

Электрофизиологическое ремоделирование сердца у пациентов с артериальной гипертензией

М. С. Максимова

КГМА — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, ассистент кафедры функциональной диагностики

РЕЗЮМЕ

Цель. Оценить электрокардиографические (ЭКГ) и векторкардиографические (ВКГ) показатели при различных типах структурно-геометрического ремоделирования левого желудочка (ЛЖ) у пациентов с артериальной гипертензией (АГ).

Материал и методы исследования. Анализ выполнен у 336 человек, из них 264 пациента с АГ, средний возраст $61,02 \pm 7,61$ года, и 72 практически здоровых пациента ($57,18 \pm 6,47$). Оценены ЭКГ показатели, ЧСС и продолжительность P, QRS, RR, PQ, QT, QT скорректированного по формулам Bazett, Friderici и Sagie (QT_{Baz} , QT_{Fr} , QT_{Sag}). По ЭхоКГ рассчитаны масса миокарда (ММЛЖ) и индекс ММЛЖ (ИММЛЖ), относительная толщина стенок (ОТС). В собственной плоскости ВКГ определены: площадь петли QRS (SQRS), величина максимального вектора (maxQRS).

Результаты. Корреляционный анализ показал наличие положительной связи ММЛЖ и ИММЛЖ с SQRS ($r=0,49$ и $r=0,38$), maxQRS ($r=0,28$ и $r=0,33$) и с продолжительностью QRS ($r=0,50$ и $r=0,43$). Группы пациентов с концентрической (КГ) и эксцентрической (ЭГ) гипертрофией в сравнении с контролем и пациентами с АГ без ГЛЖ дали достоверно большие значения абсолютного QT, QT_{Fr} , QT_{CS} . Была выявлена положительная корреляционная связь QT и QT_{CS} с ММЛЖ, ИММЛЖ и отсутствие взаимосвязи с ОТС.

Выводы. При ГЛЖ увеличивалась продолжительность QRS и SQRS в собственной плоскости. Наибольшие значения SQRS наблюдались у пациентов с КГ левого желудочка в сравнении с ЭГ. По продолжительности QRS пациенты с КГ и ЭГ не различались. У пациентов с АГ и ГЛЖ продолжительность абсолютных и скорректированных значений интервала QT была достоверно больше, чем у пациентов без ГЛЖ. Интервал QT удлинялся с увеличением ММЛЖ и ИММЛЖ. Продолжительность QT не зависела от типа гипертрофии ЛЖ — концентрическая или эксцентрическая.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: артериальная гипертензия, гипертрофия левого желудочка, электрофизиологическое ремоделирование, структурно-геометрическое ремоделирование, интервал QT, интервал QT скорректированный.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы статьи сообщают о возможном конфликте интересов.

Electrophysiological remodeling of the heart in patients with arterial hypertension

M. S. Maksimova

KSMA — Branch Campus of the FSBEI FPE RMACPE MOH Russia, Assistant Lecturer of the Department of Functional Diagnostics

SUMMARY

Aim. Study electrocardiographic (ECG) and vectorcardiographic (VCG) indicators for various types of structural-geometric remodeling of the left ventricle (LV) in patients with arterial hypertension (AH).

Material and research methods. The analysis was performed in 336 people, including 264 patients with AH, mean age 61.02 ± 7.61 years and 72 practically healthy individuals (57.18 ± 6.47). The ECG indicators of heart rate and duration of P, QRS, RR, PQ, QT, QT corrected according to the Bazett, Friderici and Sagie formulas (QT_{Baz} , QT_{Fr} , QT_{Sag}) were assessed. Echocardiography was used to calculate myocardial mass (LVMM) and LVMM index (LVMI), relative wall thickness (RWT). In the own plane of the VCG: the area of the QRS loop (SQRS), the magnitude of the geometric vector (maxQRS) were determined.

Results. Correlation analysis showed the presence of a positive relationship between LVM and LVMI with SQRS ($r=0.49$ and $r=0.38$), maxQRS ($r=0.28$ and $r=0.33$) and with QRS duration ($r=0.50$ and $r=0.43$). The groups of patients with concentric (CG) and eccentric (EH) hypertrophy in comparison with controls and patients with AH without LVH gave significantly higher values of absolute QT, QT_{Fr} , QT_{CS} . There was a positive correlation between QT and QTC with LVMM, LVMI and no relationship with RWT.

Conclusions. In LVH, the duration of QRS and SQRS in its own plane increased. The highest SQRS values were observed in patients with CG of the left ventricle in comparison with EG. Patients with CG and EG did not differ in QRS duration. In patients with AH and LVH, the duration of absolute and corrected values of the QT interval was significantly longer than in patients without LVH. The QT interval lengthened with an increase in LVMM and LVMI. QT duration did not depend on the type of LV hypertrophy — concentric or eccentric.

KEY WORDS: arterial hypertension, left ventricular hypertrophy, electrophysiological remodeling, structural-geometric remodeling, QT interval, corrected QT interval.

CONFLICT OF INTEREST. The authors of the article report a possible conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Наше время по праву называют эпохой артериальной гипертензии (АГ). В России, по данным современной литературы, распространенность АГ продолжает увеличиваться за последние 19 лет — с 33,9 до 43,3% [1]. Причем с возрастом частота АГ увеличивается с 18,3% среди лиц 25–34 лет, до 74,5% у пациентов старше 55 лет [2].

В последних Рекомендациях ЕОАГ/ЕОК 2018 года по ведению больных с ар-

териальной гипертензией отмечалось значительное возрастание сердечно-сосудистого риска при поражении органов-мишеней, в частности гипертрофии левого желудочка (ГЛЖ) [3]. Термин «гипертоническое сердце» используется в литературе для обозначения функциональных и морфологических его изменений, возникших по причине повышенного артериального давления [4]. Наличие ГЛЖ оказывает существенное влияние на характер течения и прогноз АГ [5, 6]. Известно, что «гипер-

тоническое сердце» рассматривается как самостоятельный фактор риска развития жизнеугрожающих состояний: инфаркт миокарда, аритмии сердца, внезапная сердечная смерть [7].

При изучении АГ большое внимание исследователями уделяется ремоделированию сердца. Известно, что ремоделирование миокарда характеризуется гипертрофией кардиомиоцитов и диффузным фиброзом различной степени выраженности: пролиферация фибробластов, эндоте-

лиальных клеток, гладкомышечных клеток стенок сосудов, повышенное накопление коллагена в интерстиции, периваскулярный фиброз [7]. Поэтому, с одной стороны, развивается гипертрофия миокарда и увеличение его массы, а с другой — появляется интерстициальный и периваскулярный фиброз миокарда, который будет проявляться увеличением его жесткости, и оба эти процесса, несомненно, приведут к изменениям электрофизиологических свойств миокарда.

Учитывая изменение геометрии левого желудочка (ЛЖ) и увеличение электрической активности миокарда, выделяют структурно-геометрическое и электрофизиологическое ремоделирование ЛЖ. Под структурно-геометрическим ремоделированием понимают изменение как массы миокарда (гипертрофия), так и геометрии полости ЛЖ. Была предложена классификация типов геометрического ремоделирования левого желудочка при АГ по данным эхокардиографического исследования на основе определения индекса массы миокарда ЛЖ (ИММЛЖ) и относительной толщины его стенок (ОТС). Выделено четыре геометрические модели: нормальная геометрия сердца (НГ), концентрическое ремоделирование (КР), концентрическая гипертрофия (КГ) ЛЖ, эксцентрическая гипертрофия (ЭГ) ЛЖ [8, 9, 10, 11]. Структурно-геометрическое ремоделирование ЛЖ определяет риски развития внезапной сердечной смерти, максимальные при концентрических типах [12]. В исследованиях было показано, что жесткость артериальной системы у пациентов с КР и КГ статистически значимо выше, чем при НГ левого желудочка [13].

Электрофизиологическое ремоделирование ЛЖ представляет собой комплекс молекулярных и метаболических изменений кардиомиоцитов и внеклеточного матрикса, проявляющихся патологическими электрофизиологическими и электрокардиографическими феноменами [14]. При этом выявляются электрокардиографические (ЭКГ) признаки ГЛЖ и векторкардиографические (ВКГ) изменения: увеличение суммарного вектора возбуждения желудочков и показателей площади петли QRS в собственной плоскости. Причем причиной образования больших площадей исследователи видят не только увеличение амплитуды зубцов ЭКГ, но и нарушение нормальных временных соотношений между отведениями [15]. В разные годы большой вклад в изучение

ВКГ признаков гипертрофии сердца внесли работы Э. А. Озола о значении корригированных ортогональных отведений, Л. И. Титомира по изучению «собственной» плоскости ВКГ-петли, А. В. Соболева, занимавшегося разработкой интегральных показателей ВКГ в плоскости «наилучшего приближения», что говорит об интересе науки и практики к анализу пространственного распространения возбуждения в миокарде [16, 17, 18].

Одним из проявлений электрофизиологического ремоделирования можно считать и удлинение интервала QT — электрокардиографического признака увеличения потенциала действия, наблюдаемого при гипертрофии. Прогностически удлинение интервала QT влечет за собой появление ранних постдеполяризаций, развитие желудочковой тахикардии по типу Torsades de pointes и внезапную сердечную смерть [19, 20, 21].

Интервал QT — величина непостоянная, зависящая от частоты сокращений сердца. Для того чтобы можно было сравнивать между собой значения интервала QT, есть необходимость корригировать его. Корригированный интервал QT, определенный по формуле Bazett (QT_{cb}), вычисляется при частоте сердечных сокращений 50–90 уд./мин., а вычисленный по формулам Fridericia (QT_{cf}) и Sagie (QT_{cs}) более корректен при учащении сердечного ритма [22].

В подавляющем большинстве работ, показывающих связь длительности интервала QTс со степенью артериальной гипертензии, индексом массы тела и массы миокарда левого желудочка (ММЛЖ) у больных АГ, исследователи используют формулу Bazett. Встречаются данные о гендерно-возрастных особенностях интервала QT. В работе Peng S. [23] отмечается положительная связь между QTс и уровнем АД, а также большая длительность интервала QTс у женщин, чем у мужчин, среди пациентов с АГ. Похожие данные были выявлены и в исследованиях отечественных ученых: независимо от стадии АГ у больных женского пола отмечаются достоверно более высокие значения продолжительности как некорригированного, так и корригированного интервала QT, вычисленного по формуле Bazett. Эти изменения авторы связывают с более значимыми изменениями процессов реполяризации желудочков у женщин по сравнению с мужчинами [24].

В ряде исследований установлено, что с увеличением возраста больных АГ отмечается увеличение продолжительности и дисперсии интервала QT [24, 25]. В работе Bortolan G. et al., освещающей часть итальянского продольного исследования по проблемам старения (ILSA) для людей старше 64 лет, по клиническим данным были выделены три группы: 256 здоровых субъектов, 98 пациентов только с сердечными заболеваниями и 472 пациента только с гипертонией. В группе пациентов с артериальной гипертонией на показатели QTd обнаружено влияние как возраста ($p < 0,02$), так и пола ($p < 0,01$). У пациентов женского пола дисперсия QT значительно увеличилась с возрастом только в здоровой группе ($p < 0,02$), тогда как в мужской группе этот показатель значительно увеличился в группах кардиопатии и гипертонии ($p < 0,01$) [26].

Есть данные, что независимо от типа структурно-геометрического ремоделирования ЛЖ длительность и дисперсия интервалов QT (DQT) у больных с АГ и выявленной ГЛЖ были выше, чем при ее отсутствии. Кроме того, в группе больных с ГЛЖ отмечались достоверные корреляционные связи ИММЛЖ с показателями QTсв ($r = 0,74$; $p < 0,01$), DQTс ($r = 0,81$; $p < 0,01$) [27]. В работе Porthan K. et al. [28] была выявлена прямая корреляция ($r = 0,21$) между степенью удлинения QT-интервала и повышенем массы миокарда левого желудочка у 220 пациентов с АГ. По данным Salles G. и соавт. [29], наличие резистентной АГ, сопровождающейся удлинением QT и увеличением DQT, независимо связано с увеличением ММЛЖ. Кроме того, авторы выявили влияние на величину QT таких факторов, как окружность талии, мужской пол, отсутствие физической активности, более высокий уровень креатинина и гликемии, наличие ИБС и заболеваний периферических артерий. В исследованиях Юдиной Е. Е. было выявлено, что избыточная масса тела и ожирение у больных ГБ сопровождается достоверным увеличением частоты нарушений процессов деполяризации желудочков, увеличением продолжительности и дисперсии интервала QT [25].

Изучая структуру левого желудочка и дисперсию QT у пожилых пациентов (в возрасте 60 лет и старше) с ИСАГ и сравнивая их с контрольной группой соответствующего возраста, Ural D. и соавторами отмечают, что гипертрофия левого

желудочка в исследуемой группе встречалась чаще, чем в контрольной (33 и 15% соответственно). Продолжительность QT, QTc и дисперсия QT и QTc были также значительно увеличены у пациентов с артериальной гипертензией по сравнению с контролем [30].

QTc является независимым предиктором смертности у пациентов с вольтажными критериями ГЛЖ и удлиненным интервалом QTc на ЭКГ, причем наивысшая смертность была выявлена среди пациентов с интервалом QTc ≥ 500 мс [31].

Цель

Оценить электрокардиографические и векторкардиографические показатели при различных типах структурно-геометрического ремоделирования левого желудочка у пациентов с артериальной гипертензией.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ. В исследование включено 336 человек, из них 264 пациента с эссенциальной АГ (основная группа) в возрасте от 45 до 74 лет, средний возраст $61,02 \pm 7,61$ (M $\pm$ σ) года, и 72 практически здоровых человека (группа контроля), средний возраст $57,18 \pm 6,47$ (M $\pm$ σ) года. Среди пациентов с АГ было 120 (46%) женщин и 144 (53%) мужчины. У 60 пациентов (23%) была диагностирована ИСАГ, а у 204 (77%) — систоло-диастолическая форма гипертонической болезни.

Критерием включения в основную группу стало наличие стойкого повышения АД при отсутствии регулярного приема гипотензивных средств длительного действия в течение последних двух недель.

В группу контроля включены лица с АД, не превышающим 130/90 мм рт. ст., без заболеваний почек, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, анемии и с нормальными показателями липидного обмена (холестерин, триглицериды, липиды высокой и низкой плотности).

Из исследования исключались больные с перенесенным инфарктом миокарда, наличием зон гипо-, акинезии миокарда при ЭхоКГ-исследовании, жидкостью в полости перикарда, блокадой ножек пучка Гиса и ее ветвей, с фибрилляцией предсердий, имплантированным электрокардиостимулятором, эмфиземой легких, легочной гипертензией, ожирением II–III степени, врожденными и приобретенными пороками сердца.

Методы исследования

- Всем пациентам после 30-минутного нахождения в горизонтальном положении проводилась эхокардиография на ультразвуковом аппарате премиум-класса IE33 фирмы Philips (США) фазированным датчиком S5–1 МГц. Измерения производились в стандартных эхокардиографических позициях с использованием В- и М-режимов. Были определены толщина задней стенки левого желудочка (ТЗСЛЖ), межжелудочковой перегородки (ТМЖП), конечный диастолический размер левого желудочка (КДРЛЖ). Рассчитана относительная толщина стенок (ОТС) [3, 32]: $ОТС = (2 \times ТЗСЛЖ) / КДРЛЖ$. Масса миокарда ЛЖ (ММЛЖ) вычислялась по формуле, предложенной Американским обществом эхокардиографии (ASE) [3]: $ММЛЖ = 0,8 \times (1,04 \times [(КДРЛЖ + ТЗСЛЖ + ТМЖП)^3 - (КДРЛЖ)^3]) + 0,6$. Расчет индекса массы миокарда ЛЖ (ИММЛЖ) проводился по формуле $ИММЛЖ = ММЛЖ / S$. За нормальные значения ИММЛЖ принимали 115 г/м² у мужчин и 95 г/м² у женщин.
- Определение геометрической модели ремоделирования левого желудочка (ЛЖ) проводилось по классификации A. Ganaoui и др. (1992) на основании Рекомендаций по количественной оценке камер сердца ASE и ЕАС (2015) [10, 11].
- Во время эхокардиографического исследования определяли УО методом Тейхольца и ЧСС.
- САД и ДАД измеряли аускультативным методом Короткова.
- Всем пациентам проводилась электрокардиография в 12 стандартных отведениях на аппарате AT 102 фирмы Shiller (Швейцария) с компьютерной программой Sema 200, регистрировалась частота сердечных сокращений (ЧСС) и продолжительность: интервала RR; зубца Р; интервала PQ; комплекса QRS; интервала QT; скорректированного интервала QT по формулам Bazett, Friderici и Sagie. Формула Bazett [33]: $QT_{CB} = \frac{QT}{\sqrt{RR}}$. Формула Friderici [34]: $QT_{CF} = \frac{QT}{\sqrt{RR}}$. Формула Sagie (Framingham) [35]: $QT_{CS} = [QT + 0,154(1 - RR)] \times 1000$, где расстояние между данным комплексом QRS и предшествующим ему RR выражается в секундах, а абсолютные значения QT в миллисекундах для формул Bazett и Friderici и в секундах для формулы Sagie.

Определяли дисперсию QT интервала (DQT) как разницу между максимальным и минимальным значениями продолжительности QT в 12 отведениях, снятых синхронно.

- С помощью реконструкции из 12 стандартных отведений была получена ВКГ. В собственной плоскости были определены: площадь петли QRS (SQRS), величина максимального вектора (maxQRS).
- Статистический анализ выполнен с помощью программ STATISTICA 8.0 и BIOSTAT. Среди методов обработки использовались простая статистика, непарный критерий Стьюдента, однофакторный дисперсионный анализ. Округление цифровых величин проводили до значимых значений. Средние значения в исследовании представлены как M $\pm$ σ . Сопоставление эхокардиографических и электрокардиографических показателей с выявлением их корреляционной связи проводили методом Пирсона. Различия между изучаемыми параметрами признавались достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

По данным ЭхоКГ исследования в группе контроля у всех пациентов была определена нормальная геометрия ЛЖ (НГ). Пациенты с АГ распределились на следующие подгруппы:

- 1-я — пациенты с НГ ЛЖ — 64 человека (24,2%);
- 2-я — пациенты с концентрическим ремоделированием ЛЖ (КР) — 25 человек (9,5%);
- 3-я — пациенты с эксцентрической гипертрофией ЛЖ (ЭГ) — 71 человек (26,9%);
- 4-я — пациенты с концентрической гипертрофией ЛЖ (КГ) — 104 человека (39,4%).

ЭхоКГ показатели при разных типах структурно-геометрического ремоделирования закономерно отличались (табл. 1).

В результате сравнения различных типов структурно-геометрического ремоделирования с контрольной группой достоверно выявлены более высокие показатели ТМЖП, ТЗСЛЖ и ОТС у пациентов с ремоделированием ЛЖ.

Статистически значимые различия были получены у пациентов 3-й и 4-й подгрупп в сравнении с лицами без АГ

Таблица 1

ЭхоКГ показатели при разных типах структурно-геометрического ремоделирования

Геометрия ЛЖ	Эхокардиографические показатели (М±σ)				
	ТМЖП (см)	ТЗСЛЖ (см)	ММЛЖ (г)	ИММЛЖ (г/м ²)	ОТС
Контрольная (n=72)	0,89 ±0,095	0,85 ±0,076	173,7 ±34,1	94,0 ±12,2	0,36 ±0,038
НГ (n=64)	0,90 ±0,081	0,87 ±0,082	180,6 ±33,4	96,3 ±12,1	0,36 ±0,04
p	0,513	0,142	0,236	0,273	1,0
КР (n=25)	1,07 ±0,095	1,03 ±0,093	177,3 ±33,7	94,5 ±11,3	0,51 ±0,06
p	<0,001	<0,001	0,649	0,858	<0,001
ЭГ (n=71)	1,08 ±0,147	1,0 ±0,095	270,5 ±61,8	140,7 ±25,1	0,38 ±0,03
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
КГ (n=104)	1,27 ±0,23	1,18 ±0,156	294,4 ±84,2	151,5 ±37,3	0,49 ±0,09
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Примечание: p — вероятность различия показателей у пациентов с АГ и ремоделированием ЛЖ в сравнении с пациентами контрольной группы, определенная по критерию Стьюдента

по показателям ММЛЖ и ИММЛЖ. Наибольшие значения показателей массы и толщины миокарда ЛЖ наблюдались у пациентов с КГ.

Данные исследования ЭКГ и ВКГ показателей у пациентов обеих групп представлены в таблице 2. Мы также провели сравнительный анализ этих показателей у пациентов основной группы с ГЛЖ по критерию увеличения ИММЛЖ (группы пациентов с КГ и ЭГ) и без ГЛЖ (пациенты с НГ и КР). Результаты этого анализа показаны в таблице 3. Была выявлена гипертрофия ЛЖ у 175 (66,3%) пациентов, отсутствие ГЛЖ наблюдалось у 89 (33,7%) пациентов.

Наблюдались достоверно более высокие значения продолжительности комплекса QRS у пациентов с ЭГ (p=0,004) и КГ (p=0,002) и более низкие у лиц с КР (p=0,027) по сравнению с группой контроля. Статистически значимой оказалась разница в продолжительности QRS у пациентов с ГЛЖ в сравнении с группой больных, не имеющих увеличения ММЛЖ и ИММЛЖ (p<0,001), что подтверждает значение расширения комплекса QRS при ГЛЖ. Среди ВКГ показателей было определено достоверное увеличение SQRS в собственной плоскости у пациентов 3-й (p=0,019) и 4-й (p<0,001) подгрупп в сравнении с контролем. Межгрупповой сравнительный анализ показал, что максимальные значения SQRS (1471±920 мВ) наблюдались в группе пациентов с КГ, а разницы по ширине комплекса QRS пациенты ЭГ и КГ не имели.

Статистически значимой оказалась разница в SQRS в собственной плоскости у пациентов с ГЛЖ в сравнении с группой больных, не имеющих увеличения ММЛЖ и ИММЛЖ (p<0,001). В то же время по показателю maxQRS в собственной плоскости межгрупповых статистических различий мы не нашли, но у пациентов с КГ (1716±748, p=0,041) получили достоверно большие значения. Можно полагать, что большая значимость SQRS, чем maxQRS, в выявлении ГЛЖ связана с тем, что площадь зависит и от maxQRS, и от продолжительности QRS.

Корреляционный анализ, который представлен в таблице 4, показал наличие положительной связи ММЛЖ и ИММЛЖ с SQRS, maxQRS и с продолжительностью QRS, что подтверждает значение этих параметров для диагностики ГЛЖ. В более ранней нашей работе представлено зна-

чение других ЭКГ и ВКГ параметров для диагностики ГЛЖ. Так, при разных типах структурно-геометрического ремоделирования и нормальной геометрии у пациентов с АГ получены достоверные межгрупповые различия у следующих параметров: ширина комплекса QRS, индекса Sokolov–Lyon, индекса Cornell, разность осей QRS-T, площадь Т петли, площадь петли QRS. Показатели продолжительности интервала QRS, площадь QRS, площадь Т петли, индекс Cornell, индекс Sokolov–Lyon дали положительную корреляционную связь с ММЛЖ, ИММЛЖ, ТЗС, ТМЖП. КГ ассоциировалась с широкими комплексами QRS по ЭКГ, большими показателями площади петли QRS в собственной плоскости по ВКГ в сравнении с ЭГ [36]. Обобщая данные настоящей работы и более раннего нашего исследования, можно сделать вывод, что наибольшей информативностью для диагностики ГЛЖ обладает показатель SQRS в собственной плоскости, так как площадь QRS, с одной стороны, зависит и от maxQRS, и от продолжительности QRS, с другой — этот показатель, в отличие от Корнельского вольтажного индекса и индексов Соколова — Лайона, не связан с особенностью расположения сердца в грудной клетке, так как собственная плоскость математически рассчитывается как плоскость, имеющая наибольшую площадь петли QRS.

Не было выявлено достоверных межгрупповых различий DQT: ни при срав-

нении данных пациентов с нормальной геометрией и ремоделированием сердца с группой контроля, ни при анализе DQT при наличии или отсутствии ГЛЖ. Наши данные частично отличаются от данных Искандерова Г.Х. и соавт., которые определили, что независимо от типа ГЛЖ дисперсия интервалов QT выше, чем при отсутствии ГЛЖ [27].

Проведен анализ абсолютных и скорректированных значений интервала QT у пациентов с АГ при структурно-геометрическом ремоделировании и нормальной геометрии ЛЖ в сравнении с контрольной группой. Подгруппы пациентов с КГ и ЭГ в сравнении с контролем дали достоверные различия абсолютного QT, причем максимальные значения и наибольшая достоверность были выявлены в группе КГ (383±35,0 ms, p=0,003). Следует отметить, что по ЧСС пациенты всех подгрупп статистических различий не имели, таким образом, у пациентов с ГЛЖ удлинение абсолютных значений QT не было связано с изменением ЧСС.

Анализ скорректированных значений QT при сравнении всех подгрупп с контрольной группой показал похожие результаты вне зависимости от использованного метода коррекции. Скорректированные интервалы QT, вычисленные с помощью формул Bazett, Friderici и Sagie, дали практически идентичные результаты — выявлены достоверные межгрупповые различия среди пациентов с ЭГ и КГ

Таблица 2
ЭКГ и ВКГ показатели при разных типах структурно-геометрического ремоделирования

Геометрия ЛЖ	Электрокардиографические и векторкардиографические показатели											
	ЧСС (уд. в мин.) Абс (M±σ)	R-R (ms) (M±σ)	P (ms) (M±σ)	P-Q (ms) (M±σ)	QRS (ms) (M±σ)	QT (ms) (M±σ)	DQT (ms) (M±σ)	QT _{CB} (ms) (M±σ)	QT _{CF} (ms) (M±σ)	QT _{CS} (ms) (M±σ)	SQRS (mV2) (M±σ)	maxQRS (mV) (M±σ)
Контроль (n=72)	50–100 74,8±12,0	826,9 ±136	111 ±14,3	155,0 ±23,7	87,5 ±8,94	368 ±22,0	56,4 ±22,0	407 ±22,0	393 ±20,1	395 ±19,0	926 ±518	1513 ±453
НГ (n=64)	66–106 74,4±14,1	829 ±117	109 ±13,5	157 ±22,5	88,1 ±8,84	378 ±31,9	54,8 ±20,3	418 ±22,1	404 ±20,3	405 ±19,4	932 ±454	1556 ±501
p	0,858	0,924	0,405	0,616	0,695	0,034	0,661	0,004	0,002	0,003	0,943	0,600
КР (n=25)	56–110 79,7±15,4	777 ±140	113 ±15,5	161 ±26,1	83,0 ±7,71	359 ±40,2	49,4 ±18,6	410 ±39,2	391 ±35,8	392 ±32,2	814 ±374	1438 ±533
p	0,106	0,120	0,557	0,291	0,027	0,166	0,158	0,638	0,731	0,577	0,323	0,498
ЭГ (n=71)	52–110 74,7±13,8	829 ±145	113 ±19,4	161 ±26,2	92,2 ±10,2	383 ±35,0	56,4 ±21,2	421 ±25,9	407 ±24,5	408 ±23,2	1169 ±696	1570 ±679
p	0,963	0,929	0,484	0,153	0,004	0,003	1,0	<0,001	<0,001	<0,001	0,019	0,555
КГ (n=104)	50–108 75,7±14,5	821 ±158	116 ±21,2	166 ±35,0	92,1 ±9,97	381 ±37,0	57,6 ±22,6	420 ±23,6	409 ±22,9	410 ±21,9	1471 ±920	1716 ±748
p	0,665	0,797	0,083	0,021	0,002	0,008	0,727	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,041
p*	0,429	0,432	0,134	0,272	<0,001	0,029	0,366	0,294	0,01	0,005	<0,001	0,167

Примечание: p — вероятность различия показателей ЭКГ и ВКГ у пациентов с АГ и ремоделированием ЛЖ в сравнении с пациентами контрольной группы, определенная по критерию Стьюдента; p* — вероятность межгрупповых различий показателей ЭКГ и ВКГ у пациентов с АГ и ремоделированием ЛЖ, определенная однофакторным дисперсионным анализом

в сравнении с группой контроля ($p < 0,001$). Сравнительный анализ интервала QT у пациентов с ГЛЖ и без ГЛЖ убедительно показал, что при ГЛЖ происходит удлинение как абсолютных, так и скорректированных его значений, определенных по формулам Friderici ($p = 0,012$) и Sagie ($p = 0,02$), но не получено достоверных различий в QTcs ($p = 0,137$).

Проведен корреляционный анализ зависимости абсолютных и скорректированных значений QT от ЭхоКГ параметров ЛЖ (табл. 4).

DQT не показала корреляционную связь ни с одним из параметров. Продолжительность абсолютных величин интервала QT и скорректированных его значений QTcf и QTcs имели положительную

корреляцию с ММЛЖ, ИММЛЖ, КДР и КСР. Продолжительность QTс, вычисленная по формуле Bazett, показала слабую корреляционную связь только с КДР. Увеличение абсолютных величин интервала QT, QTcf и QTcs может быть связано как с массой миокарда, так и с размером полости ЛЖ. Обращает на себя внимание отсутствие корреляции продолжительности абсолютного и скорректированного интервалов QT с ОТС. Наличие положительной корреляционной связи абсолютных и скорректированных значений QT с показателями массы миокарда ЛЖ и отсутствие взаимосвязи с ОТС позволяют сделать вывод, что у пациентов с АГ увеличение продолжительности QT связано с увеличением массы миокарда и не зави-

сит от типа структурно-геометрического ремоделирования ЛЖ.

По результатам проспективного наблюдения G. de Simone et al. было выявлено, что у пациентов с концентрической гипертрофией ЛЖ имеются максимальные риски фатальных и не фатальных сердечно-сосудистых осложнений [12]. С нашей точки зрения, это объясняется тем, что, как показало наше исследование, именно при КГ наблюдается значительное увеличение массы миокарда ЛЖ, больше чем при ЭГ. Сопоставляя полученные данные, мы полагаем, что высокий риск сердечно-сосудистых осложнений у пациентов с КГ может быть связан в том числе и с удлинением QT, связанным с увеличением массы миокарда ЛЖ.

Таблица 3
ЭКГ и ВКГ показатели у пациентов с АГ в зависимости от наличия ГЛЖ

Наличие ГЛЖ	ЧСС (уд. в мин.) Абс (M±σ)	R-R (ms) (M±σ)	P (ms) (M±σ)	P-Q (ms) (M±σ)	QRS (ms) (M±σ)	QT (ms) (M±σ)	DQT (ms) (M±σ)	QT _{CB} (ms) (M±σ)	QT _{CF} (ms) (M±σ)	QT _{CS} (ms) (M±σ)	SQRS (mV2) (M±σ)	maxQRS (mV) (M±σ)
ГЛЖ нет (n=89)	56–110 75,8±14,6	814 ±147	110 ±14,1	158 ±23,5	86,7± 8,8	371 ±35,3	53,5 ±19,9	416 ±28,0	399 ±25,9	400 ±24,0	900 ±435	1524 ±509
ГЛЖ есть (n=175)	50–110 75,3±14,2	825 ±152	114 ±20,5	164 ±31,7	92,1 ±10,0	382 ±36,1	57,1 ±21,9	421 ±24,5	408 ±23,5	409 ±22,4	1348 ±847	1657 ±722
p	0,789	0,575	0,1	0,116	<0,001	0,019	0,194	0,137	0,012	0,02	<0,001	0,122

Примечание: p — вероятность различий у больных АГ с ГЛЖ и без ГЛЖ, определенная критерием Стьюдента

Таблица 4

Корреляционная матрица параметров ЭхоКГ, ЭКГ и ВКГ

Показатели	QRS	SQRS	max QRS	QT	QT _{св}	QT _{ср}	QT _{сз}	DQT
ММЛЖ	r=0,50	r=0,49	r=0,28	r=0,27	r=0,11	r=0,33	r=0,33	r=0,01
	p=0,000	p=0,000	p=0,023	p=0,003	p=0,232	p=0,049	p=0,043	p=0,910
ИММЛЖ	r=0,43	r=0,38	r=0,29	r=0,33	r=0,17	r=0,42	r=0,43	r=0,07
	p=0,000	p=0,000	p=0,003	p=0,000	p=0,067	p=0,002	p=0,002	p=0,482
ТЗС	r=0,36	r=0,29	r=0,18	r=0,07	r=-0,04	r=0,01	r=0,01	r=0,05
	p=0,000	p=0,002	p=0,043	p=0,424	p=0,699	p=0,883	p=0,889	p=0,608
ТМЖП	r=0,29	r=0,30	r=0,21	r=0,09	r=-0,04	r=0,02	r=0,02	r=0,04
	p=0,001	p=0,001	p=0,013	p=0,364	p=0,680	p=0,847	p=0,857	p=0,698
ОТС	r=0,04	r=0,18	r=0,12	r=-0,14	r=-0,14	r=-0,17	r=-0,16	r=0,07
	p=0,657	p=0,051	p=0,082	p=0,148	p=0,124	p=0,073	p=0,083	p=0,481
КАР	r=0,37	r=-0,04	r=-0,05	r=0,31	r=0,21	r=0,30	r=0,29	r=-0,07
	p=0,000	p=0,645	p=0,491	p=0,001	p=0,024	p=0,001	p=0,001	p=0,946
КСР	r=0,39	r=-0,01	r=-0,05	r=0,24	r=0,18	r=0,25	r=0,24	r=-0,02
	p=0,000	p=0,998	p=0,496	p=0,010	p=0,408	p=0,007	p=0,008	p=0,865

Примечание: r — коэффициент корреляции Пирсона, p — вероятность статистической значимости корреляции. Жирным шрифтом выделено наличие достоверной корреляционной связи.

Для изучения влияния ММЛЖ и ИММЛЖ на продолжительность скорректированных значений QT был проведен регрессионный анализ и построены графики линейной регрессии скорректированного интервала QT (QT_{ср} и QT_{сз}) от ММЛЖ (рис. 1) и ИММЛЖ (рис. 2). Для QT_{св} такой анализ был нецелесообразным, так как в нашем исследовании не была получена достоверная корреляционная связь.

Показана достоверная зависимость значений QT от ММЛЖ и ИММЛЖ. На них наглядно показано, что корреляция продолжительности интервалов QT_{ср} и QT_{сз} с ИММЛЖ (r=0,42, p=0,002 и r=0,43, p=0,002 соответственно) выше, чем с ММЛЖ (r=0,33, p=0,049 и r=0,33, p=0,043 соответственно). Это связано с тем, что ММЛЖ зависит не только от наличия гипертрофии ЛЖ, но и от антропометрических данных пациента, тогда как увеличение ИММЛЖ, скорректированного на площадь поверхности тела, отражает наличие патологической гипертрофии, полученной в результате поражения сердца при АГ, что, вероятно, приводит к увеличению продолжительности потенциала действия кардиомиоцита и, соответственно, к удлинению интервала QT. Эти данные согласуются с фундаментальными работами Capasso с соавт., Gulch с соавт., Ten Eick и Bassett, в которых описывается удлинение ПД в условиях перегрузки давлением [37, 38, 39]. По нашему мнению, именно удлинение потенциала действия при патологической гипертрофии миокарда ЛЖ у пациентов с АГ может быть причиной развития различных жизнеугрожающих аритмий у этой группы больных. Таким образом, удлинение QT, ассоциированное с увеличением ИММЛЖ, может быть фактором риска развития внезапной смерти у пациентов с АГ.

Выводы

1. При ГЛЖ увеличивалась продолжительность QRS и SQRS в собственной плоскости. Наибольшие значения SQRS наблюдались у пациентов с КГ левого желудочка в сравнении с ЭГ. По продолжительности QRS пациенты с КГ и ЭГ не различались.
2. У пациентов с АГ и ГЛЖ продолжительность абсолютных и скорректированных значений интервала QT была достоверно больше, чем у пациентов без ГЛЖ.
3. Интервал QT удлинялся с увеличением ММЛЖ и ИММЛЖ. Продолжитель-

ность QT не зависела от типа гипертрофии ЛЖ — концентрическая или эксцентрическая.

Список литературы / Reference

1. Бадин Ю.В., Фомин И.В., Беленков Ю.Н., Мареев В.Ю. и др. Эпоха-АГ 1998–2017 гг.: динамика распространенности, информированности об артериальной гипертонии, охвате терапией и эффективности контроля артериального давления в Европейской части РФ. Кардиология. 2018;59(1S):34–42. <https://doi.org/10.18087/cardio.2445>. [Badin Yu.V., Fomin I.V., Belenkov Yu.N., Mareev V. Yu. et al. Epoch-AH 1998–2017: dynamics of prevalence, awareness of hypertension, therapy coverage and effective blood pressure control in the European part of the Russian Federation. Cardiology. 2018;59(1S):34–42. <https://doi.org/10.18087/cardio.2445> (in Russian)]
2. Бойцов С.А., Баланова Ю.А., Шальнова С.А. и др. Артериальная гипертония среди лиц 25–64 лет: распространенность, осведомленность, лечение и контроль. По материалам исследования ЕССЕ. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2014;13(4):4–14. <https://doi.org/10.1582/91728-8800-2014-4-4-14> [Boytsov S. A., Balanova Yu. A., Shalnova S. A. et al. Arterial hypertension among persons aged 25–64: prevalence, awareness, treatment and control. Based on the research materials ESSE. Cardiovascular therapy and prevention. 2014;13(4):4–14. <https://doi.org/10.1582/91728-8800-2014-4-4-14> (in Russian)]
3. Williams B., Mancia G., Spiering W. et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. European Heart Journal. 2018;39(33):3021–3104. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy339
4. Шахов Б.Е., Демидова Н.Ю. Эхокардиографические критерии (гипертонического сердца). Н. Новгород, 2009. 184 с. [Shakhov B.E., Demidova N. Yu. Echocardiographic criteria for "hypertensive heart". N. Novgorod, 2009. p. 184. (In Russian)]
5. Беленков Ю.Н. Ремоделирование левого желудочка: комплексный подход. Сердечная недостаточность. 2002;3(4):161–163. [Belenkov Yu. N. Left ventricular remodeling: an integrated approach. Heart failure. 2002;3(4):161–163. (In Russian)]
6. Конради А.О., Рудоманов О.Г., Захаров Д.В. и др. Варианты ремоделирования сердца при гипертонической болезни — распространенность и детерминанты. Терапевтический архив. 2005;9:8–16. [Konradi A. O., Rudomanov O. G., Zakharov D. V. et al. Variants of heart remodeling in hypertension — prevalence and determinants. Therapeutic archive. 2005;9:8–16. (In Russian)]
7. Кобалава Ж.Д., Котовская Ю.В., Моисеев В.С. Артериальная гипертония. Ключи к диагностике и лечению. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 864 с. [Kobalava Zh.D., Kotovskaya Yu. V., Moiseev V. S. Arterial hypertension. The keys to diagnosis and treatment. M.: GEOTAR-Media, 2009. p.864. (In Russian)]
8. Шляхто Е.В., Конради А.О. Ремоделирование сердца при гипертонической болезни. Сердце. 2002;5(5):232–235. [Shljahto E. V., Konradi A. O. Cardiac remodeling in hypertension. Russian Heart Journal. 2002;1(5):232–235 (in Russian)]
9. Devereux R. B., Reichek N. Echocardiographic determination of left ventricular mass in man. Anatomic validation of the method. Circulation. 1977;55(4):613–8. doi: 10.1161/01.cir.55.4.613.
10. Ganau A., Devereux R. B., Roman M. J. et al. Patterns of left ventricular hypertrophy and geometric remodeling in essential hypertension. J. Am. Coll. Cardiol. 1992;19(1):1550–8. doi: 10.1016/0735-1097(92)90617-v.
11. Lang R. M., Badano L. P., 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;28:1–39. doi: 10.1016/j.echo.2014.10.003.
12. De Simone G., Izzo R., Aurigemma G. P. et al. Cardiovascular risk in relation to a new classification of hypertensive left ventricular geometric abnormalities. J. Hypertens. 2015;33:745–4. doi: 10.1097/HJH.0000000000000477
13. Терегулов Ю.Э. Интегральная жесткость артериальной системы в комплексной оценке гемодинамики у больных с артериальной гипертензией и у здоровых лиц: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.01.05 / Ю.Э. Терегулов; конс. С.Д. Маянская; ГБОУ ВПО «Казанский гос. мед. ун-т» Минздрава РФ. Казань, 2016. 40 с. [Teregulov Yu. E. Integral stiffness of the arterial system in a comprehensive assessment of hemodynamics in patients with arterial hypertension and in healthy individuals. autoref. dis. Dr. med. sciences. Kazan, 2016. p. 40. (In Russian)]
14. Иванов Г.Г., Агеева И.В., Бабаахмеди С. Структурное и электрофизиологическое ремоделирование миокарда: определение понятия и применение в клинической практике. Функциональная диагностика. 2003;1:101–9. [Ivanov G. G., Ageeva I. V., Babaakhmadi S. Structural and electrophysiological remodeling of the myocardium: definition and application in clinical practice. Functional diagnostics. 2003;1:101–9. (In Russian)]
15. Тартаковский М.Б. Основы клинической векторкардиографии. Ленинград, 1964. 435 с. [Tartakovsky M. B. Fundamentals of Clinical Vector Cardiography. Leningrad, 1964. 435 p. (In Russian)]

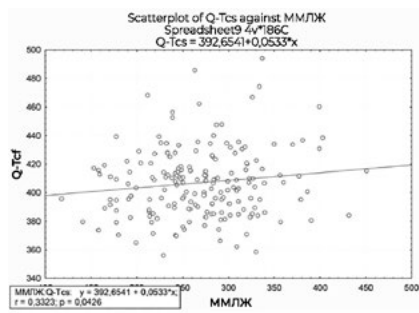
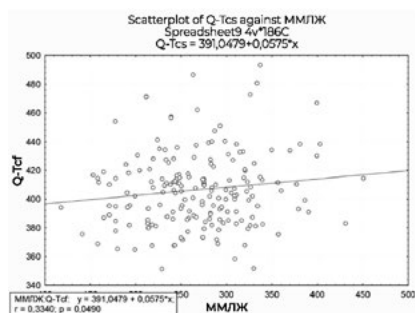


Рисунок 1. График линейной регрессии QT_{cf} (а) и QT_{cs} (б) от ММАЖ

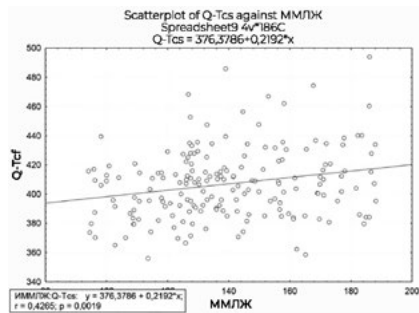
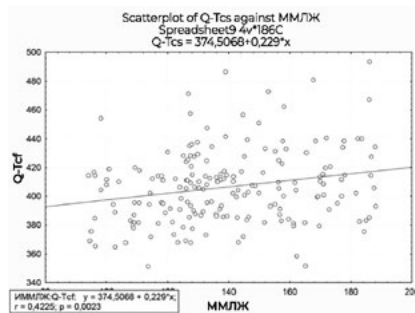


Рисунок 2. График линейной регрессии между QT_{cf} (а) и QT_{cs} (б) от ИММАЖ

16. Озол Э. А. Корригированные ортогональные отведения электрокардиограммы при гипертрофии левого желудочка сердца. Казанский медицинский журнал. 1967;3:13–6. [Ozol E. A. Corrected orthogonal electrocardiogram leads in case of left ventricular hypertrophy. Kazan Medical Journal. 1967;3:13–6. (In Russian)]
17. Титомир Л. И., Руткай-Недешкий И. Анализ ортогональной электрокардиограммы. М.: Наука, 1990. 198 с. [Titomir L. I., Rutkai-Nedetskiy I. Analysis of the orthogonal electrocardiogram. Moscow: Nauka, 1990. 198 p. (In Russian)]
18. Соболев А. В., Сахнова Т. А., Гаджаева Ф. У., Дорофеева З. З. Компьютерная визуализация пространственных векторкардиографических петель и диагностика увеличения отделов сердца. Кардиология. 1990;1:55–8. [Sobolev A. V., Sakhnova T. A., Gadzhayeva F. U., Dorofeeva Z. Z. Computer visualization of spatial vector cardiographic loops and diagnostics of enlargement of the heart. Cardiology. 1990;1:55–8. (In Russian).]
19. Кушаковский М. С., Гришкин Ю. Н. Аритмии сердца. СПб.: ИКФ Фолиант, 2014. 720 с.: ил. [Kushakovskiy M. S., Grishkin Yu. N. Cardiac arrhythmias. SPb.: IKF Foliant, 2014. 720 p. (In Russian)]
20. Бокерия Л. А., Бокерия О. А., Глушко А. А. Механизмы нарушений ритма сердца. Анналы аритмологии. 2010;3:69–9. [Bockeria L. A., Bockeria O. A., Glushko A. A. Mechanisms of heart rhythm disturbances. Annals of Arrhythmology. 2010;3:69–9. (In Russian)]
21. Behr E. R., Roden D. Drug-induced arrhythmia: pharmacogenomic prescribing? Eur Heart J. 2013;34:89–95. doi: 10.1093/eurheartj/ehs351. Epub 2012 Oct 22.
22. Терегулов Ю. Э., Саламова Л. Ф., Максимова Н. В., Гизатуллина А. Ф. Оценка интервала QT при проведении пробы с физической нагрузкой. Практическая медицина. 2018;1(112):30–6. [Teregulov Yu. E., Salyamova L. F., Maksimova N. V.,

- Gizatullina A. F. Assessment of the QT interval during exercise testing. Practical medicine. 2018;1(112):30–6. (In Russian)]
23. Peng S., Yu Y., Hao K. et al. Heart rate-corrected QT interval duration is significantly associated with blood pressure in Chinese hypertensives. J. Electrocardiol. 2006;39(2):206–10. DOI: 10.1016/j.jelectrocard.2005.08.007
24. Гимаев Р. Х., Рузов В. И., Разин В. А., Юдина Е. Е. Гендерно-возрастные особенности электрофизиологического ремоделирования сердца у больных артериальной гипертензией. Артериальная гипертензия. 2009;15(1):57–64. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2009-15-1-57-64> [Gimaev R. Kh., Ruzov V. I., Razin V. A., Yudina E. E. Gender and age characteristics of electrophysiological remodeling of the heart in patients with arterial hypertension. Arterial hypertension. 2009;15(1):57–64. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2009-15-1-57-64> (In Russian)]
25. Юдина Е. Е. Электрофизиологическое ремоделирование сердца у больных гипертонической болезнью I-II стадий: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.06 / Юдина Елена Евгеньевна; [Место защиты: Самарск. гос. мед. ун-т]. Самара, 2008. 23 с. [Yudina E. E. Electrophysiological remodeling of the heart in hypertensive patients of I-II stages: abstract of thesis. ... Candidate of Medical Sciences: 14.00.06 / Yudina Elena Evgenievna; [Place of protection: Samarsk. state honey. un-t]. Samara, 2008. 23 p. (In Russian)]
26. Bortolan G., Bressan M., Golferini F.; ILSA Study Group. QT dispersion in the elderly. The ILSA Study. Aging Clin Exp Res. 2004;16(5):342–8. <https://doi.org/10.1007/bf03324562>
27. Искендеров Б. Г., Лохина Т. В., Люсов В. А., Капелович В. Ю. Комплексная оценка состояния проводящей системы сердца и электрической нестабильности миокарда у больных артериальной

гипертензией. Российский кардиологический журнал. 2006;1(57):22–6. [Iskenderov B. G., Likhina T. V., Lyusov V. A., Kapelovich V. Yu. Comprehensive assessment of the state of the conduction system of the heart and electrical instability of the myocardium in patients with arterial hypertension. Russian journal of cardiology. 2006;1(57):22–6. (In Russian)]

28. Porthan K., Virolainen J., Hiltunen T., Viitasalo M. et al. Relationship of electrocardiographic repolarization measures to echocardiographic left ventricular mass in men with hypertension. J. Hypertens. 2007;19:151–1957. <https://doi.org/10.1097/hjh.0b013e328263088b>
29. Salles G. F., Cardoso C. R., Deccache W. Multivariate associates of QT interval parameters in diabetic patients with arterial hypertension: importance of left ventricular mass and geometric patterns. J. Hum. Hypertens. 2003;17(8):561–7. <https://doi.org/10.1038/sj.jhh.1001590>
30. Ural D., Komsuoglu B., Cetinarlan B., Leventyuz M., Godeli O., Komsuoglu S. S. Echocardiographic features and QT dispersion in borderline isolated systolic hypertension in the elderly. Int J Cardiol. 1999;68(3):317–23. doi: 10.1016/s0167-5273(98)00346-5.
31. Haugaa K. H., Bos J. M., Borkenhagen E. J., Tarrell R. F. et al. Impact of left ventricular hypertrophy on QT prolongation and associated mortality. Heart Rhythm. 2014;11(11):1957–1965. doi: 10.1016/j.hrthm.2014.06.025.
32. Marwick T. H., Gillebert T. C., Aurigemma G. et al. Recommendations on the Use of Echocardiography in Adult Hypertension: A Report from the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) and the American Society of Echocardiography (ASE). J Am Soc Echocardiogr. 2015;28(7):727–54. Epub 2015 / 07 / 05. doi: 10.1016/j.echo.2015.05.002. PubMed PMID: 26140936.
33. Bazett H. C. An analysis of the time-relations of electrocardiograms. Heart. 1920;7:353–70. <https://doi.org/10.1111/j.1542-474X.1997.tb00325.x>
34. Fridericia L. S. The duration of systole in the electrocardiogram of normal subjects and of patients with heart disease. Acta Medica Scandinavica. 1920;53:469–86. <https://doi.org/10.1046/j.1542-474X.2003.08413.x>
35. Sagie A. An improved method for adjusting the QT interval for heart rate (the Framingham Heart Study). Am J Cardiol. 1992;70(7):797–801. doi: 10.1016/0002-9149(92)90562-d.
36. Максимова М. С., Мухаметшина Ф. Н., Гаврилова А. А., Терегулов Ю. Э. Оценка электрокардиографических и векторкардиографических параметров у пациентов с артериальной гипертензией при различных типах ремоделирования левого желудочка. Ежегодник казанской медицинской школы. 2019;1(23):35–41. [Maksimova M. S., Mukhametshina F. N., Gavrilova A. A., Teregulov Yu. E. Evaluation of electrocardiographic and vectorcardiographic parameters in patients with arterial hypertension with various types of left ventricular remodeling. Diary of the Kazan Medical School. 2019;1(23):35–41. (In Russian)]
37. Capasso J. M., Strobeck J. K., Sonnenblick E. H. Myocardial mechanical alterations during gradual onset long term hypertension in rats. Am. J. Physiol. 1981;10: H435 — H441. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.1981.241.3.H435>
38. Gulch R. W., Baumann R., Jacob R. Analysis of myocardial action potential in left ventricular hypertrophy of the Goldblatt rats. Basic. Res. Cardiol. 1979;74:69–82. <https://doi.org/10.1007/BF01907686>
39. Ten Eick R. E., Bassett A. L., Robertson L. L. Possible electrophysiological basis for decreased contractility associated with myocardial hypertrophy in cat: a voltage clamp approach. Perspectives in cardiovascular research. — vol. 7: Myocardial hypertrophy and failure. Ed. N. Alpert. New York: Raven Press. 1983:245–259. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0873-7_28

Статья поступила / Received 29.01.21
Получена после рецензирования / Revised 03.02.21
Принята к публикации / Accepted 04.03.21

Сведения об авторах

Максимова Мария Сергеевна, ассистент кафедры функциональной диагностики
КГМА – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России
Автор для переписки: Максимова Мария Сергеевна. E-mail: mariamaxfd@mail.ru

About authors

M. S. Maksimova, assistant Lecturer of the Department of Functional Diagnostics
KSMA — Branch Campus of the FSBEI FPE RMACPE MOH Russia
Corresponding author: M. S. Maksimova. E-mail: mariamaxfd@mail.ru

Для цитирования: Максимова М. С. Электрофизиологическое ремоделирование сердца у пациентов с артериальной гипертензией. Медицинский алфавит. 2021; (5):26–32. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-5-26-32>

For citation: Maksimova M. S. Electrophysiological remodeling of the heart in patients with arterial hypertension. Medical alphabet. 2021; (5):26–32. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-5-26-32>

