21$ | $0,01$ |

Примечание: ММЛЖ — масса миокарда левого желудочка; ИММЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка; КДРЛЖ — конечный диастолический размер левого желудочка.

лического размера левого желудочка по сравнению с больными ГБ с синусовым ритмом и лицами с идиопатической формой ФП.

Интеграл линейной скорости кровотока и время трансмитрального кровотока статистически значимо были больше у больных второй и третьей групп по сравнению с пациентами первой группы (табл. 3). Вместе с тем значения VTI во второй и третьей группах между собой не различались. Так, VTI у пациентов первой группы был меньше по сравнению с больными второй ($p = 0,0045$) и третьей ($p = 0,0011$) групп и составил $0,065 \pm 0,01$ м, а у больных второй и третьей групп — $0,073 \pm 0,017$ и $0,075 \pm 0,019$ м соответственно ($p = 0,7143$). Определенный интерес для оценки состояния ДФЛЖ у больных ФП представляет период полуспада градиента давления между левыми камерами сердца. Его величина была значимо выше в группе больных ГБ с синусовым ритмом по сравнению с первой группой. Продолжительность трансмитрального диастолического кровотока увеличива-

лась от $0,176 \pm 0,016$ сек. у больных первой группы до $0,212 \pm 0,06$ сек. у больных идиопатической формой ФП. Однако статистически значимое различие установлено только при сравнении второй и третьей групп с первой. IVRT у больных первой группы составило $0,102 \pm 0,015$ сек., второй группы — $0,091 \pm 0,012$ сек. и третьей — $0,073 \pm 0,013$ сек. Различия между всеми группами статистически значимы ($p < 0,001$). Vmax и VMN, Gmax и GMN у больных всех групп были практически равнозначными.

Обсуждение

Возможность и значимость оценки диастолической функции у больных ФП в настоящее время не вызывает сомнения. В 2009 году в Journal of the American Society of Echocardiography опубликованы рекомендации по оценке ДФЛЖ, включая и пациентов с ФП [8]. Как известно, структура диастолического наполнения левого желудочка у больных ГБ с синусовым ритмом имеет определен-

Таблица 3

ЗНАЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВНУТРИСЕРДЕЧНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ОБСЛЕДОВАННЫХ БОЛЬНЫХ (M ± SD)

| Показатели | Группы больных | | | Значения p | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|---------|---------|
| | I (n = 87) | II (n = 23) | III (n = 21) | 1–2 | 1–3 | 2–3 |
| VTI (м) | $0,065 \pm 0,01$ | $0,073 \pm 0,017$ | $0,075 \pm 0,019$ | 0,005 | 0,001 | > 0,71 |
| Vmax (мсек.) | $0,67 \pm 0,14$ | $0,68 \pm 0,12$ | $0,70 \pm 0,14$ | > 0,75 | > 0,38 | > 0,61 |
| VMN (мсек.) | $0,37 \pm 0,064$ | $0,37 \pm 0,068$ | $0,39 \pm 0,09$ | 1,0 | > 0,24 | > 0,67 |
| Gmax (мм рт. ст.) | $1,88 \pm 0,81$ | $1,94 \pm 0,69$ | $2,15 \pm 0,95$ | > 0,75 | > 0,19 | > 0,40 |
| GMN (мм рт. ст.) | $0,72 \pm 0,31$ | $0,71 \pm 0,29$ | $0,83 \pm 0,39$ | > 0,88 | > 0,16 | > 0,25 |
| PHТ (сек.) | $0,040 \pm 0,004$ | $0,043 \pm 0,001$ | $0,042 \pm 0,003$ | 0,0006 | > 0,54 | 1,0 |
| TE (сек.) | $0,176 \pm 0,016$ | $0,194 \pm 0,038$ | $0,212 \pm 0,06$ | < 0,0008 | < 0,001 | > 0,24 |
| IVRT (сек.) | $0,102 \pm 0,015$ | $0,091 \pm 0,012$ | $0,073 \pm 0,013$ | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |

Примечание: VTI — интеграл линейной скорости диастолического трансмитрального кровотока; Vmax — максимальная скорость диастолического трансмитрального кровотока; VMN — средняя скорость диастолического трансмитрального кровотока; Gmax — максимальный градиент давления между левыми камерами сердца; GMN — средний градиент давления между левыми камерами сердца; PHТ — период полуспада градиента давления между левыми камерами сердца; TE — продолжительность диастолического трансмитрального потока крови; IVRT — время изоволюметрического расслабления миокарда левого желудочка.

ную связь с возрастом, полом, ЧСС, ММЛЖ [9] и состоянием систолической функции. Возникновение у пациентов с АГ фибрилляции предсердий вносит дополнительный вклад в изменения ДФЛЖ. Поэтому, чтобы установить особенности ДФЛЖ у больных гипертонической болезнью с ФП, необходимо выделить вклад фибрилляции предсердий в нарушения диастолической функции у больных этой категории. Для этого нами и были сформированы три группы больных, не отличающиеся по полу, возрасту, ЧСС и величине фракции выброса. Масса миокарда и индекс массы миокарда левого желудочка у больных всех групп были различными, что в определенной мере определялось отсутствием вклада ФП в изменения морфометрических особенностей сердца у пациентов второй группы; у больных третьей группы не было АГ. Отсутствие различий в значении VTI у больных второй и третьей групп позволяет предполагать, что ФП является одним из факторов, приводящих к снижению объемного трансмитрального кровотока в диастолу. Время полуспада градиента давления между левыми камерами сердца — показатель, подобный времени замедления пика E (DTE) у больных с синусовым ритмом, характеризует кровоток в замкнутой системе «левое предсердие — левый желудочек». Установлено, что при ФП с показателем DT менее 130 мсек., выживаемость составляла 39 против 42 % у больных с синусовым ритмом [10]. Снижение РНТ отмечено во всех группах, однако в группе больных гипертонической болезнью с ФП уменьшение РНТ было весьма существенным, что характерно для рестриктивного типа диастолической дисфункции и в определенной степени обусловлено ФП. Кроме того, значения РНТ у обследованных больных свидетельствуют о повышении КДДЛЖ. Это предположение подтверждается данными о высокой корреляции между результатами КДДЛЖ, измеренными при катетеризации и ультразвуковом исследовании у больных ишемической болезнью сердца [11–13]. У пациентов с синусовым ритмом жесткость стенок левого желудочка прямо пропорциональна его массе и обратно пропорциональна объему полости [14–16]. Согласно полученным значениям IVRT, ИММЛЖ и конечного диастолического размера левого желудочка основная роль в повышении жесткости миокарда у больных гипертонической болезнью с ФП принадлежит увеличению ММЛЖ. Однако в нарастании массы миокарда определенное значение имеет и ФП, о чем свидетельствует увеличение конечного диастолического размера и ИММЛЖ.

Заключение

У больных гипертонической болезнью с ФП в наибольшей степени снижается интеграл линейной скорости диастолического трансмитрального потока крови, существенно замедляется расслабление миокарда и значимо укорачивается период полуспада градиента давления между левыми камерами сердца.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Фомин И.В. Артериальная гипертония в Российской Федерации — последние 10 лет. Что дальше? // Сердце. — 2007. — № 3. — С. 1–6. / Fomin I.V. Hypertension in Russian Federation in last 10 years. What next? // Heart [Serdtshe]. — 2007. — № 3. — P. 1–6 [Russian].
2. Баранова Е.И. Фибрилляция предсердий у больных артериальной гипертензией // Артериальная гипертензия. — 2011. — Т. 17, № 4. — С. 293–304. / Baranova E.I. Atrial fibrillation in hypertensive patients // Arterial Hypertension [Arterialnaya Gipertenziya]. — 2011. — Vol. 17, № 4. — P. 293–304 [Russian].
3. Senni M., Tribouilloy C.M., Rodeheffer R.J. et al. Congestive heart failure in the community: a study of all incident cases in Olmsted County, Minnesota, in 1991 // Circulation. — 1998. — Vol. 98, № 21. — P. 2282–2289.
4. Cuocolo A., Sax F.L., Brush J.E. et al. Left ventricular hypertrophy and impaired diastolic filling in essential hypertension diastolic mechanism for systolic dysfunction during exercise // Circulation. — 1990. — Vol. 81, № 3. — P. 978–986.
5. Бартош Л.Ф., Северина Т.Н., Березин И. П. Хроноинотропные взаимоотношения у больных с мерцательной аритмией // Вopr. диагностики и интенсивной терапии больных сердечно-сосудистыми и гнойно-воспалительными заболеваниями: мат. науч.-практич. Конф. ПИУВ. — Пенза. — 1990. — С. 21. / Bartosh L.F., Severina T.N., Berezin I. P. Chronoinotropic interrelation in patients with atrial fibrillation // The Problems of Diagnostic and Intensive Therapy of Patients with Cardiovascular and Pyoinflammatory Diseases: Materials of Scientific and Practical Conference [Voprosy Diagnostiki i Intensivnoy Terapii Bolnykh Serdechno-Sosudistymi i Gnoino-Vospalitelnyimi Zabolevaniyami: Materialy Nauchno-Prakticheskoy Konferentsii PIUV]. — Пенза. — 1990. — P. 21 [Russian].
6. Бартош Л.Ф., Бартош Ф.Л., Мельникова Л.В., Маслова Т.П. Способ определения оптимального числа сердечных сокращений у больных фибрилляцией предсердий // Патент на изобретение № 2322192. — Бюлл. № 11. — 2009. / Bartosh L.F., Bartosh F.L., Mel'nikova L.V., Maslova T.P. The method of determining of optimal heart rate in atrial fibrillation patients // Patent for discovery [Patent na izobretenie] № 2322192. — Bull. № 11. — 2009 [Russian].
7. Devereux R., Reichek N. Echocardiographic determination of the left ventricular mass in man: anatomic validation of the method // Circulation — 1977. — Vol. 55, № 4. — P. 613–618.
8. Sherif F., Nagueh M.D., Christopher P. et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography // J. Am. Soc. Echocardiography. — 2009. — Vol. 22, № 2. — P. 107–133.
9. Бобров В.А., Коношевич С.Н., Поливода С.Н. Функция сердца в период диастолы у больных гипертонической болезнью с различной массой миокарда левого желудочка при вело-

эргометрии // Кардиология. — 1989. — №.11 — С. 104–107. / Bobrov V.A., Konoshevich S.N., Polivoda S.N. The heart function in period of diastole in hypertension patients with different mass of left ventricle myocardium // Cardiology [Kardiologiya]. — 1989. — № 11. — P. 104–107 [Russian].

10. Hurrell D.G., Oh J.K., Mahoney D.W. et al. Short deceleration time of mitral inflow E velocity: prognostic implication with atrial fibrillation versus sinus rhythm // J. Am. Soc. Echocardiogr. — 1998. — Vol. 11, № 5. — P. 450–457.

11. Корытников К.И. Импульсная доплерэхокардиография в оценке диастолической функции миокарда левого желудочка при ИБС // Кардиология. — 1993. — № 1. — С. 28–30. / Korytnikov K.I. The impulsive Doppler cardiography in assessment of diastolic function of left ventricle myocardium at ischemic heart disease // Cardiology [Kardiologiya]. — 1993. — № 1. — С. 28–30 [Russian].

12. Tei C., Nishimura R.A., Seward J.B. et al. Noninvasive Doppler-derived myocardial performance index: correlation with simultaneous measurements of cardiac catheterization measurements // J. Am. Soc. Echo. — 1997. — Vol.10, № 2. — P. 169–178.

13. Hurrell D.G., Nishimura R.A., Ilstrup D.M. et al. Utility of preload alteration in assessment of left ventricular filling pressure by Doppler echocardiography: a simultaneous catheterization and Doppler echocardiography study // J. Am. Coll. Cardiol. — 1997. — Vol. 30, № 2. — P. 459–467.

14. Галявин А.С., Глухова Т.С., Камалов Г.М. и др. Напряжение стенки левого желудочка при гипертонической болезни // I Конгр. ассоциации кардиологов стран СНГ (Тезисы). — М., 1997. — С. 150. / Galjavin A.S., Gluhova T.S., Kamalov G.M. et al. The tension of left ventricle wall at hypertension // I Congress of the Cardiologists of CIS Countries (Abstracts). — М., 1997. — P. 150 [Russian].

15. Brutsaert D.L. Nonuniformity: a physiologic modulator of contraction and relaxation of the normal heart // J. Am. Coll. Cardiol. — 1987. — Vol. 9, № 2. — P. 341–348.

16. Brutsaert D.L., Sys S.U. Relaxation and diastole of the heart // Physiol. Rev. — 1989. — Vol. 69, № 4. — P. 1228–1315.