

УДК 616.12-007.61-008.3-073.96

СПОРНЫЕ ВОПРОСЫ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ МИОКАРДА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА И ЕГО ГИПЕРТРОФИИ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР И СОБСТВЕННЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ)

Задорожная М.П., Разумов В.В.

ГБОУ ДПО НГИУВ Минздрава России, 654005, Кемеровская область, г. Новокузнецк, проспект Строителей, 5, 3mp@mail.ru

Статья освещает проблемы методического и методологического порядка при использовании наиболее распространенных эхокардиографических методов вычисления массы миокарда левого желудочка по линейным размерам у лиц с артериальной гипертонией, а также различных вариантов её индексации для диагностики гипертрофии миокарда левого желудочка, за которыми скрываются многочисленные факторы воздействия на вес миокарда в разных возрастных группах. В статье приведены множественные критерии гипертрофии миокарда левого желудочка даже в пределах одной индексации, затрудняющие интерпретацию полученных результатов. Возможным методом поиска оптимальной формулы расчёта массы миокарда левого желудочка и его стандартизации является изучение взаимосвязей структурных параметров левого желудочка с его систолической, диастолической функцией и многочисленными показателями структурно-функциональной перестройкой сосудистой системы при артериальной гипертонии. Приведены аргументации использования методики Penn Convention со стандартизацией к площади поверхности тела.

Ключевые слова: эхокардиография, масса миокарда левого желудочка, индекс массы миокарда левого желудочка, артериальная гипертония

CONTROVERSIAL ISSUES DEFINITIONS ECHOCARDIOGRAPHIC LEFT VENTRICULAR MASS AND HYPERTROPHY (ANALYSIS AND OWN OBSERVATIONS)

Zadorozhnaya M.P., Razumov V.V.

GBOU DPO NGIUV Russian Ministry of Health, 654005, Kemerovo region, Novokuznetsk, Prospect Builders, 5, 3mp@mail.ru

The article deals with the matter of methodical and methodological procedure in the most common echocardiographic methods for calculating of left ventricular mass in linear measurements in patients with hypertension, as well as various options for its indexing for the diagnosis of left ventricular hypertrophy, where many factors may impact on the weight of the myocardium in different age groups. Multiple criteria for left ventricular hypertrophy are present even within a single indexing, complicating interpretation of the results. Learning the relationship of the structural parameters of the left ventricle with systolic, diastolic function, and numerous indicators of structural and functional changes of the vascular system in arterial hypertension might be possible way for finding an optimal formula for calculating left ventricular mass and standardization. Reasoning for use of Penn Convention method with standardization to body surface area is given.

Keywords: echocardiography, left ventricular myocardial mass, left ventricular mass index, hypertension.

Гипертрофия миокарда левого желудочка (ГЛЖ), как элемент его структурной перестройки, считается признаком морфологического отклонения от нормы, ярким предиктором неблагоприятного прогноза вызвавшего его заболевания, а так же критерием, определяющим выбор активной тактики лечения [28]. За последние двадцать лет были проведены клинические исследования, доказавшие независимый вклад медикаментозного уменьшения массы миокарда ЛЖ (ММЛЖ) у больных артериальной гипертонией (АГ), что делает необходимым определение и контролирование ММЛЖ [18]. На основе этих представлений рекомендации последних лет по диагностике и лечению АГ включают в

алгоритм антигипертензивной тактики ведения пациентов измерение ММЛЖ с целью определения наличия ГЛЖ [4, 35].

Но все же однозначное представление о патогенности ГЛЖ отсутствует, что связано с взаимосвязанными проблемами как методического, так и методологического порядка: Первые касаются достоверности методик определения ММЛЖ, вторые – оценки полученных результатов с точки зрения наличия или отсутствия ГЛЖ. Кроме того, существует многочисленность и инструментальных подходов к определению ММЛЖ.

При измерении ММЛЖ исследователи сталкиваются с многофакторностью, оказывающей на неё влияние. Это – и зависимость ММЛЖ от размеров тела, и возможность лишь адаптивного увеличения ММЛЖ, например, при физической активности. Имеет место и разная чувствительность инструментальных методов определения ММЛЖ: некоторые авторы склоняются к большей чувствительности МРТ измерения [1, 3].

Все Эхо-кг вычисления ММЛЖ, основанные на определении разницы объемов ЛЖ по эпикарду и эндокарду, умноженной на плотность миокарда, сталкиваются с проблемами определения границ раздела тканей и оценки формы левого желудочка. При этом многие методы основаны на линейных измерениях в М-режиме под контролем В-режима, либо непосредственно в двумерном изображении [24]. Существовавшая ранее проблема идентификации границ раздела тканей, таких как «перикард-эпикард» и «кровь-эндокард», в последние годы, в общем, разрешена, но требует критического отношения к исследованиям прошлых лет и не освобождает исследователей от необходимости использования всех технических возможностей УЗ-сканеров.

Индивидуальные же различия геометрии ЛЖ препятствует созданию универсальной его математической модели даже в отсутствии локальных нарушений структуры ЛЖ и приближением его формы к эллипсу, что породило большое количество формул, а, следовательно, критериев определения ГЛЖ, следствием чего являются разные выводы о наличии гипертрофии у одного и того же пациента.

Кроме того, в настоящее время пользуются несколькими расчетными формулами определения ММЛЖ. Чаще применяются формулы рекомендованные American Society of Echocardiography (ASE) и Penn Convention (PC), использующие три измеренных параметра: толщину миокарда межжелудочковой перегородки (МЖП), задней стенки ЛЖ (ЗСЛЖ) в конце диастолы и его конечно-диастолический размер (КДР) с включением (формула ASE) или не включением толщины эндокарда (формула PC) в диаметр левого желудочка в зависимости от используемой формулы. Но результаты, полученные при применении этих формул не всегда сопоставимы, поэтому для интерпретации получаемых данных необходимо уточнение используемого метода расчёта параметров левого желудочка, которое на практике

не всегда доступно или которым пренебрегают. Причина расхождения кроется в следующем. Кубическая формула, изначально рекомендуемая ASE, была предложена В.Л. Трой и соавторами в 1972 г. ($MMJЖ, гр = [(KДP+MЖП+ЗСЛЖ)^3-KДP^3] \times 1,05$) [37], а затем модифицирована с использованием уравнения регрессии R.B. Devereux и Reichek в 1977 г. (формула Penn Convention) путем анализа взаимоотношений между эхокардиографической ММЛЖ и посмертной анатомической массой ЛЖ у 34 взрослых лиц ($r=0,96, p<0,001$) ($MMJЖ, гр = 1,04 \times [(KДP+MЖП+ЗСЛЖ)^3-KДP^3]-13,6$) [16].

Расхождения значений рассчитанной ММЛЖ, полученные при использовании этих двух формул (кубической, предложенной В.Л. Трой, и формулой РС) были в пределах 20% и в 1986 г. R.B. Devereux, D.R. Alonso at.all. на основе аутопсии 52 пациентов предложили скорректированное уравнение ($MMJЖ, гр = 0,8 \times \{1,04 \times [(KДP+MЖП+ЗСЛЖ)^3-KДP^3]\} + 0,6$ – формула ASE). ММЛЖ, определенная по формуле РС тесно коррелировала с ММЛЖ при аутопсии ($r=0,92; p<0,001$), переоценивала наличие ГЛЖ лишь на 6%, а чувствительность у пациентов с ГЛЖ (масса миокарда при аутопсии >215 гр.) составила 100% при специфичности 86% (у 29 из 34 больных). Кубическая формула аналогично коррелировала с ММЛЖ при аутопсии ($r=0,90; p<0,001$), но систематически переоценивала наличие ГЛЖ (в среднем на 25%), что было устранено введением скорректированного уравнения (формула ASE): $MMJЖ=0,8 \times (MMJЖ-кубическая формула)+0,6$ гр. Однако, при её использовании наблюдалась недооценка ММЛЖ при аутопсии в пределах 30% [17].

Менее популярна, но иногда используется формула Teicholz ($MMJЖ=1,05 \times ((7 \times (KДP+TЗСЛЖ+TMЖП)^3)/2,4+KДP+TЗСЛЖ+TMЖП)-((7 \times KДP^3)/(2,4+KДP))$) [36]. Согласно L. Teicholz, нормой является ММЛЖ <150 гр, 150-199 гр – умеренной, а >200 гр – выраженной ГЛЖ. Однако, данные параметры могут быть ориентирами лишь при использовании формулы Teicholz и, кроме того, они не учитывают соотношение ММЛЖ с размерами тела.

Виртуальный расчет ММЛЖ по трем вышеназванным формулам при стабильном значении одного из параметров (либо суммы толщины МЖП и ЗСЛЖ, либо КДР) и увеличении другого (либо КДР, либо суммы толщины МЖП и ЗСЛЖ соответственно) на стабильную произвольную величину, показали разную чувствительность формул к изменяющемуся линейному показателю [23]. Оказалось, что формула ASE более чувствительна к увеличению толщин стенок миокарда, формула Teicholz – к увеличению полости ЛЖ, а формула РС – паритетно учитывает изменения линейных размеров и толщины миокарда и полости. Таким образом, оценивать ММЛЖ за счёт изменения толщины миокарда лучше используя более чувствительные в этом отношении формулы – ASE и РС.

Второй проблемой, кроме определения ММЛЖ, является отсутствие унифицированных критериев её индексации, а, следовательно, и формирования критериев ГЛЖ. Определение размеров органов через аллометрические зависимости их от массы тела, принятые в сравнительной морфологии, неприемлемо в человеческой популяции по причине variability массы тела индивидуума, зависящей от многих факторов, в частности от конституциональных особенностей, физического развития, а также возможного изменения размеров органа в результате заболевания [5].

Наличие же прямой зависимости ММЛЖ от размеров тела требует её индексации. В этой связи чаще рассчитывают индекс массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ) при стандартизации к площади поверхности тела (ППТ). Есть еще несколько способов расчета индекса массы миокарда: по росту, росту^{2,0}, росту^{2,13}, росту^{2,7}, росту^{3,0}; коррекции с помощью регрессионной модели ММЛЖ в зависимости от возраста, индекса массы тела и ППТ [7].

Исследования прошлых лет доказывают влияние различных факторов на массу миокарда в разных возрастных группах. Так, в раннем детском возрасте вес миокарда ЛЖ в основном определяется количеством кардиомиоцитов (КМЦ), которые достигают максимального числа в течении первого года жизни [31], в дальнейшем рост ЛЖ зависит уже от увеличения размеров КМЦ (физиологическая гипертрофия) и на этот физиологический процесс оказывают влияние многие факторы – размер тела, АД, объем крови, генетические факторы, потребление соли, вязкость крови [8, 10, 33, 38], которые и определяют фенотипический рост массы ЛЖ. После же полового созревания уже другие факторы определяют степень физиологической гипертрофии, при этом у взрослых прослеживается связь ММЛЖ с возрастом [12]. Влияние роста на изменчивость ММЛЖ было изучено de G. Simone с соав. и в 1995 г. на 611 нормотензивных лицах с нормальной массой тела в возрасте от 4 месяцев до 70 лет (из них, детей 383 и 228 взрослых пациента). ММЛЖ нормировали к массе тела, росту, ППТ. Индексированная к росту^{2,7} ММЛЖ увеличивалась с увеличением роста и возраста у детей, но не у взрослых, что свидетельствовало о влиянии других переменных на массу ЛЖ во взрослом состоянии [11].

Таким образом, влияние разных факторов на изменчивость ММЛЖ у детей и взрослых не позволяет использовать одинаковые подходы к оценке и диагностике ГМЛЖ. При этом индексация к росту^{2,7} более обоснована у детей, нежели у взрослых, у которых, возможно, имеется переоценка данного критерия.

Чаще используется коррекция ММЛЖ к ППТ, рассчитываемой по формуле Дю Буа, но данная стандартизация несовершенна, ибо недооценивает ММЛЖ у лиц при наличии ожирения.

Анализируя данные Framingham Heart Study и используя формулу Penn Convention при индексации к росту D. Levy, R.J. Garrison, D.D. Savage et al. определяли ГЛЖ как отклонение значений ММЛЖ от среднего $\pm 2SD$ в контрольной группе, т.е. 143 гр/м для мужчин и 102 гр/м для женщин. За четыре года наблюдения сердечно-сосудистая заболеваемость (ССЗ) оказалась выше у лиц с большей ММЛЖ: у мужчин с ИММЛЖ <90 гр/м она составила 4,7% против 12,2% при ИММЛЖ ≥ 140 гр/м, у женщин – 4,1% и 16,1% соответственно [28]. Наблюдался рост ССЗ при более высокой ММЛЖ у мужчин в 2,6, а у женщин – в 3,9 раза, что доказывает прогностическую значимость и важность правильной оценки массы миокарда, поиска более точных диагностических критериев ГМЛЖ для раннего её выявления.

В отечественных рекомендациях ДАГ-1 критерием диагностики ГМЛЖ является наиболее высокий уровень нормы – величина ИММЛЖ более 110 гр/м² у женщин и 134 гр/м² у мужчин [2], хотя прогностически неблагоприятной у мужчин с артериальной гипертонией (АГ) является величина более 125 гр/м² [9].

Частота выявления ГМЛЖ как при ожирении, так и при ССЗ, увеличивается при индексации к росту (рост^{2,7}), однако, пока недостаточно данных, чтобы судить о дополнительной прогностической ценности данного подхода [27].

Сравнение различных индексаций ММЛЖ для прогнозирования риска смертности было изучено Y. Liao, R.S. Cooper, R. Durazo-Arvizu et al. (1997 г.) у 998 пациентов с сердечной патологией при 7-летнем наблюдении. Обнаружена высокая корреляция различных индексаций между собой ($r=0,90-0,99$). При этом увеличение любого из индексов было сопряжено с трёхкратным риском смерти от всех причин и сердечных заболеваний. 12% лиц с ГМЛЖ на основе индексации к росту имели умеренное повышение ММЛЖ при отсутствии увеличения риска, хотя избыточный вес был распространен в этой группе, что указывает на оправданность индексации к росту при наличии ожирения. Таким образом, гипертрофия миокарда, выявленная с использованием различной индексации, в равной степени сохраняет прогностическую значимость в отношении риска возникновения смерти [30].

P. Gosse, V. Jullien, P. Jarnier et al. исследовали связь между ИММЛЖ и средним дневным систолическим артериальным давлением (САД) по данным суточного мониторирования АД (СМАД) у 363 не леченных гипотензивными препаратами больных АГ. Индексацию ММЛЖ проводили по ППТ, росту, росту^{2,7} и анализировали полученные данные с учетом гендерного признака. ММЛЖ, соответствующая величине САД >135 мм рт. ст., рассматривалась как критерий ГМЛЖ. Большой процент выявления ГМЛЖ обнаружен при индексации ММЛЖ по росту^{2,7} (50,4 %) и росту (50,1 %), а выявление ГЛЖ при индексации

по ППТ составило 48,2 % за счет уменьшения её у лиц с ожирением, следовательно ученые делают вывод о более чувствительном критерии ГМЛЖ при индексации по росту^{2,7} и предлагают отрезными точками считать величину, превышающую 47 гр/м^{2,7} у женщин и 53 гр/м^{2,7} у мужчин [21].

Изложенные выше неоднозначные представления о нормальных значениях ММЛЖ, ИММЛЖ и критериях ГЛЖ представлены в таблице 1.

Таблица 1

ИММЛЖ, как критерий ГМЛЖ с учетом и без гендерного признака

Показатель	Индексация	Автор, год	Величина ИММЛЖ	
			Мужчины	Женщины
ММЛЖ, гр	Абс.	D. Levy, Фремингемское иссл., 1987 [29]	294	198
ИММЛЖ, гр/м ²	ППТ		150	120
ИММЛЖ, гр/м	рост		163	121
ИММЛЖ, гр/м ²	ППТ	J.K. Galy, 1992 [19]	116	104
ИММЛЖ, гр/м ²	ППТ	I.W. Hammond, 1986 [22]	134	110
ИММЛЖ, гр/м	рост	E. Aberget, 1995 [6]	145	120
ИММЛЖ, гр/м ²	ППТ	D. Levy, 1990 [28]	143	102
ИММЛЖ, гр/м ^{2,7}	рост ^{2,7}	De G. Simone, 1994 [13]	50	47
ММЛЖ, гр	Абс.	J.J. Mahn, 2014 [32]	225	163
ИММЛЖ, гр/м ^{2,7}	рост ^{2,7}		48	45
ММЛЖ, гр	Абс.	Recommendations for chamber quantification: Guidelines, 2005 [26]	225	163
ИММЛЖ, гр/м ²	ППТ		116	96
ИММЛЖ, гр/м	рост		77,7	69,8
ИММЛЖ, гр/м ^{2,7}	рост ^{2,7}		49	45
Без учета гендерности				
ИММЛЖ, гр/м ²	ППТ	M.J. Koren, 1981[25]	125	
ИММЛЖ, гр/м ^{2,7}	рост ^{2,7}	De G. Simone, 1995 [11]	51	

Очевиден большой диапазон разброса нормативов ИММЛЖ в пределах одной индексации, а, следовательно, неопределенность в выводах о наличии гипертрофии миокарда. Индексация ММЛЖ по ППТ дает размах критериев от 116 до 150 гр/м² у мужчин и 96 – 120 гр/м² у женщин; индексация к росту^{2,7} – 48 – 50 у мужчин и 45 – 47 гр/м^{2,7} у женщин; индексация к росту – 77,7 – 163 у мужчин и 69,8 – 121 гр/м. Следовательно, нельзя уверенно судить о наличии или отсутствии ГМЛЖ при величине ИММЛЖ, попадающего в диапазон разброса нормальных критериев. Кроме того, важно, что в этот неопределенный интервал

попадет немалая доля пациентов с незначительной или умеренной ГМЛЖ характерной для огромной группы лиц с АГ мягкого течения заболевания.

Определение ММЛЖ небезразлично и для характеристики непропорционально высокой ММЛЖ (НВММЛЖ), так как абсолютные значения фактической массы входят в формулу расчета коэффициента диспропорциональности, определяющего наличие и степень выраженности НВММЛЖ [14, 15]. Повышение ММЛЖ в большей степени, чем того требует гемодинамическая нагрузка, выявлено у лиц как с наличием ГЛЖ, так и без таковой и ассоциировано с повышенным риском сердечно-сосудистых осложнений вне зависимости от наличия ГЛЖ [34].

Итак, несмотря на 30-летнее использование Эхо-кг как критерия определения ГМЛЖ остается несогласованность при различных исследованиях, отсутствует представление универсального метода стандартизации, хотя в основе каждого перечисленного критерия лежат достаточно крупные исследования, ряд из которых подкреплён данными аутопсии. Оптимальный способ для нормализации массы ЛЖ остается спорным, а использование различных индексации вызывает путаницу в пороговых значениях, дезориентирует работу ученых и практических врачей в выборе лучшей индексации и интерпретации результатов, сохраняя актуальность выбора способа расчета ИММЛЖ. Спорность методик обследования констатирована и другими авторами, которые полагают, что необходимы исследования крупных популяционных когорт для сравнения размеров сердца, измеренных разными методами, выработки более точных нормативов, выбора лучших методов индексирования, выявление факторов, влияющих на ММЛЖ, многие из которых остаются нераскрытыми [20].

Возможно, что перед поиском оптимальных алгоритмов определения ММЛЖ и её стандартизации при АГ следует уточниться в том, какая из вышеперечисленных методик оказывается наиболее сопоставимой с остальными в оценке ГЛЖ. Проведенный нами с этой целью дискриминантный анализ, при котором критерием формирования группы был один из методов диагностики ГЛЖ, а все остальные методы в совокупности являлись предикторами, выявил, что такой методикой является формула РС со стандартизацией по ППТ (таблица 2).

Таблица 2

Соответствие частот случаев ГЛЖ по разным методам её определения
(коэффициент результативности (КФР) в %; $p < 0,001$)

Метод	Все методы, кроме зависимого
РСппт	98,2
РСрост	96,0
РСрост ^{2,7}	93,4
АСЕппт	95,6

ASE _{рост}	97,4
ASE _{рост} ^{2,7}	97,4
Teicholz	91,6

Примечание: РС_{ппт}, РС_{рост}, РС_{рост}^{2,7} – формула РС, индексация к ППТ, росту и росту^{2,7} соответственно; ASE_{ппт}, ASE_{рост}, ASE_{рост}^{2,7} – формула ASE, индексация к ППТ, росту и росту^{2,7} соответственно.

С другой стороны, выявленная дискриминантным анализом наибольшая предикторность в отношении ГЛЖ (КФР=95,7%) сочетания показателей СМАД, интегральных структурно-функциональные параметров ЛЖ и ряда регуляторных пептидов только в случае использования методики РС со стандартизацией к ППТ также свидетельствовала в пользу её наибольшей адекватности для диагностики ГЛЖ.

Список литературы

1. Беленков Ю.Н., Терновой С.К., Сеницын В.Е. Магнитно-резонансная томография сердца и сосудов // Москва, Видар, 1997.
2. Профилактика, диагностика и лечение первичной артериальной гипертонии в Российской Федерации. Первый Доклад экспертов научного общества по изучению артериальной гипертонии Всероссийского научного общества кардиологов и Межведомственного совета по сердечно-сосудистым заболеваниям (ДАГ-I). Клиническая фармакология и терапия 2000; 3: 5-30.
3. Рафиков А.Ю., Галявич А.С. Сравнительный анализ данных эхокардиографии (ЭХО-КГ) и мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) в оценке функциональных параметров левого желудочка у пациентов с гипертонической болезнью (ГБ). Казанский медицинский журнал, 2012.-N 6.-С.855-858.
4. Рекомендации по лечению артериальной гипертонии ESH/ESC 2013. Российский кардиологический журнал. 2014; 1: 7–94.
5. Шмидт-Ниельсен К. Размеры животных: почему они так важны?: Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 259 с.
6. Abergel E., Tase M., Bohlader J. Which definition for echocardiographic left ventricular hypertrophy? Am J Cardiol 1995;75:489-503.
7. Antonucci D., Seccareccia F., Menotti A. et al. Prevalence and correlates of echocardiographic determined left ventricular hypertrophy in 2318 asymptomatic middle-aged men: the ECCIS project. Epidemiologia e Clinica della Cardiopatia Ischemica Silente // J. Ital. Cardiology. – 1997. – Vol. 27, № 4. – P. 363–369.

8. Burke GL, Arcilla RA, Culpepper WS, Wehber LS, Chiang YK, Berenson GS. Blood pressure and echocardiographic measures in children: the Bogalusa. Heart Study. *Circulation* 1987;75:10%14.
9. Casale P.N., Devereux R.B., Milner M. et al. Value of echocardiographic measurement of left ventricular mass in predicting cardiovascular morbid events in hypertensive men. *Ann. Intern. Med.* 1986; 105: 173-178.
10. Daniels SD, Meyer RA, Loggie LMH. Determinants of cardiac involvement in children and adolescents with essential hypertension. *Circulation* 1990;82:1243-8.
11. De Simone G, Devereux RB, Daniels SR, Koren MJ, Alderman MH, Laragh JH. Effect of growth on variability of left ventricular mass: assessment of allometric signals in adults and children and of their capacity to predict cardiovascular risk. *J Am Coll Cardiol.* 1995;25:1056–1062.
12. De Simone G, Devereux RB, Roman M J, et al. Gender-differences in left ventricular anatomy, blood viscosity and volume regulatory hormones in normal adults. *Am J Cardiol* 1991;68:1704-8.
13. De Simone G., Devereux R.B., Roman M.J. et al. Relation of obesity and gender to left ventricular hypertrophy in normotensive and hypertensive adults // *Hypertension.* – 1994. – Vol. 23. – P. 600-606.
14. De Simone G¹, Devereux RB, Kimball TR, Mureddu GF, Roman MJ, Contaldo F, Daniels SR. Interaction between body size and cardiac workload: influence on left ventricular mass during body growth and adulthood. *Hypertension.* 1998 May;31(5):1077-82.
15. De Simone G¹, Verdecchia P, Pede S, Gorini M, Maggioni AP. Prognosis of inappropriate left ventricular mass in hypertension: the MAVI Study. *Hypertension.* 2002 Oct;40(4):470-6.
16. Devereux R.B., Reichek N. Echocardiographic determination of left ventricular mass in man: Anatomic validation of the method. *Circulation* 1977; 55: 613-618.
17. Devereux RB, Alonso DR, Lutas EM, Gottlieb GJ, Campo E, Sachs I, Reichek N. Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings. *Am J Cardiol.* 1986. 57:450–458.
18. Gardin JM, Lauer MS. Left ventricular hypertrophy: the next treatable, silent killer? *JAMA.* 2004; 292: 2396–2398.
19. Ghali J.K., Liao Y., Simmons B. et al. The prognostic role of left ventricular hypertrophy in patients with or without coronary artery disease // *Ann. Intern. Med.* – 1992. – Vol. 117. – P. 831–836.
20. Gidding SS. Controversies in the assessment of left ventricular mass. *Hypertension.* 2010 Jul;56(1):26-8.

21. Gosse P., Jullien V., Jarnier P. et al. Echocardiographic definition of left ventricular hypertrophy in the hypertensive: which method of indexation of left ventricular mass? // *J. Hum. Hypertension*. – 1999. – Vol. 13, № 8. – P. 505-509.
22. Hammond I.W., Devereux R.B., Alderman M.H. et al. The prevalence and correlates of echocardiographic left ventricular hypertrophy among employed patients with uncomplicated hypertension // *J. Amer. Coll. Cardiology*. – 1986. – Vol. 7. – P. 639-650.
23. Hurst's the heart / Eds. V. Fuster, R.W. Alexander, R.A. O'Rourke et al. – 10th ed. – 2001. – Vol. 1. – 1488 p.
24. Ilercil A, O'Grady MJ, Roman MJ, Paranicas M, Lee ET, Welty TK, et al. Reference values for echocardiographic measurements in urban and rural populations of differing ethnicity: the Strong Heart Study. *J Am Soc Echocardiogr* 2001; 14:601–11.
25. Koren M.J., Devereux R.B., Casale P.N., Savage D.D., Laragh J.H. Relation of left ventricular mass and geometry to morbidity and mortality in uncomplicated essential hypertension. *Ann Intern Med*. 1991 Mar 1;114(5):345-52. doi:10.7326/0003-4819-114-5-345.
26. Lang R.M., Bierig M., Devereux R.B., Flachskampf F.A., Foster E., Pellikka P.A. et al. Recommendations for chamber quantification: A report from the American Society of echocardiography's Guidelines and Standards committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of echocardiography, a branch of the European Society of cardiology. *J Am Soc Echocardiogr* 2005;18:1440-63.
27. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA at al. Recommendations for chamber quantification. *Eur J Echocardiogr*. 2006 Mar;7(2):79-108.
28. Levy D., Garrison R.J., Savage D.D. et al. Prognostic implications of echocardiographically determined left ventricular mass in the Framingham Heart Study // *New Engl. J. Med*. – 1990. – Vol. 322. – P. 1561–1566.
29. Levy D., Savage D.D., Garrison R.J., Anderson K.M., Kannel W.B., Castelli W.P. Echocardiographic criteria for left ventricular hypertrophy: the Framingham Heart Study. *Am J Cardiol*. 1987 Apr 15;59(9):956-60.
30. Liao Y., Cooper R.S., Durazo-Arvizu R. et al. Prediction of mortality risk by different methods of indexation for left ventricular mass // *J. Amer. Coll. Cardiology*. – 1997. – Vol. 29, № 3. – P. 641-647.
31. Linzbach AJ. Hypertrophy, hyperplasia and structural dilatation of the human heart. *Adv Cardiol* 1976;18:1-14.
32. Mahn J.J., Dubey E., Brody A., Welch R., Zalenski R., Flack J.M., Ference B., Levy P.D. Test characteristics of electrocardiography for detection of left ventricular hypertrophy in

asymptomatic emergency department patients with hypertension. Acad Emerg Med. 2014 Sep;21(9):996-1002. doi: 10.1111/acem.12462.

33. Mahoney LT, Schieken RM, Clarke WR, Lauer RM. Left ventricular mass and exercise responses predict future bkmd pressure. Hypertension 1988;12:206-13.

34. Mureddu GF, Pasanisi F, Palmieri V, Celentano A, Contaldo F, de Simone G. Appropriate or inappropriate left ventricular macca in the presence or absence of prognostically adverse left ventricular hypertrophy. J Hypertens. 2001; 19: 1113–1119.

35. National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. Pediatrics. 2004; 114: 555–576.

36. Schiller N.B., Shah P.M., Crawford M. et al. Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. American Society of Echocardiography committee on standards, subcommittee on quantitation of two-dimensional echocardiograms // J. Amer. Soc. Echocardiography. – 1989. –Vol. 2. – P. 358-367.

37. Troy B.L., Pombo J., Rackley C.E. Measurement of left ventricular wall thickness and mass by echocardiography // Circulation. 1972. Vol. 45. P. 602-611.

38. Verhaaren HA, Schieken RM, Mosteller M, Hewitt JK, Eaves LJ, Nanee WE. Bivariate genetic analysis of left ventricular mass and weight in pubertal twins (the Medical College of Virginia Twin study). Am J Cardiol 1991;68:661-8.11-14.

Рецензенты:

Онищенко Александр Леонидович, доктор медицинских наук, профессор, проректор по научной работе ГБОУ ДПО НГИУВ МЗ России, г. Новокузнецк;

Филимонов Сергей Николаевич, доктор медицинских наук, профессор, проректор по учебной работе ГБОУ ДПО НГИУВ МЗ России, г. Новокузнецк.