

Индекс глобальной функции левого желудочка у условно здоровых лиц при эхокардиографическом исследовании

А.Ю. Капустина^{1,2}, Т.А. Заренкова¹, М.Н. Алёхин^{1,2}

¹ ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» УД Президента РФ, Москва, Российская Федерация

² ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» УД Президента РФ, Москва, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Одной из важнейших задач методов оценки сердечно-сосудистой визуализации является определение глобальной функции левого желудочка (ЛЖ). С этой целью обычно рассчитывают фракцию выброса ЛЖ (ФВ ЛЖ). Наряду с оценкой ФВ ЛЖ можно использовать глобальную продольную систолическую деформацию (ГПСД) ЛЖ или индекс глобальной функции ЛЖ (ИГФ ЛЖ), вычисляемые с помощью эхокардиографии (ЭхоКГ). **Целью** данного исследования было определить значения ИГФ ЛЖ у условно здоровых лиц, сравнить между собой воспроизводимость различных показателей глобальной функции ЛЖ и изучить зависимость значений ИГФ ЛЖ от возраста и пола у условно здоровых лиц. **Материалы и методы.** В период с 2022 по 2023 гг. было обследовано 100 условно здоровых лиц, средний возраст которых составил $38,0 \pm 9,8$ (36,1–40,0) лет. Из них у 20 случайно выбранных обследованных проводилась оценка внутрииндивидуальной и межиндивидуальной вариабельности показателей глобальной функции ЛЖ. Всем обследованным была проведена трансторакальная ЭхоКГ. ИГФ ЛЖ вычисляли с помощью эхокардиографии как отношение ударного объема ЛЖ к глобальному объему ЛЖ, который представляет собой сумму среднего объема полости ЛЖ и объема миокарда ЛЖ. **Результаты.** Определены нормальные значения ИГФ ЛЖ у условно здоровых лиц – $28,1 \pm 3,9\%$. Корреляционный анализ показал высокую тесноту связи показателей для внутрииндивидуальной и межиндивидуальной вариабельности в отношении ИГФ ЛЖ ($p < 0,001$, коэффициент Пирсона – 0,780 и коэффициент вариации – 5,1 для внутрииндивидуальной вариабельности, $p < 0,001$, коэффициент Пирсона – 0,725 и коэффициент вариации – 5,2 для межиндивидуальной вариабельности). Выявлены статистически значимые различия значений ИГФ ЛЖ у условно здоровых лиц в зависимости от возраста ($p = 0,002$). Значения ИГФ ЛЖ у женщин ($29,6 \pm 4,0\%$) были значимо выше, чем у мужчин ($26,8 \pm 3,3\%$, $p < 0,001$). **Выводы.** Таким образом были определены значения ИГФ ЛЖ у условно здоровых лиц, полученные с помощью ЭхоКГ. По результатам исследования получены высокие показатели внутрииндивидуальной и межиндивидуальной вариабельности ИГФ ЛЖ. Выявлена зависимость значений ИГФ ЛЖ от возраста и пола обследованных условно здоровых лиц.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: систолическая функция, левый желудочек, индекс глобальной функции левого желудочка, фракция выброса левого желудочка, ремоделирование левого желудочка, здоровые лица.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Left ventricular global function index in healthy individuals by echocardiography

A.Yu. Kapustina^{1,2}, T.A. Zarenkova¹, M.N. Alekhin^{1,2}

¹ Central Clinical Hospital With Outpatient Clinic, Moscow, Russian Federation

² Central State Medical Academy of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russian Federation

SUMMARY

Determination of the global function of the left ventricle (LV) is one of the most important tasks of assessment of the methods of cardiovascular imaging. Nowadays ejection fraction LV (EF LV) and global longitudinal strain (GLS) calculated by echocardiography are widely used for this purpose. However, the methods have a number of limitations that require finding effective and accessible indicators that can be used in daily practice. One of the proposed indicators is LV global function index (LV GFI), calculated by echocardiography and taking into account cardiac remodeling. **The purpose** of this study was to determine LV GFI values in healthy individuals, to compare the reproducibility of different rates of global function LV and to explore ratios depend LV GFI on age and gender in healthy individuals. **Methods.** Between 2022 and 2023, was examined included 100 healthy individuals with average age of 38.0 ± 9.8 (36.1–40.0). Of these, 20 examined randomly selected assessed intraindividual and interindividual variability of global function LV. All patients were done a transthoracic echocardiography. The LV GFI by echocardiography was defined by the ratio of stroke volume divided by LV total volume defined as the sum of mean LV cavity and myocardial volumes. **Results.** The study determined normal LV GFI values in healthy persons – $28.1 \pm 3.9\%$. Correlation analysis showed a high degree of interrelation between the indicators for intraindividual and interindividual variability in relation to LV GFI ($p < 0.001$, Pearson correlation coefficient – 0.780 and coefficient of variation – 5.1 for intraindividual variability, $p < 0.001$, Pearson correlation coefficient – 0.725 and coefficient of variation – 5.2 for interindividual variability). The differences of LV GFI values were statistically significant according to age ($p = 0.002$) in healthy individuals. LV GFI values were significantly higher ($p < 0.001$) in women ($29.6 \pm 4.0\%$) than in men ($26.8 \pm 3.3\%$). **Conclusions.** LV GFI values were determined in healthy persons by echocardiography. The results of the study showed high intraindividual and interindividual variability of LV GFI. LV GFI values were dependent on age and gender of healthy persons.

KEYWORDS: systolic function, left ventricle, left ventricle global function index, left ventricular ejection fraction, left ventricle remodeling, healthy individuals.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare that they have no conflicts of interest.

Введение

В настоящее время эхокардиография (ЭхоКГ) является доступным, простым и широко используемым в повседневной практике методом оценки систолической функции левого желудочка (ЛЖ), которая является важным фактором при принятии клинических решений и стратификации риска при различных сердечно-сосудистых заболеваниях [1]. Наиболее часто для оценки систолической функции ЛЖ используется фракция выброса, которая является основным критерием включения в большинство рандомизированных клинических исследований, связанных с кардиологией [2]. Однако, несмотря на важность и широкое использование ФВ ЛЖ, существует ряд ее ограничений в оценке функции сердца. Во-первых, снижение ФВ ЛЖ не отражает лежащую в его основе патофизиологию процесса, так как причинами снижения ФВ ЛЖ могут быть различные заболевания сердца [3]. Во-вторых, имеются ограничения непосредственно у самого ЭхоКГ метода, включающие плохую визуализацию, межисследовательскую вариабельность значений, зависимость от геометрических допущений метода Симпсона, рекомендованного для определения ФВ ЛЖ [4]. Привлекательным и перспективным методом для оценки функции ЛЖ является спекл-трекинг ЭхоКГ, которая, однако напрямую зависит от качества изображения (отмечается снижение качества отслеживания спеклов серой шкалы в дистальных участках изображения, а также существует зависимость от частоты кадров) и требует наличия дополнительного программного обеспечения. Учитывая наличие ограничений в расчетах уже известных существующих методов оценки систолической функции левого желудочка, поиск новых методов ее оценки остается актуальным вопросом до сих пор.

Индекс глобальной функции ЛЖ (ИГФ ЛЖ) впервые был предложен в 2013 г. [5] на основе показателей, определяемых с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ). В исследование было включено 5004 пациентов, из которых у 4425 не произошло значимых клинических событий, что позволило отнести их к группе условно здоровых лиц. Средний возраст в этой группе составил 61 ± 10 лет, соотношение мужчин (2015 – 46%) и женщин было примерно одинаковое, значение ИГФ ЛЖ составило $40 \pm 7\%$.

Параметры, необходимые для расчета ИГФ ЛЖ, возможно получить с помощью трансторакальной ЭхоКГ. В 2019 году появилась работа Nwabuo C, et al. (2019) [6], использующая этот показатель для анализа функции левого желудочка относительно здоровых лиц с помощью ЭхоКГ. В данной работе оценена связь между эхокардиографически определенным ИГФ ЛЖ, сердечно-сосудистым риском и будущими сердечно-сосудистыми событиями.

Целью нашего исследования было установить значения ИГФ ЛЖ у условно здоровых лиц, оценить воспроизводимость различных показателей глобальной функции ЛЖ, а также изучить зависимость значений ИГФ ЛЖ от возраста и пола у условно здоровых лиц.

Материалы и методы

В наше исследование было включено 100 условно здоровых лиц, находившиеся на обследовании в терапевтических отделениях ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Управления делами Президента Российской Федерации в период с 2022 по 2023 год по программе быстрого обследования (check-up). Включались лица с полученным информированным добровольным согласием, старше 18 лет, с синусовым ритмом, при наличии оптимального ЭхоКГ изображения. Протокол исследования и образец информированного согласия были одобрены этическим комитетом ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, г. Москва (протокол № 03/2020 от 09.06.2020 г.). Критериями невключения были отказ пациента от исследования, значимые нарушения ритма и проводимости (фибрилляция/трепетание предсердий, частая желудочковая экстрасистолия, полная блокада левой/правой ножки пучка Гиса), наличие сердечной недостаточности, инфаркта миокарда в анамнезе, наличие острого нарушения мозгового кровообращения в анамнезе, артериальная гипертензия, сахарный диабет, периферический атеросклероз, прием антигипертензивных препаратов, беременность, наличие хронической болезни почек, отсутствие оптимальной визуализации сердца по данным ЭхоКГ, гипертрофия миокарда ЛЖ, дилатация полости ЛЖ, умеренные и тяжелые приобретенные/врожденные клапанные пороки сердца.

Всем обследованным было проведено трансторакальное ЭхоКГ исследование с применением ультразвуковых сканеров Vivid E9 (General Electric Medical Systems, USA) мультичастотным (1,4–4,6 МГц) секторным датчиком M5Sc-D; Vivid E95 (General Electric Medical Systems, USA) мультичастотным (2,8–8 МГц) секторным датчиком 6S-D.

Измерения размеров и объемов камер сердца при ЭхоКГ исследовании выполнялось в соответствии с общепринятыми рекомендациями (В-режим и М-режим) [7]. Толщина межжелудочковой перегородки (ТМЖП) и толщина задней стенки левого желудочка (ТЗСЛЖ) были получены из парастернальной позиции по длинной оси ЛЖ в В-режиме на уровне кончиков створок митрального клапана. Конечный диастолический объем (КДО) и конечный систолический объем (КСО) ЛЖ были получены из апикального доступа четырехкамерной позиции с помощью ручной трассировки границ эндокарда.

Измерения ММЛЖ проводилось в парастернальной позиции по длинной оси в М-режиме под контролем В-режима по формуле Devereux R.B. и Alonso D., рекомендуемой Американским эхокардиографическим обществом (ASE), основанной на линейных измерениях и модели ЛЖ в виде вытянутого эллипсоида вращения [8].

ИГФ ЛЖ вычисляли по формуле:

$$\text{ИГФ ЛЖ} = \frac{\text{УО}}{\frac{\text{КДО ЛЖ} + \text{КСО ЛЖ}}{2} + \text{объем миокарда ЛЖ}} \times 100\%.$$

Объем миокарда ЛЖ рассчитывался как ММЛЖ/плотность ЛЖ, где плотность ЛЖ равнялась 1,05 г/мл.

В процессе анализа была произведена оценка внутрииндивидуальной и межиндивидуальной вариабельности показателей систолической функции ЛЖ (ИГФ ЛЖ, ФВ ЛЖ и глобальной продольной систолической деформации (ГПСД) ЛЖ) у 20 случайно отобранных условно здоровых лиц. Внутрииндивидуальная вариабельность определялась одним и тем же специалистом по истечении двух месяцев после изначального расчета показателей систолической функции ЛЖ. Межиндивидуальная вариабельность оценивалась двумя независимыми специалистами, не ознакомленными с результатами исследования друг друга, по одним и тем же серошкальным эхокардиографическим изображениям, используя один и тот же сердечный цикл для расчета показателей.

Средний возраст обследуемых составил 38,04±9,8 лет. Для всех обследованных был проведен анализ антропометрических показателей – роста, веса, площади поверхности тела (ППТ) и индекса массы тела (ИМТ).

Характеристика обследованных лиц представлена в таблице 1.

Как представлено в таблице 1, соотношение мужчин и женщин было практически в равных количествах с некоторым преобладанием мужчин, у большинства отмечалась избыточная масса тела (состояние предожирения).

Таблица 1
Характеристика обследованных лиц

Параметр	Значение
Пол (мужчины/женщины), абс. (%)	55/45 (55%/45%)
Возраст, годы (M±SD, ДИ 95%)	38,0±9,8 (36,1–40,0)
Рост, см (M±SD, ДИ 95%)	173,6±8,97 (171,6–175,6)
Вес, кг (M±SD, ДИ 95%)	76,9±16,8 (73,2–80,6)
ИМТ, кг/м ² (M±SD, ДИ 95%)	25,4±4,7 (24,4–26,5)
ППТ, м ² (M±SD, ДИ 95%)	1,90±0,23 (1,85–1,95)

Примечания: ИМТ – индекс массы тела, ППТ – площадь поверхности тела.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью стандартного статистического пакета программ IBM SPSS Statistics Version 26.0 для iOS. При анализе нормальности распределения количественных показателей использовались критерий Шапиро – Уилка (при количестве исследуемых менее 50) и критерий Колмогорова – Смирнова (при количестве исследуемых более 50). При нормальном распределении количественные показатели представлены в виде средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD), границ 95% доверительного интервала (ДИ 95%). При отличии от нормального распределения количественные показатели описывались при помощи значений медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей. Для описания номинальных данных использовались абсолютные значения и процентные доли. Для совокупностей с нормально распределенными количественными данными при сравнении средних величин рассчитывался t-критерий Стьюдента. Для совокупностей количественных данных с распределением, отличающимся от нормального, использовался U-критерий Манна – Уитни. Статистическая значимость различий количественных показателей, имеющих нормальное распределение, между группами

оценивалась при помощи однофакторного дисперсионного анализа путем расчета критерия F Фишера. При сравнении нескольких выборок количественных данных, имеющих распределение, отличное от нормального, использовался критерий Краскела – Уоллиса. Оценка согласия различных эхокардиографических показателей у условно здоровых лиц оценивалась с помощью метода Блэнда и Альтмана. Оценка статистической значимости корреляционной связи осуществлялась с помощью t-критерия. Значения коэффициента корреляции r_{xy} интерпретировались в соответствии со шкалой Чеддока. Статистически значимыми считались различия при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты исследования

Результаты ЭхоКГ исследования условно лиц представлены в таблице 2.

Таблица 2
Эхокардиографические показатели условно здоровых лиц (n=100)

Показатели	Значение
КДР ЛЖ, мм (M±SD, ДИ 95%)	46,1±4,8 (45,1–47,1)
ТМЖП, мм (M±SD, ДИ 95%)	8,69±1,2 (8,44–8,93)
ТЗСЛЖ, мм (M±SD, ДИ 95%)	8,74±1,4 (8,47–9,01)
ММЛЖ, гр (M±SD, ДИ 95%)	135,7±30,0 (127,7–143,7)
ИММЛЖ, гр/м ² (M±SD, ДИ 95%)	71,7±15,0 (68,3–75,0)
КДО ЛЖ, мл (M±SD, ДИ 95%)	95,1±21,4 (90,8–99,3)
КСО ЛЖ, мл (M±SD, ДИ 95%)	37,5±9,5 (35,6–39,4)
УО ЛЖ, мл (M±SD, ДИ 95%)	57,6±12,9 (55,0–60,1)
ИГФ ЛЖ, % (M±SD, ДИ 95%)	28,1±3,9 (27,3–28,9)

Примечания: ДИ – доверительный интервал, ИГФ ЛЖ – индекс глобальной функции левого желудочка, ИММЛЖ – индекс массы миокарда левого желудочка, КДР ЛЖ – конечный диастолический размер левого желудочка, КДО ЛЖ – конечный диастолический объем левого желудочка, КСО ЛЖ – конечный систолический объем левого желудочка, ММЛЖ – масса миокарда левого желудочка, ТЗСЛЖ – толщина задней стенки левого желудочка, ТМЖП – толщина межжелудочковой перегородки, УО ЛЖ – ударный объем левого желудочка.

По данным таблицы 2 у относительно здоровых лиц с нормальными основными ЭхоКГ показателями и нормальными значениями ГПСД ЛЖ ИГФ ЛЖ составил 28,1±3,9%.

Была произведена оценка внутрииндивидуальной и межиндивидуальной вариабельности показателей глобальной функции ЛЖ у 20 случайно отобранных условно здоровых лиц.

В таблице 3 представлены данные оценки внутрииндивидуальной вариабельности со сравнением средних значений, расчетом средней разницы и коэффициента вариации (CV).

Как представлено в таблице 3 не было получено статистически значимых различий между средними значениями ИГФ ЛЖ, ФВ ЛЖ и ГПСД ЛЖ, Коэффициенты вариации были низкие для всех трех показателей, а наиболее низкие значения коэффициента вариации были получены для ФВ ЛЖ.

На рисунке 1 представлены диаграммы Блэнда и Альтмана, иллюстрирующие внутрииндивидуальную вариацию различных показателей систолической функции левого желудочка.

Таблица 3

Оценка внутрииндивидуальной вариабельности показателей систолической функции ЛЖ (n=20)

Показатели	1 исследователь	1 исследователь спустя 2 месяца	p	Среднее различия (M±SD; 95% ДИ)	CV, %
ИГФ ЛЖ, % (M±SD; 95% ДИ)	26,4±3,2 (24,9–28,0)	27,6±3,2 (26,1–29,1)	0,267	-1,16±2,15 (-2,17; -0,15)	5,1
ФВ ЛЖ, % (M±SD; 95% ДИ)	60,6±2,4 (59,5–61,7)	61,5±3,0 (60,1–63,0)	0,291	-0,93±2,87 (-2,27; 0,41)	3,0
ГПСД ЛЖ, % (M±SD; 95% ДИ)	20,9±1,8 (20,1–21,8)	20,3±1,4 (19,6–20,9)	0,197	0,68±1,41 (0,02; 1,34)	4,7

Примечания: ГПСД ЛЖ – глобальная продольная систолическая деформация левого желудочка, ДИ – доверительный интервал, ИГФ ЛЖ – индекс глобальной функции левого желудочка, ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка, CV – coefficient of variation (коэффициент вариации).

Таблица 4

Оценка межиндивидуальной вариабельности показателей систолической функции ЛЖ (n=20)

Показатели	1 исследователь	2 исследователь	p	Среднее различия (M±SD; 95% ДИ)	CV, %
ИГФ ЛЖ, % (M±SD; 95% ДИ)	26,4±3,2 (24,9–28,0)	26,4±3,1 (25,0–27,9)	0,992	0,01±2,38 (-1,10; 1,12)	5,2
ФВ ЛЖ, % (M±SD; 95% ДИ)	60,6±2,4 (59,5–61,7)	59,7±4,2 (57,7–61,7)	0,414	0,90±4,45 (-1,19; 2,98)	4,2
ГПСД ЛЖ, % (M±SD; 95% ДИ)	20,9±1,8 (20,1–21,8)	20,4±2,0 (19,5–21,3)	0,430	0,54±1,47 (-0,15; 1,22)	4,6

Примечания: ГПСД ЛЖ – глобальная продольная систолическая деформация левого желудочка, ДИ – доверительный интервал, ИГФ ЛЖ – индекс глобальной функции левого желудочка, ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка, CV – coefficient of variation (коэффициент вариации).

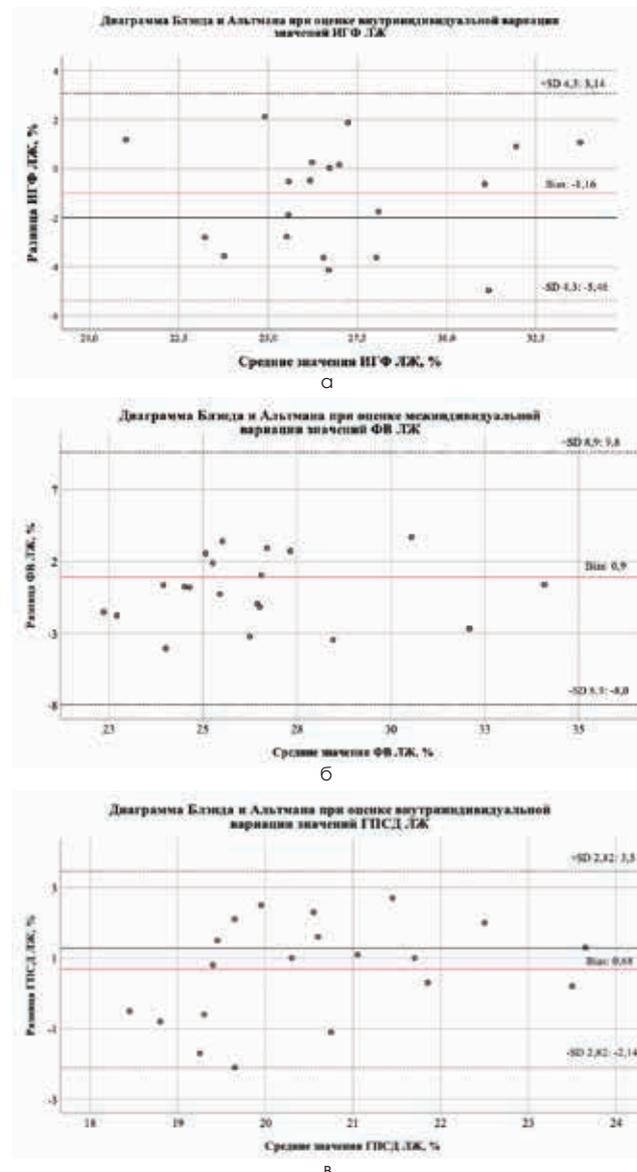


Рисунок 1. Диаграммы Блэнда и Альтмана для внутрииндивидуальной вариабельности: а – ИГФ ЛЖ, б – ФВ ЛЖ, в – ГПСД ЛЖ

При анализе Блэнда и Альтмана (рисунок 1) среднее различия внутрииндивидуальной вариабельности составило $-1,16 \pm 2,15$ (95% ДИ: $-2,17; -0,15$) для ИГФ ЛЖ, $-0,93 \pm 2,87$ (95% ДИ: $-2,27; 0,41$) для ФВ ЛЖ и $0,68 \pm 1,41$ (95% ДИ: $0,02; 1,34$) для ГПСД ЛЖ.

В таблице 4 представлены данные оценки межиндивидуальной вариабельности показателей систолической функции ЛЖ.

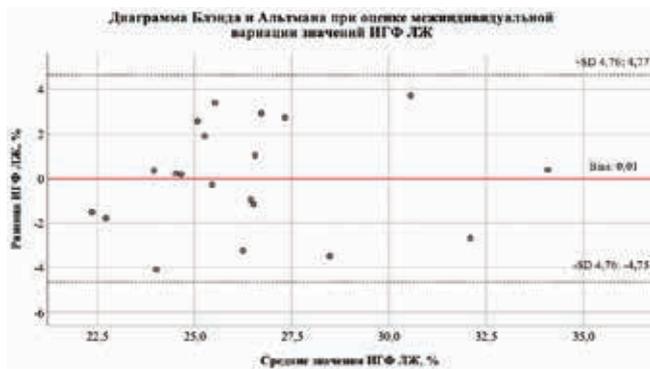
По данным таблицы 4 средние значения показателей систолической функции левого желудочка не имели значимых различий, значения коэффициентов вариации были сопоставимо низкие для различных методов.

На рисунке 2 изображена межиндивидуальная вариабельность различных показателей систолической функции левого желудочка в виде диаграмм Блэнда и Альтмана.

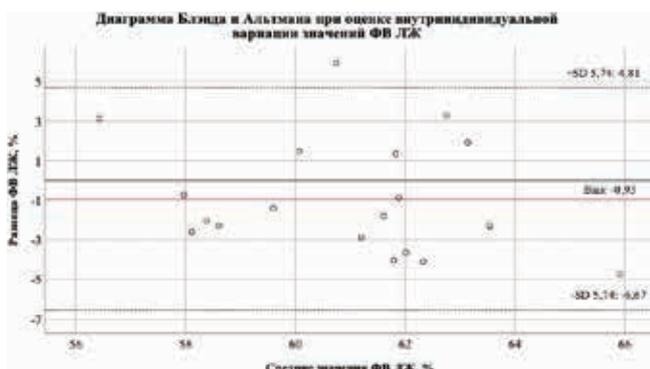
При анализе Блэнда и Альтмана (рисунок 2) среднее различия межиндивидуальной вариабельности составило $0,01 \pm 2,38$ (95% ДИ: $-1,10; 1,12$) для ИГФ ЛЖ, $0,90 \pm 4,45$ (95% ДИ: $-1,19; 2,98$) для ФВ ЛЖ и $0,54 \pm 1,47$ (95% ДИ: $-0,15; 1,22$) для ГПСД ЛЖ.

Был произведен расчет коэффициента корреляции Пирсона (r_{xy}) ИГФ ЛЖ для внутрииндивидуальной вариабельности. Его значения составили 0,780 (высокая теснота связи показателей, $p < 0,001$). Значения коэффициента корреляции для оценки межиндивидуальной вариабельности показателей для ИГФ ЛЖ равнялись 0,725 (высокая теснота связи показателей, $p < 0,001$). Полученные данные анализа оценки межиндивидуальной и внутрииндивидуальной вариабельности для ИГФ ЛЖ говорят о высокой межиндивидуальной и внутрииндивидуальной воспроизводимости результатов.

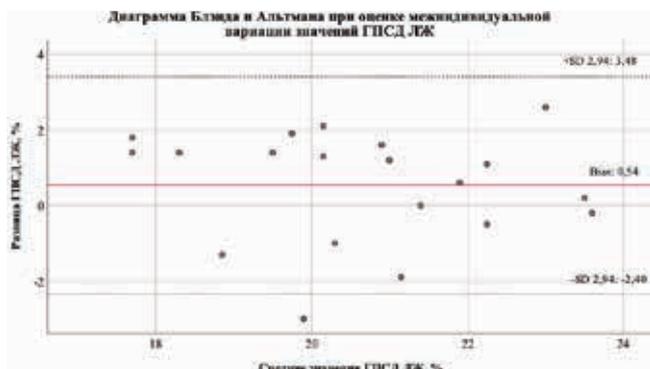
Был проведен анализ зависимости ИГФ ЛЖ у обследованных нами лиц от возраста (рисунок 3). Все обследованные были разделены на четыре группы: младше 29 лет ($n=20$), 30–39 лет ($n=35$), 40–49 лет ($n=34$) и старше 50 лет ($n=11$).



а



б



в

Рисунок 2. Диаграммы Блэнда и Альтмана для межиндивидуальной вариации: а – ИГФ ЛЖ, б – ФВ ЛЖ, в – ГПСД ЛЖ

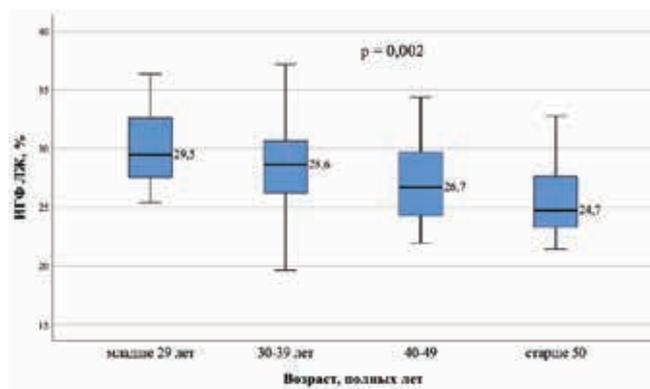


Рисунок 3. Значения ИГФ ЛЖ в зависимости от возраста у условно здоровых лиц

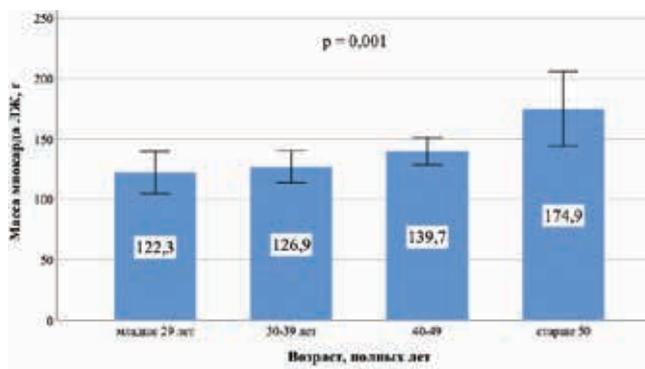


Рисунок 4. Значения ММЛЖ в зависимости от возраста у условно здоровых лиц

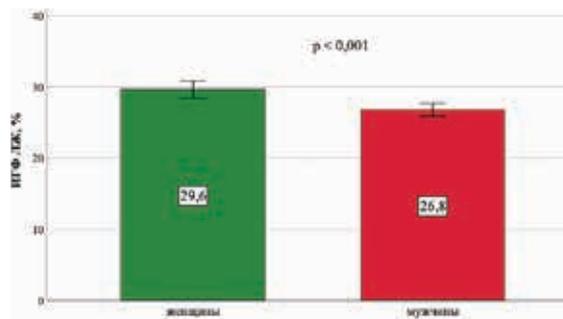


Рисунок 5. Значения ИГФ ЛЖ в зависимости от пола у условно здоровых лиц

Как представлено на рисунке 3 значения ИГФ ЛЖ имели статистически значимые различия в зависимости от возраста ($p=0,002$). Апостериорные сравнения показали, что ИГФ ЛЖ был статистически значимо выше в группе младше 29 лет (29,5%, 27,5–32,6%), чем у лиц 40–49 лет (26,7%, 24,3–30,0%; $p=0,025$) и чем в группе старше 50 лет (24,7%, 23,3–27,6%; $p=0,009$). Отмечалась тенденция к более высоким цифрам ИГФ ЛЖ в группе 30–39 лет в сравнении с группой старше 50 лет (28,6%, 26,2–30,6%; $p=0,053$).

Проведен анализ зависимости от возраста отдельных показателей, входящих в формулу расчета ИГФ ЛЖ (ММЛЖ, ударный объем (УО) ЛЖ, КДО ЛЖ и КСО ЛЖ) для условно здоровых лиц.

На рисунке 4 показана зависимость ММЛЖ от возраста.

Из всех показателей, входящих в формулу расчета ИГФ ЛЖ, только ММЛЖ продемонстрировала статистически значимые различия в разных возрастных группах обследуемых ($p=0,001$, рисунок 4). Апостериорный анализ с помощью критерия Геймса – Хауэлла показал, что ММЛЖ была статистически значимо больше в группе старше 50 лет ($174,9 \pm 46,0$ г), чем у лиц младше 29 лет ($122,3 \pm 37,3$ г; $p=0,004$) и чем в группе 30–39 лет ($127,0 \pm 38,7$ г; $p=0,004$).

Проанализирована зависимость ИГФ ЛЖ от пола обследуемых условно здоровых лиц (рисунок 5).

Как показано на рисунке 5, значения ИГФ ЛЖ статистически значимо были выше у женщин и составили $29,6 \pm 4,0\%$, чем у мужчин – $26,8 \pm 3,3\%$ ($p < 0,001$).

Проведен анализ сравнения значений ММЛЖ у мужчин и женщин у условно здоровых лиц (рисунок 6).

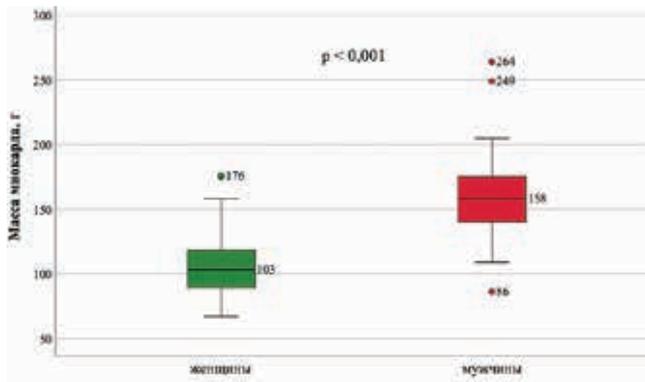


Рисунок 6. Значения ММЛЖ в зависимости от пола у условно здоровых лиц

Как представлено на рисунке 6, ММЛЖ у женщин была меньше (103 г (89–118 г)) при сравнении с ММЛЖ, полученной у мужчин (158 г (140–175,5 г)), и ее значения имели статистически значимые различия ($p < 0,001$).

Таким образом, по полученным нами данным значения ИГФ ЛЖ зависят от пола и возраста обследуемых.

Обсуждение

Целенаправленных исследований для определения нормальных значений ИГФ ЛЖ на настоящий момент не проводилось. На момент подготовки этой статьи вышли три публикации, относящиеся к ИГФ ЛЖ, в которые включены группы относительно здоровых лиц [5, 6, 9] (таблица 5).

Mewton N, et al. (2013) [5] в своей работе впервые представили ИГФ ЛЖ на основе метода МРТ, как новый маркер для прогноза сердечно-сосудистых событий, используя базу данных мультиэтнического исследования атеросклероза. Из 5004 исследованных пациентов у 4425 не произошло значимых клинических событий, что позволило отнести их к контрольной группе. Средний возраст в этой группе составил 61 ± 10 лет, соотношение мужчин (2015 – 46%) и женщин было примерно одинаковое, значение ИГФ ЛЖ составило $40 \pm 7\%$.

Также в работе по дифференциальной диагностике амилоидоза и гипертрофической кардиомиопатии методом МРТ [9] фигурировала контрольная группа пациентов, количественно значительно уступающая предыдущей представленной публикации. Было включено 35 относительно здоровых пациентов в возрасте 51 ± 9 года с равномерным гендерным распределением (19 женщин – 54%) со значе-

ниями ИГФ ЛЖ $51 \pm 7,3\%$. Возможно, большие значения ИГФ ЛЖ были получены из-за более молодого возраста пациентов в группе.

ИГФ ЛЖ оцененный с помощью ЭхоКГ у относительно здоровых лиц был предложен в публикации по изучению прогностической ценности ИГФ ЛЖ в отношении сердечной недостаточности и сердечно-сосудистых заболеваний у молодых лиц [6]. Всего из 4107 пациентов в контрольную группу вошло 3900 человек $29,9 \pm 3,6$ лет, из них мужчин 1720 (44,1%) и значения ИГФ ЛЖ у них составили $34,6 \pm 6,4\%$. По-видимому, более низкие значения в сравнении с предыдущими двумя данными обусловлены различными методиками получения ИГФ ЛЖ – МРТ и ЭхоКГ.

В нашем исследовании был проведен анализ ИГФ ЛЖ с помощью ЭхоКГ у 100 условно здоровых лиц. Полученные нами значения ИГФ ЛЖ $28,1 \pm 3,9\%$ были ниже, чем в исследовании Nwabuo C, et al. (2019) [6], что, по-видимому, связано с более молодым возрастом обследованных ($38,0 \pm 9,8$ и $29,9 \pm 3,6$ соотв.) и, возможно, большей выборкой обследованных. К тому же в нашем исследовании в сопоставимой по возрасту группе обследованных < 29 лет значения ИГФ ЛЖ были близки к значениям, полученным в исследовании Nwabuo C, et al. (2019) [6] ($29,5\%$, $27,5$ – $32,6\%$ и $34,6 \pm 6,4\%$ соотв.). Наши значения ИГФ ЛЖ предсказуемо были существенно ниже, чем в исследованиях, использующих для расчета индекса метод МРТ [5, 9].

Выявленная нами зависимость ИГФ ЛЖ от возраста и пола обследованных была обусловлена в большей степени значениями ММЛЖ. Этой зависимостью может объясняться прогностическое значение ИГФ ЛЖ, которое ранее было неоднократно показано у пациентов при инфаркте миокарда, гипертрофической кардиомиопатии, сердечной недостаточности и аортальном стенозе [10–16].

Выводы

- 1) По итогам нашего исследования значения ИГФЛЖ у относительно здоровых лиц варьировали от 19,6% до 37,2% и в среднем составили $28,1 \pm 3,9\%$.
- 2) По данным анализа внутрииндивидуальной и межиндивидуальной вариабельности ИГФ ЛЖ обладал хорошей воспроизводимостью.
- 3) По результатам исследования были получены статистически значимые различия значений ИГФ ЛЖ у условно здоровых лиц в зависимости от возраста и пола.

Таблица 5
Нормальные значения ИГФ ЛЖ по данным различных публикаций

Публикация	Метод	N	Мужчины	Возраст, годы	ИГФ ЛЖ, %
Huang, Shan et al. [9]	МРТ	35	16 (46%)	$51,0 \pm 9,0$	$51,9 \pm 7,3\%$
Mewton N. et al. [5]	МРТ	4 425	2015 (46%)	$61,0 \pm 10,0$	$40,0 \pm 7,0\%$
Nwabuo, Chike C et al. [6]	ЭхоКГ	3900	1720 (44,1%)	$29,9 \pm 3,6$	$34,6 \pm 6,4\%$
Собственные данные	ЭхоКГ	100	55%	$38,0 \pm 9,8$	$28,1 \pm 3,9\%$

Примечания: МРТ – магнитно-резонансная томография, ЭхоКГ – эхокардиография.

Список литературы / References

- Baron T, Berglund L, Hedin EM, et al. Test-retest reliability of new and conventional echocardiographic parameters of left ventricular systolic function. *Clin Res Cardiol.* 2019 Apr;108(4):355–365. doi:10.1007/s00392-018-1363-7.
- Nauta JF, Jin X, Hummel YM, et al. Markers of left ventricular systolic dysfunction when left ventricular ejection fraction is normal. *Eur J Heart Fail.* 2018 Dec;20(12):1636–1638. doi:10.1002/ehfj.1326.
- Patel RB, Vaduganathan M, Greene SJ, et al. Nomenclature in heart failure: a call for objective, reproducible, and biologically-driven terminology. *Eur J Heart Fail.* 2018 Oct;20(10):1379–1381. doi:10.1002/ehfj.1231.
- Sapin PM, Schroder KM, Gopal AS, et al. Comparison of two- and three-dimensional echocardiography with cineventriculography for measurement of left ventricular volume in patients. *J Am Coll Cardiol.* 1994 Oct;24(4):1054–63. doi:10.1016/0735-1097(94)90869-9.
- Mewton N, Opdahl A, Choi EY, et al. Left ventricular global function index by magnetic resonance imaging—a novel marker for assessment of cardiac performance for the prediction of cardiovascular events: the multi-ethnic study of atherosclerosis. *Hypertension.* 2013 Apr;61(4):770–8. doi:10.1161/HYPERTENSION-AHA.111.198028.
- Nwabuo CC, Moreira HT, Vasconcellos HD, et al. Left ventricular global function index predicts incident heart failure and cardiovascular disease in young adults: the coronary artery risk development in young adults (CARDIA) study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2019 May 1;20(5):533–540. doi:10.1093/ehjci/jej123.
- Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr.* 2015 Jan;28(1):1–39.e14. doi: 10.1016/j.echo.2014.10.003.
- Devereux RB, Alonso DR, Lutas EM, et al. Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings. *Am J Cardiol.* 1986 Feb 15;57(6):450–8. doi:10.1016/0002-9149(86)90771-x.
- Huang S, Xu HY, Diao KY, et al. Left ventricular global function index by magnetic resonance imaging - a novel marker for differentiating cardiac amyloidosis from hypertrophic cardiomyopathy. *Sci Rep.* 2020 Mar 13;10(1):4707. doi: 10.1038/s41598-020-61608-9.
- Eitel I, Pöss J, Jobs A, et al. Left ventricular global function index assessed by cardiovascular magnetic resonance for the prediction of cardiovascular events in ST-elevation myocardial infarction. *J Cardiovasc Magn Reson.* 2015 Jul 16;17(1):62. doi:10.1186/s12968-015-0161-x.
- Reinstadler SJ, Klug G, Feistritzer HJ, et al. Prognostic value of left ventricular global function index in patients after ST-segment elevation myocardial infarction. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2016 Feb;17(2):169–76. doi: 10.1093/ehjci/jev129. Epub 2015 Jun 7.
- Капустина А.Ю., Минушкина Л.О., Алёхин М.Н. и др. Индекс глобальной функции левого желудочка в качестве прогностического фактора сердечно-сосудистых осложнений у пациентов с острым коронарным синдромом. *Кардиология.* 2021;61(8):23–31. doi:10.18087/cardio.2021.8.n1508
- Kapustina AYU, Minushkina LO, Alekhin MN, et al. Left ventricular global function index as a predictor of adverse cardiovascular events in patients with acute coronary syndrome. *Kardiologiya.* 2021;61(8):23–31. (In Russ.)
- Ларина В.Н., Лунев В.И., Алёхин М.Н. Индекс глобальной функции левого желудочка: прогностическое значение у пациентов с хронической сердечной недостаточностью в возрасте 60 лет и старше. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2020;19(5):2404. doi: 10.15829/1728-8800-2020-2404
- Larina VN, Lunev VI, Alekhin MN. Left ventricular global function index: prognostic value in patients with heart failure aged 60 years and older. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2020;19(5):2404. (In Russ.)
- Ларина В.Н., Лунев В.И. Фенотипирование амбулаторных пациентов с сердечной недостаточностью с сохраненной фракцией выброса левого желудочка и неблагоприятным прогнозом // *Российский кардиологический журнал.* – 2024. – Т. 29, № 3. – С. 105–112. – doi:10.15829/1560-4071-2024-5759.
- Larina VN, Lunev VI. Phenotyping of outpatients with heart failure with preserved ejection fraction and poor prognosis. *Russian Journal of Cardiology.* 2024;29(3):5759. (In Russ.)
- Desai MY, Mentias A, Alashi A, et al. LV Global Function Index Provides Incremental Prognostic Value Over LGE and LV GLS in HCM. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2020 Sep;13(9):2052–2054. doi:10.1016/j.jcmg.2020.03.023.
- Капустина А.Ю., Минушкина Л.О., Алёхин М.Н. и др. Прогностическое значение индекса глобальной функции левого желудочка у больных с аортальным стенозом / *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* – 2023. – № 2. – С. 9–22. – doi:10.24835/1607-0771-2023-2-9-22.
- Kapustina AYU, Minushkina LO, Alekhin MN, et al. Left ventricular global function index as a predictor of adverse cardiovascular events in patients with acute coronary syndrome. *Kardiologiya.* 2021;61(8):23–31. (In Russ.)

Статья поступила / Received 20.02.2025
Получена после рецензирования / Revised 21.02.2025
Принята в печать / Accepted 21.02.2025

Информация об авторах

Капустина Анастасия Юрьевна^{1, 2}, к.м.н., врач функциональной диагностики, ассистент кафедры терапии, кардиологии и функциональной диагностики с курсом нефрологии

E-mail: nast.capustina@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-7072-9783

Заренкова Татьяна Анатольевна¹, врач функциональной диагностики
ORCID: 0009-0004-1901-5728

Алёхин Михаил Николаевич^{1, 2}, д.м.н., профессор, заведующий отделением функциональной диагностики, профессор кафедры терапии, кардиологии и функциональной диагностики с курсом нефрологии
ORCID: 0000-0002-9725-7528

¹ ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» УД Президента РФ, Москва, Российская Федерация

² ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» УД Президента РФ, Москва, Российская Федерация

Контактная информация:

Капустина Анастасия Юрьевна. E-mail: nast.capustina@yandex.ru

Для цитирования: Капустина А.Ю., Заренкова Т.А., Алёхин М.Н. Индекс глобальной функции левого желудочка у условно здоровых лиц при эхокардиографическом исследовании. *Медицинский алфавит.* 2025;(4):26–32. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-4-26-32>

Author information

Anastasiya Yu. Kapustina^{1, 2}, PhD, doctor of functional diagnostics, assistant professor Division of Therapy, Cardiology, Functional Diagnostics and Nephrology
E-mail: nast.capustina@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-7072-9783

Zarenkova A. Tatyana¹, doctor of functional diagnostics
ORCID: 0009-0004-1901-5728

Mikhail N. Alekhin^{1, 2}, MD, Professor, Head of Functional Diagnostics Department, Professor Division of Therapy, Cardiology, Functional Diagnostics and Nephrology
ORCID: 0000-0002-9725-7528

¹ Central Clinical Hospital With Outpatient Clinic, Moscow, Russian Federation

² Central State Medical Academy of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russian Federation

Contact information

Anastasiya Yu. Kapustina. E-mail: nast.capustina@yandex.ru

For citation: Kapustina A.Yu, Zarenkova T.A., Alekhin M.N. Left ventricular global function index in healthy individuals by echocardiography. *Medical alphabet.* 2025;(4):26–32. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-4-26-32>

