

Сахнова Т. А., Блинова Е. В., Саидова М. А.

Институт клинической кардиологии им. А. Л. Мясникова,

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, Москва, Россия

ЗНАЧЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО УГЛА QRS–T ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЯЖЕСТИ ПОРАЖЕНИЯ СЕРДЦА У БОЛЬНЫХ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИЕЙ

<i>Цель</i>	Изучение связи клинических, эхокардиографических и лабораторных показателей с увеличением пространственного угла QRS–T (sQRS–T) у больных артериальной гипертонией (АГ).
<i>Материал и методы</i>	В исследование были включены 160 больных АГ – 61 (38%) мужчина и 99 (62%) женщин в возрасте 58 [49; 67] лет. В исследование не включали больных ишемической болезнью сердца и пациентов с блокадами ножек пучка Гиса. При эхокардиографии определяли конечный диастолический размер левого желудочка (КДР ЛЖ), толщину задней стенки левого желудочка (ТЗС ЛЖ), толщину межжелудочковой перегородки (ТМЖП), относительную толщину стенок (ОТС), массу миокарда левого желудочка (ММЛЖ), индекс ММЛЖ (ИММЛЖ). Кроме того, анализировали уровень систолического и диастолического артериального давления (САД, ДАД) при офисном измерении, длительность заболевания, индекс массы тела, уровень глюкозы, холестерина и креатинина в плазме крови, скорость клубочковой фильтрации. Пространственный угол QRS–T вычисляли как угол между интегральными векторами QRS и T с использованием векторкардиограммы, пересчитанной из цифровой электрокардиограммы в 12 отведениях. Данные представлены как медиана [25-й процентиль; 75-й процентиль].
<i>Результаты</i>	Пространственный угол QRS–T в группе составил 65 [43; 90]°. Пространственный угол QRS–T рос по мере увеличения степени АГ (при АГ 1-й степени – 55 [37; 74]°; при 2-й степени – 60 [41; 82]°; при 3-й степени – 88 [62; 107]°; $p < 0,0001$); стадии АГ (при I стадии – 50 [41; 77]°; при II стадии – 68 [44; 93]°; при III стадии – 78 [59; 110]°; $p = 0,0002$) и степени сердечно-сосудистого риска (при низком и умеренном риске – 49 [37; 70]°, при высоком риске – 62 [43; 88]° ($p = 0,005$); при очень высоком риске – 88 [61; 117]° по сравнению с высоким риском – 62 [43; 88]° ($p = 0,0002$). Пространственный угол QRS–T был больше при сахарном диабете – 78 [60; 117]°, чем в его отсутствие – 63 [43; 89]° ($p = 0,03$). Выявлены слабые, но достоверные корреляции sQRS–T с индексом массы тела ($r = 0,2$; $p < 0,01$), САД ($r = 0,4$; $p < 0,0001$), ДАД ($r = 0,2$; $p < 0,01$), КДР ЛЖ ($r = 0,2$; $p < 0,01$), ТЗС ЛЖ ($r = 0,3$; $p < 0,001$), ТМЖП ($r = 0,3$; $p < 0,001$), ММЛЖ ($r = 0,3$; $p < 0,001$), ИММЛЖ ($r = 0,3$; $p < 0,001$), уровне глюкозы в крови ($r = 0,2$; $p < 0,01$).
<i>Заключение</i>	У больных АГ большой пространственный угол QRS–T связан с достоверно большими САД и ДАД, размерами ЛЖ, уровнем глюкозы в крови и индексом массы тела.
<i>Ключевые слова</i>	Пространственный угол QRS–T; артериальная гипертония; синтезированная векторкардиограмма
<i>Для цитирования</i>	Sakhnova T.A., Blinova E.V., Saidova M.A. The value of the spatial QRS–T angle for assessing the severity of heart damage in patients with arterial hypertension. <i>Kardiologiya</i> . 2021;61(11):49–56. [Russian: Сахнова Т.А., Блинова Е.В., Саидова М.А. Значение пространственного угла QRS–T для оценки тяжести поражения сердца у больных артериальной гипертонией. <i>Кардиология</i> . 2021;61(11):49–56]
<i>Автор для переписки</i>	Сахнова Тамара Анатольевна. E-mail: tamara-sahnova@mail.ru

Введение

Артериальная гипертония (АГ) является основным фактором риска развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), цереброваскулярных болезней (ЦВБ) и хронической болезни почек (ХБП) и в связи с этим – одной из основных причин, определяющих высокую смертность населения. Распространенность АГ среди взрослого населения в России превышает 40%, при этом основная нагрузка по обследованию и лечению этих больных ложится на первичное звено здравоохранения.

Согласно современным рекомендациям [1], для определения тактики лечения у всех больных АГ должна проводиться оценка общего риска развития ССЗ, для чего требуется комплексное обследование. К сожалению, в реальной практике провести своевременное полноценное обследование всех больных АГ удается не всегда. Так, по данным регистра АГ [2], в 2010–2014 гг. в первичном звене здравоохранения регистрация электрокардиограммы (ЭКГ) выполнялась всем больным АГ, тогда как эхокардиография (ЭхоКГ) проводилась лишь у 29% пациен-

тов. При этом 94% больных относились к группе высоко-го и очень высокого риска развития ССЗ.

В связи с этим представляется актуальной задача повышения информативности электрокардиографического метода, причем как в отношении выявления поражения сердца как органа-мишени, так и более тонкой стратификации риска у больных АГ.

Прогностическое значение вольтажных электрокардиографических критериев гипертрофии левого желудочка (ГЛЖ) в отношении общей смертности, смертности от ССЗ и сердечно-сосудистых осложнений (ССО), как в общей популяции, так и у больных АГ, в настоящее время подтверждено несколькими мета-анализами [3–5].

Вместе с тем имеются крупные исследования, показывающие, что в общей популяции изменения сегмента ST и зубца T, характерные для ГЛЖ, являются сильным независимым предиктором смертности от всех причин [6] и по сравнению с другими электрокардиографическими критериями ГЛЖ имеют наибольшую прогностическую силу и наиболее тесные связи с риском развития ишемической болезни сердца (ИБС), хронической сердечной недостаточности (ХСН) и инсульта [7]. В другом крупном исследовании у пациентов с АГ в течение 10 лет наблюдения наличие изменений сегмента ST и зубца T более чем в 2 раза увеличивало риск развития ИБС, а также было значимым предиктором развития других ССЗ [8]. В то же время у больных АГ моложе 55 лет без ССЗ и сахарного диабета (СД) неспецифические минимальные изменения сегмента ST и зубца T на исходной ЭКГ при наблюдении в течение 16 лет не были связаны с повышенным риском развития ССЗ и смертности [9].

Для количественной оценки изменений сегмента ST и зубца T, характерных для ГЛЖ, может быть использован так называемый пространственный угол QRS–T (sQRS–T). Этот показатель в последнее время привлекает большое внимание исследователей в связи с его прогностическим значением в отношении общей смертности, смертности от ССЗ и внезапной сердечной смерти в общей популяции и в разнообразных клинических группах [10]. Однако исследований, посвященных изучению этого показателя у больных АГ, пока мало.

Цель

Определение клинических, эхокардиографических и лабораторных показателей, связанных с увеличением sQRS–T у больных АГ.

Материал и методы

В исследование были включены 160 больных АГ – 61 (38%) мужчина и 99 (62%) женщин в возрасте 58 [49; 67] лет, находившихся на лечении в НИИ кардиологии им. А.Л. Мясникова ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России.

Диагноз устанавливали согласно современным рекомендациям на основании комплексного клинико-инструментального обследования. В исследование не включали больных ИБС, с пороками сердца, а также состояниями, оказывающими клинически значимое влияние на конфигурацию ЭКГ (блокады ножек пучка Гиса, предвозбуждение желудочков, электрокардиостимуляция желудочков).

Из историй болезни пациентов, находящихся в медицинской информационной системе «Интерин», была отобрана для анализа следующая информация: диагноз (включая степень АГ, стадию АГ, степень общего риска развития ССЗ; наличие сопутствующих ЦВБ и СД 2-го типа); длительность АГ, уровни систолического и диастолического артериального давления (САД, ДАД), измеренного в день регистрации ЭКГ; данные о медикаментозном лечении на момент поступления; возраст, курение, наличие отягощенного семейного анамнеза ранних ССЗ, индекс массы тела (ИМТ), уровень холестерина, глюкозы и креатинина в плазме крови. Скорость клубочковой фильтрации (СКФ) рассчитывали по формуле MDRD (Modification of Dietin Renal Disease).

Цифровые ЭКГ в 12 отведениях регистрировали и обрабатывали с помощью компьютерного электрокардиографа с программным обеспечением Easy ECG. Анализируемые в работе показатели вычислялись в автоматическом режиме по усредненному кардиокомплексу 10-секундной записи ЭКГ после его автоматической разметки (при необходимости с ручной коррекцией). Синтезированные ортогональные отведения X, Y и Z вычислялись при помощи специальных линейных преобразований. Размеры пространственного угла QRS–T (в градусах) вычисляли как угол между интегральными векторами QRS и T. Кроме того, в данной работе анализировали показатель Соколова–Лайона (сумма амплитуд зубца S в отведении V₁ и наибольшего зубца R в отведении V₅ или V₆), корнельский показатель (сумма амплитуд зубца S в отведении V₃ и зубца R в отведении aVL; для компенсации разницы в пороговых значениях этого показателя у лиц разного пола при анализе данных у женщин прибавляли 8 мм) и корнельское произведение (произведение продолжительности комплекса QRS и корнельского показателя). Электрокардиографическими критериями ГЛЖ считали показатель Соколова–Лайона >35 мм, корнельский показатель >28 мм у мужчин и 20 мм у женщин, корнельское произведение >2440 мм·мс.

Трансторакальную ЭхоКГ проводили на ультразвуковом приборе Vivid E9 в соответствии с рекомендациями по количественной оценке камер сердца у взрослых [11]. Массу миокарда левого желудочка (ММЛЖ) вычисляли на основе линейных измерений в M-режиме под контролем B-режима по формуле Американского эхокардиографического общества (ASE). Индекс относительной толщины стенок (ОТС) рассчитывали по формуле:

$$(2 \times \text{ТЗС}) / \text{КДР},$$

где КДР – конечный диастолический размер ЛЖ, ТЗС – толщина задней стенки ЛЖ. В связи с тем что в изучаемой группе было много пациентов с избыточной массой тела и ожирением, использовали индексацию ММЛЖ не на площадь поверхности тела (ППТ), а на рост в степени 2,7. Эхокардиографическими критериями ГЛЖ считали индекс массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ)/рост^{2,7} больше 50 г/м^{2,7} у мужчин и больше 47 г/м^{2,7} у женщин. У пациентов с нормальной массой тела также проводили индексацию ММЛЖ на ППТ, которую рассчитывали по формуле:

$$\text{ППТ} = \text{масса тела (кг)}^{0,425} \times \text{рост (см)}^{0,725} \times 0,007184.$$

При индексации на ППТ критериями ГЛЖ считали ИММЛЖ >115 г/м² у мужчин и 95 г/м² у женщин.

Для анализа данных использовали статистическое программное обеспечение MedCalc, версия 12.7. Непрерывные переменные представлены в виде медианы и межквартильного размаха – Ме [25-й процентиль; 75-й процентиль]. Качественные переменные представлены в виде абсолютных и относительных частот – n (%). Для оценки различий двух независимых количественных переменных в зависимости от типа распределения использовали непарный t-тест или критерий Манна-Уитни, для качественных переменных – критерий хи-квадрат Пирсона. Для определения взаимосвязи между переменными в зависимости от типа распределения проводили корреляционный анализ Пирсона или Спирмена. Для описания информативности показателей использовали характеристические кривые (ROC-кривые), определяли чувствительность и специфичность критериев. За уровень статистической значимости принимали p<0,05.

Результаты

Характеристики пациентов на момент обследования представлены в табл. 1.

По данным анамнеза, у 53 (33%) больных имелась АГ 1-й степени, у 50 (31%) больных – 2-й степени и у 57 (36%) – 3-й степени. На момент поступления в стационар 40 (25%) больных не принимали антигипертензивной терапии, 41 (26%) находились на монотерапии и 79 (49%) получали комбинированную антигипертензивную терапию. На момент поступления в стационар целевой уровень АД (<140/90 мм рт. ст.) был достигнут у 93 (58%) пациентов. У 46 (29%) имелась АГ I стадии, у 81 (51%) больных – II стадии и у 33 (20%) – III стадии. К группе низкого риска развития ССЗ относились 10 (6%) пациентов, к группе умеренного риска – 23 (14%) пациента, к группе высокого риска – 73 (46%), к группе очень высокого риска – 54 (34%) пациента. При дальнейшем анализе группы низкого и умеренного риска развития ССЗ в связи с их малочисленностью были объединены.

Пространственный угол QRS–T в общей группе составил 65 [43,5; 90,5]°. Не выявлено достоверных различий sQRS–T в зависимости от пола: 74 [49; 94]° у мужчин и 61 [43; 89]° у женщин (p=0,15). Кроме того, не выявлено достоверных различий sQRS–T в зависимости от наличия отягощенного семейного анамнеза по ранним ССЗ: 67 [39; 88]° при наличии, 63 [45; 94]° в отсутствие (p=0,82) и в зависимости от статуса курения: 70 [47; 81]° у курящих, 62,5 [43; 91]° у некурящих (p=0,85).

Выявлены достоверные различия размеров sQRS–T в зависимости от наличия СД 2-го типа: 96 [63; 142]° у больных СД 2-го типа, 62 [43; 88]° у больных без СД 2-го типа (p=0,001).

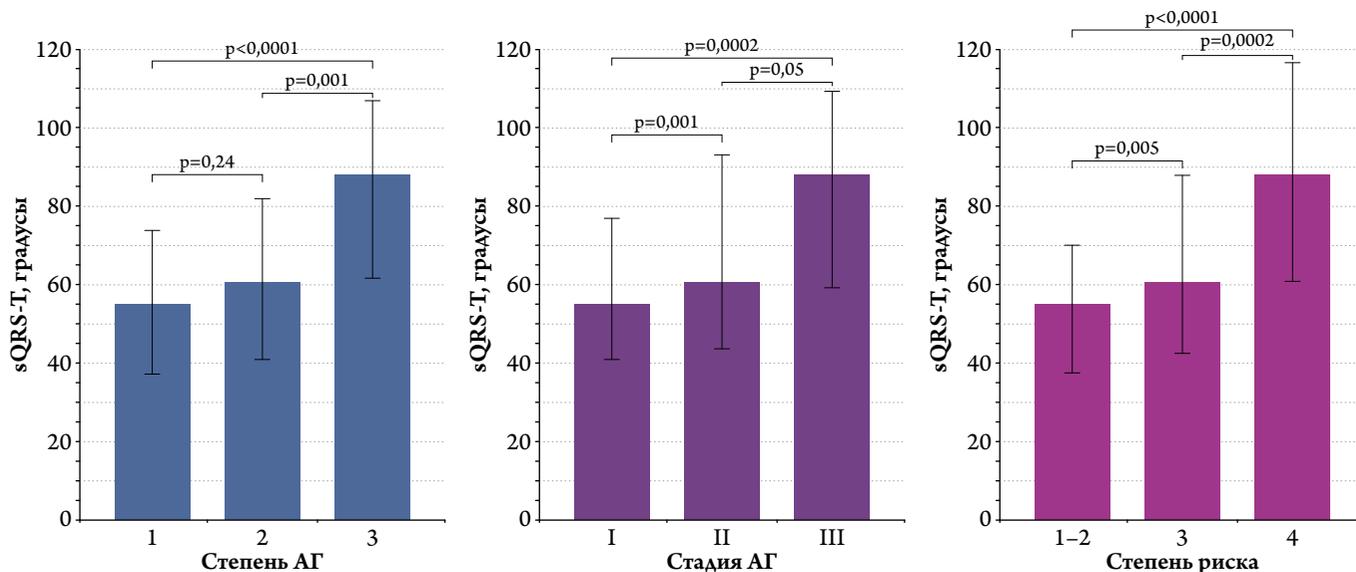
Размеры пространственного угла QRS–T в зависимости от степени АГ, стадии АГ и степени общего риска развития ССЗ представлены на рис. 1. Как видно из рис. 1, sQRS–T рос по мере увеличения степени АГ, стадии АГ и степени общего риска развития ССЗ, особенно отчетливой эта тенденция была в группах с разной степенью общего риска развития ССЗ.

Таблица 1. Клиническая характеристика обследованных пациентов

Показатель	Значение
Мужской пол	61 (38%)
Возраст, годы	58 [49; 67]
Длительность заболевания, годы	10 [5; 15]
Отягощенный семейный анамнез	47 (29%)
Курение	30 (19%)
ИМТ, кг/м ²	29 [26; 33]
Число пациентов с избыточной массой тела (ИМТ 25–29,9 кг/м ²)	64 (40%)
Ожирение (ИМТ >30 кг/м ²)	68 (42,5%)
Сахарный диабет 2-го типа	20 (12,5%)
САД, мм рт. ст.	140 [130; 153]
ДАД, мм рт. ст.	84 [80; 90]
Общий холестерин, ммоль/л	5,36 [4,45; 6,59]
Общий холестерин >4,9 ммоль/л	103 (64%)
Глюкоза плазмы крови натощак, ммоль/л	5,41 [4,93; 6,0]
Число пациентов с уровнем глюкозы в плазме крови натощак >5,6 ммоль/л	65 (41%)
Креатинин, мкмоль/л	71,0 [62,9; 84,0]
СКФ, мл/мин/1,73 м ²	89,9 [72,5; 100,2]
КДР ЛЖ, см	5,0 [4,8; 5,3]
ТЗС ЛЖ, см	1,0 [0,9; 1,05]
ТМЖП, см	1,0 [0,9; 1,05]
ММЛЖ, г	176 [153; 213]
ИММЛЖ/рост ^{2,7} , г/м ^{2,7}	43,6 [37,0; 49,5]

ИМТ – индекс массы тела; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; СКФ – скорость клубочковой фильтрации; КДР ЛЖ – конечный диастолический размер левого желудочка; ТЗС ЛЖ – толщина задней стенки левого желудочка; ТМЖП – толщина межжелудочковой перегородки; ММЛЖ – масса миокарда левого желудочка; ИММЛЖ – индекс массы миокарда левого желудочка.

Рисунок 1. Размеры пространственного угла QRS–T (медиана [25-й; 75-й процентиль]) в зависимости от степени АГ, стадии АГ и степени общего риска развития сердечно-сосудистых заболеваний



АГ – артериальная гипертензия.

Таблица 2. Информативность электрокардиографических показателей при разделении групп больных АГ с низким/умеренным и высоким/очень высоким риском развития сердечно-сосудистых заболеваний

Показатель	AUC±SE	95% ДИ	Пороговое значение	Чувствительность, %	Специфичность, %
sQRS–T, °	0,71±0,04	0,6–0,77	>79	43	94
Показатель Соколова–Лайона, мм	0,66±0,05	0,58–0,73	>35	4	100
Корнельский показатель, мм	0,77±0,04	0,69–0,83	>28	11	100
Корнельское произведение, мм × мс	0,77±0,04	0,69–0,83	>2440	13	100

QRS–T – пространственный угол; AUC – площадь под кривой; SE – standard error (стандартная ошибка); ДИ – доверительный интервал.

Таблица 3. Информативность показателей ЭКГ при разделении группы больных АГ с очень высоким риском от больных АГ с риском развития сердечно-сосудистых заболеваний более низких градаций

Показатель	AUC±SE	95% ДИ	Пороговое значение	Чувствительность, %	Специфичность, %
sQRS–T, °	0,72±0,04	0,64–0,78	>94	44	89
Показатель Соколова–Лайона, мм	0,55±0,05	0,47–0,63	>35	3	94
Корнельский показатель, мм	0,69±0,05	0,61–0,76	>28	11	99
Корнельское произведение, мм × мс	0,70±0,04	0,62–0,77	>2440	22	95

QRS–T – пространственный угол; AUC – площадь под кривой; SE – стандартная ошибка; ДИ – доверительный интервал.

Результаты ROC-анализа по определению информативности показателей ЭКГ при разделении групп больных АГ с низким/умеренным и высоким/очень высоким риском развития ССЗ, а также при разделении группы больных АГ с очень высоким риском развития ССЗ от больных АГ с риском развития ССЗ более низких градаций, приведены в табл. 2 и 3.

Коэффициенты корреляции размеров sQRS–T с различными клиническими, лабораторными и инструментальными показателями представлены в табл. 4.

При использовании рекомендованных пороговых значений ИММЛЖ/рост^{2,7} эхокардиографические признаки ГЛЖ выявлялись у 66 (41%) пациентов. При использовании рекомендованных пороговых значений элек-

трокардиографические признаки ГЛЖ были выявлены у 29 (18%) пациентов.

Не было выявлено достоверных различий по частоте выявления вольтажных электрокардиографических признаков ГЛЖ у больных с ожирением – 16 (24%) пациентов и без ожирения – 13 (14%) пациентов (p=0,19). Пространственные углы QRS–T больше 90° достоверно чаще встречались у больных с ожирением – у 24 (35%), чем без ожирения – у 16 (17%). При этом у больных с ожирением были достоверно больше как ММЛЖ (194 [167; 220] г, без ожирения – 169 [142; 197] г; p=0,0006), так и ИММЛЖ/рост^{2,7} (46 [40; 53] г/м^{2,7}, без ожирения – 42 [36; 47] г/м^{2,7}; p=0,0003).

Таблица 4. Коэффициенты корреляции sQRS-T с клиническими, лабораторными и инструментальными показателями

Показатель	Коэффициент корреляции (r)	p
Возраст	0,00	0,96
Длительность АГ	0,10	0,19
САД	0,37	<0,0001
ДАД	0,23	0,004
ИМТ	0,22	0,006
КДР ЛЖ	0,21	0,007
ТЗС ЛЖ	0,30	0,0001
ТМЖП	0,30	0,0001
ММЛЖ	0,32	<0,0001
ИММЛЖ/рост ^{2,7}	0,34	<0,0001
Глюкоза плазмы натощак	0,17	0,03
Общий холестерин	0,02	0,74
Креатинин	0,04	0,60
СКФ	0,04	0,58
Показатель Соколова-Лайона	0,14	0,08
Корнельский показатель	0,44	<0,0001
Корнельское произведение	0,51	<0,0001

QRS-T – пространственный угол; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; ИМТ – индекс массы тела; КДР ЛЖ – конечный диастолический размер левого желудочка; ТЗС ЛЖ – толщина задней стенки левого желудочка; ТМЖП – толщина межжелудочковой перегородки; ММЛЖ – масса миокарда левого желудочка; ИММЛЖ – индекс массы миокарда левого желудочка; СКФ – скорость клубочковой фильтрации.

Результаты ROC-анализа по определению информативности электрокардиографических показателей при разделении групп больных АГ на имеющих эхокардиографические признаки ГЛЖ и без таковых приведены в табл. 5.

Таблица 5. Информативность электрокардиографических показателей при разделении групп больных АГ на имеющих эхокардиографические признаки ГЛЖ и без таковых

Показатель	AUC±SE	95% ДИ	Пороговое значение	Чувствительность, %	Специфичность, %
sQRS-T, °	0,62±0,05	0,54–0,70	>55	74	48
			>117°	15	95
Показатель Соколова-Лайона, мм	0,60±0,05	0,52–0,67	>35	2	95
Корнельский показатель, мм	0,69±0,04	0,61–0,76	>28	3	98
Корнельское произведение, мм × мс	0,69±0,04	0,62–0,76	>2440	20	94

QRS-T – пространственный угол; ГЛЖ – гипертрофия левого желудочка; AUC – площадь под кривой; SE – стандартная ошибка; ДИ – доверительный интервал.

Таблица 6. Информативность показателей ЭКГ при разделении групп больных АГ, достигших и не достигших целевого уровня артериального давления

Показатель	AUC±SE	95% ДИ	Пороговое значение	Чувствительность, %	Специфичность, %
sQRS-T, °	0,66±0,04	0,58–0,74	>70	63	68
			>104	21	93
Показатель Соколова-Лайона, мм	0,55±0,05	0,47–0,63	>35	3	97
Корнельский показатель, мм	0,60±0,05	0,52–0,68	> 28	3	95
Корнельское произведение, мм × мс	0,61±0,05	0,53–0,69	> 2440	18	93

QRS-T – пространственный угол; AUC – площадь под кривой; SE – стандартная ошибка; ДИ – доверительный интервал.

У больных, при поступлении в стационар у которых регистрировалось достижение целевого уровня АД, размеры sQRS-T были достоверно меньше (59 [40; 79]°) по сравнению с теми, у кого целевой уровень АД достигнут не был (79 [55; 100]°; p=0,002).

Результаты ROC-анализа по определению информативности показателей ЭКГ при разделении групп больных АГ, достигших и не достигших целевого уровня АД, приведены в табл. 6.

Размеры sQRS-T выше 75-го перцентиля (больше 90°) не встречались у больных из группы низкого и умеренного риска развития ССЗ; встречались у 15 (20%) больных из группы высокого риска и у 26 (46%) больных из группы очень высокого риска развития ССЗ.

В группе высокого риска развития ССЗ размеры sQRS-T >90° в 11 (15%) случаях имелись у больных без вольтажных критериев ГЛЖ, в 4 (5%) случаях – в сочетании с вольтажными критериями ГЛЖ, и были связаны с более высокими САД (140 [139; 150] мм рт. ст. при sQRS-T >90°; 134 [126; 142] мм рт. ст. при sQRS-T ≤90°; p=0,01); КДР ЛЖ (5,30 [4,83; 5,50] см при sQRS-T >90°; 4,90 [4,80; 5,20] см при sQRS-T < 90°; p=0,04) и ММЛЖ (213 [169; 220] г при sQRS-T >90°; 170 [153; 188] г при sQRS-T ≤90°; p=0,04). Имелась тенденция к более частому наличию sQRS-T >90° у больных, не принимавших антигипертензивные препараты или находящихся на монотерапии, – 11 (26%) из 43 по сравнению с больными, принимавшими комбинированную терапию, – 4 (13%) случая из 30 (p=0,33).

В группе очень высокого риска развития ССЗ размеры sQRS-T >90° в 7 (13%) случаях имелись у больных без вольтажных критериев ГЛЖ, в 18 (33%) случаях – в сочетании с вольтажными критериями ГЛЖ и были связа-

ны с более высокими значениями ТЗС ЛЖ (1,10 [1,00; 1,10] см при $sQRS-T > 90^\circ$; 1,00 [0,90; 1,10] см при $sQRS-T \leq 90^\circ$; $p=0,03$). $sQRS-T > 90^\circ$ достоверно чаще определяется у больных, не принимавших антигипертензивную терапию или находящихся на монотерапии, – у 11 (79%) из 14 по сравнению с больными, принимавшими комбинированную терапию, – 14 (35%) из 40 ($p=0,01$).

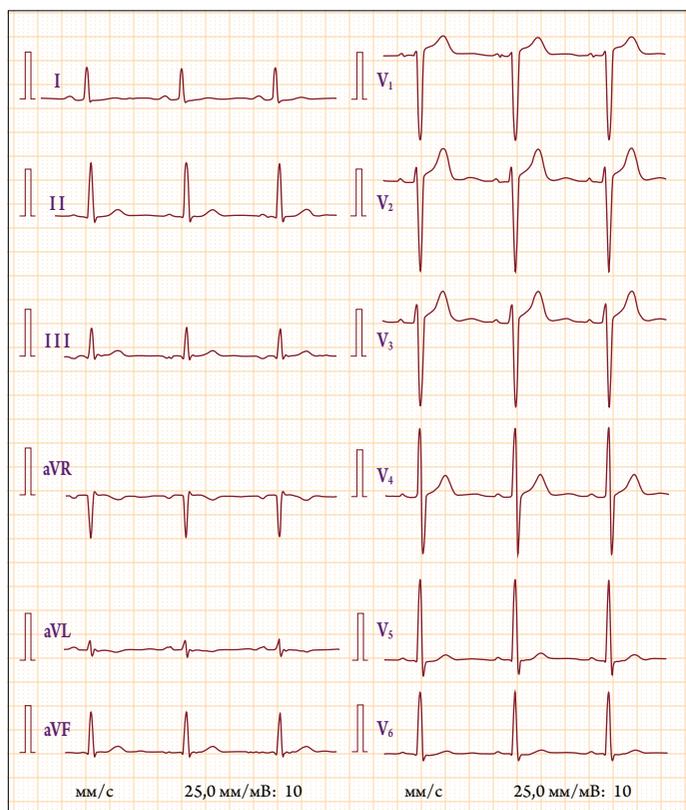
На рис. 2 представлена ЭКГ больного 32 лет с жалобами на эпизоды головной боли, одышки, сдавливания в грудной клетке. Анамнез гипертонической болезни в течение нескольких лет, постоянную антигипертензивную терапию не получал.

При поступлении в стационар состояние пациента средней тяжести; подкожный жировой слой развит умеренно; ИМТ 26 кг/м²; тоны сердца приглушены; ритм правильный; частота сердечных сокращений (ЧСС) 82 уд/мин; АД на правой руке 160/100 мм рт. ст., АД на левой руке 170/100 мм рт. ст.

На ЭКГ: ритм синусовый, регулярный, ЧСС 74 уд/мин. Нормальное положение электрической оси сердца. Показатель Соколова–Лайона на верхней границе нормы (35 мм); корнельский показатель (20 мм) и корнельское произведение (1830 мм·мс) в пределах нормы; $sQRS-T$ значительно увеличен (120°).

По данным ЭхоКГ, камеры сердца не расширены, стенки не утолщены. КДР ЛЖ 5,5 см; ТМЖП 1,0 см;

Рисунок 2. ЭКГ больного 32 лет с диагнозом: гипертоническая болезнь II стадии, степень артериальной гипертензии 2, риск 3 (высокий)

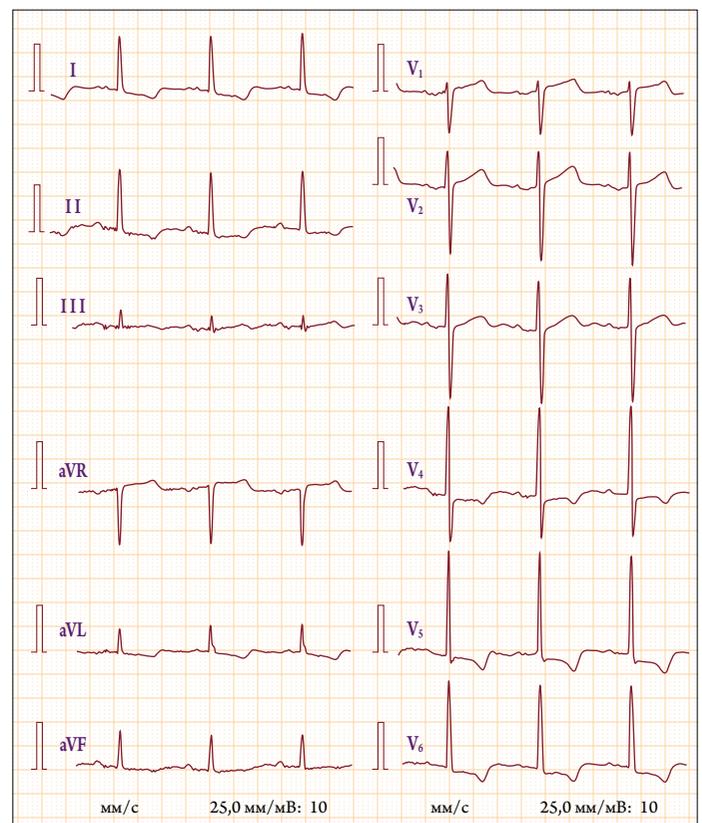


ТЗС ЛЖ 1,0 см; ММЛЖ 213 г (при норме до 224 г), ИММЛЖ/ППТ 106 г/м² (при норме до 115 г/м²), ИММЛЖ/рост^{2,7} 44 г/м^{2,7} (при норме до 50 г/м^{2,7}).

В ходе обследования данных в пользу вторичного генеза АГ не получено; выявлено повышение уровня общего холестерина до 5,13 ммоль/л, холестерина липопротеинов низкой плотности до 3,28 ммоль/л; гипертоническая ангиопатия сетчатки; стеноз до 20% в бифуркации брахиоцефального ствола за счет гетерогенной атеросклеротической бляшки. Заключительный диагноз: гипертоническая болезнь II стадии, степень АГ 2. Риск 3 (высокий). Атеросклероз брахиоцефальных артерий. Дислипидемия II типа. Гипертоническая ангиопатия сетчатки.

На рис. 3 представлена ЭКГ больной 71 года с жалобами на одышку при минимальных физических нагрузках, боли сжимающего характера при физических нагрузках, отеки нижних конечностей, общую слабость. Длительный анамнез гипертонической болезни и СД 2-го типа (получает инсулин). По словам больной, находится на комбинированной антигипертензивной терапии (блокатор рецепторов ангиотензина II, блокатор кальциевых каналов, бета-адреноблокатор, агонист имидазолиновых рецепторов, диуретик) в адекватных дозах.

Рисунок 3. ЭКГ больной 71 года с диагнозом: гипертоническая болезнь III стадии, неконтролируемая артериальная гипертензия, риск 4 (очень высокий); сахарный диабет 2-го типа; ожирение III степени; хроническая сердечная недостаточность, II функциональный класс по NYHA



При поступлении в стационар состояние пациенты средней тяжести; подкожный жировой слой развит чрезмерно; ИМТ 40 кг/м²; тоны сердца ясные, акцент II тона над аортой; ритм правильный; ЧСС 75 уд/мин; АД на правой руке 180/90 мм рт. ст., АД на левой руке 170/90 мм рт. ст.

В биохимическом анализе крови при поступлении гипергликемия (глюкоза плазмы натощак 8,6 ммоль/л).

На ЭКГ: ритм синусовый, 78 уд/мин. Нормальное положение электрической оси сердца. Имеется вольтажный критерий ГЛЖ (корнельский показатель 21 мм); показатель Соколова–Лайона (30 мм) и корнельское произведение (2210 мм·мс) в пределах нормы; регистрируются снижение сегмента ST и отрицательные зубцы T в отведениях I, II, aVL, V₄–V₆; sQRS–T значительно увеличен (156°).

По данным ЭхоКГ, дилатация полости левого предсердия, концентрическая ГЛЖ. Индекс объема левого предсердия 51 мл/м² (при норме до 34 мл/м²); КДР ЛЖ 4,8 см; ТМЖП 1,3 см; ТЗС ЛЖ 1,15 см; ММЛЖ 226 г (при норме до 162 г), ИММЛЖ/ППТ 112 г/м² (при норме до 95 г/м²), ИММЛЖ/рост^{2,7} 70 г/м^{2,7} (при норме до 47 г/м^{2,7}). Сократимость ЛЖ удовлетворительная, фракция выброса ЛЖ 60%. Диастолическая функция ЛЖ нарушена по данным тканевой доплерографии. Признаков легочной гипертензии нет.

С целью исключения скрытой коронарной недостаточности проведена стресс-ЭхоКГ; проба на выявление скрытой коронарной недостаточности отрицательная.

Клинический диагноз: гипертоническая болезнь III стадии. Неконтролируемая АГ. Риск 4 (очень высокий). Атеросклероз аорты, экстракраниального отдела брахиоцефальных артерий. Концентрическая ГЛЖ. СД 2-го типа. Ожирение III степени. ХБП II стадии. ХСН, II функциональный класс по классификации NYHA. Хроническая ишемия головного мозга. Диабетическая полинейропатия. Диабетическая микроангиопатия, диабетическая макроангиопатия.

Во время пребывания в стационаре после коррекции терапии (замена двух препаратов в рамках тех же классов, добавление спиронолактона) АД стабилизировалось на уровне 135–139/80 мм рт. ст.

Обсуждение

Известно, что увеличение sQRS–T связано с повышением риска смерти от всех причин и от ССЗ в общей популяции, а в еще большей степени – у больных с подозрением на ИБС и пациентов с ХСН [12]. Об изменении этого показателя у больных АГ пока известно относительно немного.

В настоящей работе продемонстрировано, что размеры sQRS–T растут по мере увеличения степени АГ, стадии АГ и особенно отчетливо – по мере увеличения сте-

пени общего риска развития ССЗ. По данным ROC-анализа, пороговое значение sQRS–T >79° позволяет предполагать у больного АГ наличие высокого, а sQRS–T >94° – очень высокого риска развития ССЗ.

При корреляционном анализе нами выявлены высокодостоверные, но слабые корреляции sQRS–T как с САД и ДАД, так и с показателями ЭхоКГ, характеризующими ГЛЖ. При ROC-анализе продемонстрировано, что sQRS–T позволяет выявлять в общей группе больных АГ пациентов как с эхокардиографическими признаками ГЛЖ, так и больных, не достигших целевого уровня АД. Однако при высоких уровнях специфичности его чувствительность остается достаточно низкой, хотя и сопоставимой с чувствительностью корнельского произведения и превосходящей в несколько раз чувствительность корнельского показателя и показателя Соколова–Лайона. Более низкие пороговые значения sQRS–T приводят к появлению большого числа ложноположительных результатов. Очевидно, на увеличение sQRS–T как проявление электрического ремоделирования сердца у больных АГ влияют не только уровень АД и величина ММЛЖ, но и какие-то иные факторы. Необходимо отметить, что корреляция sQRS–T с корнельским показателем и корнельским произведением была хотя и достоверной, но невысокой, а с показателем Соколова–Лайона и вовсе отсутствовала. Это еще раз подтверждает, что sQRS–T и вольтажные электрокардиографические критерии ГЛЖ не дублируют друг друга, а имеют взаимодополняющее значение.

Заслуживает внимания выявленная нами у больных АГ связь увеличения sQRS–T с наличием СД 2-го типа и с уровнем глюкозы в крови. СД, как и АГ, существенно увеличивает риск развития ССО, и как следствие, смертности от ССЗ. Механизмы увеличения sQRS–T при СД неясны, имеются данные о его связи с уровнем гликозилированного гемоглобина, а также с наличием и тяжестью автономной нейропатии [13].

В нашем исследовании не выявлено связи sQRS–T с уровнем креатинина в крови и СКФ, хотя в нашей предыдущей работе у больных инфарктом миокарда нижней локализации имелась связь увеличения sQRS–T с наличием ХБП [14]. В настоящем исследовании легкое снижение СКФ (от 89 до 60 мл/мин/1,73 м²) имелось у 65 (40%) больных, умеренное снижение СКФ (от 59 до 40 мл/мин/1,73 м²) – у 13 (8%), у остальных больных СКФ оставалась в пределах нормы. Возможно, у больных АГ увеличение sQRS–T может проявляться при более тяжелом поражении почек. Для решения этого вопроса требуются дальнейшие исследования.

В данное исследование преднамеренно не включались больные ИБС, поскольку это заболевание может независимо от АГ влиять на сегмент ST, зубец T, и, соответствен-

но, на sQRS–T. Изучению sQRS–T у больных с сочетанием ИБС и АГ мы планируем посвятить следующие работы.

В данном исследовании анализировались связи sQRS–T лишь с несколькими простыми, доступными в широкой клинической практике показателями. В литературе имеются данные о связи увеличения угла QRS–T во фронтальной плоскости со статусом нон-диппера [15], а также о связи изменений сегмента ST и зубца T у больных АГ с показателями деформации миокарда [16, 17]. Эти вопросы также могут быть предметом дальнейших исследований.

Заключение

Изменения sQRS–T у больных артериальной гипертензией изучены пока недостаточно. В настоящей работе показано, что у больных артериальной гипертензией размеры пространственного угла QRS–T растут по мере увеличения степени и стадии артериальной гипер-

тензии и особенно по мере увеличения степени общего риска развития сердечно-сосудистых заболеваний.

Выявлены корреляции размеров sQRS–T как с систолическим и диастолическим артериальным давлением, так и с показателями эхокардиографии, характеризующими гипертрофию левого желудочка, а также показана связь увеличения sQRS–T с наличием сахарного диабета 2-го типа и с уровнем глюкозы в крови. Особенно часто (в 79% случаев) размеры sQRS–T больше 90° встречались у больных артериальной гипертензией очень высокого риска, не получавших адекватную антигипертензивную терапию. Механизмы увеличения sQRS–T у больных артериальной гипертензией требуют дальнейшего изучения.

Конфликт интересов не заявлен.

Статья поступила 02.04.2021

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Chazova I.E., Zhernakova Yu.V. Clinical guidelines Diagnosis and treatment of arterial hypertension. *Systemic Hypertension*. 2019;16(1):6–31. [Russian: Чазова И.Е., Жернакова Ю.В. Клинические рекомендации. Диагностика и лечение артериальной гипертензии. Системные гипертензии. 2019;16(1):6–31]. DOI: 10.26442/2075082X.2019.1.190179
- Oshchepkova E.V., Lazareva N.V., Chazova I.E. Quality assessment of examination of patients with arterial hypertension in primary health care (according to the Russian arterial hypertension register data). *Systemic Hypertension*. 2017;14(2):29–34. [Russian: Ощепкова Е.В., Лазарева Н.В., Чазова И.Е. Оценка качества обследования больных артериальной гипертензией в первичном звене здравоохранения (по данным российского Регистра артериальной гипертензии). Системные гипертензии. 2017;14(2):29–34]. DOI: 10.26442/2075-082X_14.2.29-34
- You Z, He T, Ding Y, Yang L, Jiang X, Huang L. Predictive value of electrocardiographic left ventricular hypertrophy in the general population: A meta-analysis. *Journal of Electrocardiology*. 2020;62:14–9. DOI: 10.1016/j.jelectrocard.2020.07.001
- Zhang H, Hu L, Wei X. Prognostic value of left ventricular hypertrophy in hypertensive patients: A meta-analysis of electrocardiographic studies. *The Journal of Clinical Hypertension*. 2020;22(2):254–60. DOI: 10.1111/jch.13795
- Yi S, Wang F, Wan M, Yi X, Zhang Y, Sun S. Prediction of stroke with electrocardiographic left ventricular hypertrophy in hypertensive patients: A meta-analysis. *Journal of Electrocardiology*. 2020;61:27–31. DOI: 10.1016/j.jelectrocard.2020.04.018
- Estes EH, Zhang Z-M, Li Y, Tereshchenko LG, Soliman EZ. The Romhilt-Estes left ventricular hypertrophy score and its components predict all-cause mortality in the general population. *American Heart Journal*. 2015;170(1):104–9. DOI: 10.1016/j.ahj.2015.04.004
- Estes EH, Zhang Z-M, Li Y, Tereshchenko LG, Soliman EZ. Individual components of the Romhilt-Estes left ventricular hypertrophy score differ in their prediction of cardiovascular events: The Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) study. *American Heart Journal*. 2015;170(6):1220–6. DOI: 10.1016/j.ahj.2015.09.016
- Lehtonen AO, Puukka P, Varis J, Porthan K, Tikkanen JT, Nieminen MS et al. Prevalence and prognosis of ECG abnormalities in normotensive and hypertensive individuals. *Journal of Hypertension*. 2016;34(5):959–66. DOI: 10.1097/HJH.0000000000000882
- Vinyoles E, Soldevila N, Torras J, Olona N, de la Figuera M. Prognostic value of non-specific ST-T changes and left ventricular hypertrophy electrocardiographic criteria in hypertensive patients: 16-year follow-up results from the MINACOR cohort. *BMC Cardiovascular Disorders*. 2015;15(1):24. DOI: 10.1186/s12872-015-0012-6
- Blinova E.V., Sakhnova T.A., Yurasova E.S. Diagnostic and prognostic significance of QRS-T angle. *Therapeutic Archive*. 2020;92(9):85–93. [Russian: Блинова Е.В., Сахнова Т.А., Юрасова Е.С. Диагностическое и прогностическое значение угла QRS-T. *Терапевтический архив*. 2020;92(9):85–93]. DOI: 10.26442/00403660.2020.09.000752
- Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L 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. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2015;28(1):1–39.e14. DOI: 10.1016/j.echo.2014.10.003
- Zhang X, Zhu Q, Zhu L, Jiang H, Xie J, Huang W et al. Spatial/Frontal QRS-T Angle Predicts All-Cause Mortality and Cardiac Mortality: A Meta-Analysis. *PLOS ONE*. 2015;10(8):e0136174. DOI: 10.1371/journal.pone.0136174
- Voulgari C, Moysakkis I, Perrea D, Kyriaki D, Katsilambros N, Tentolouris N. The association between the spatial QRS-T angle with cardiac autonomic neuropathy in subjects with Type 2 diabetes mellitus. *Diabetic Medicine*. 2010;27(12):1420–9. DOI: 10.1111/j.1464-5491.2010.03120.x
- Sakhnova T.A., Blinova E.V., Merkulova I.N., Shakhnovich R.M., Zhukova N.S., Sukhinina T.S. et al. Factors Associated with the Increase in Spatial and Frontal QRS-T Angles in Patients with Inferior Myocardial Infarction. *Kardiologiya*. 2020;60(11):76–83. [Russian: Сахнова Т.А., Блинова Е.В., Меркулова И.Н., Шахнович Р.М., Жукова Н.С., Сухинина Т.С. и др. Факторы, связанные с увеличением пространственного и фронтального углов QRS-T у больных инфарктом миокарда нижней локализации. *Кардиология*. 2020;60(11):76–83]. DOI: 10.18087/cardio.2020.11.n1295
- Tanriverdi Z, Unal B, Eyuboglu M, Bingol Tanriverdi T, Nurdag A, Demirbag R. The importance of frontal QRS-T angle for predicting non-dipper status in hypertensive patients without left ventricular hypertrophy. *Clinical and Experimental Hypertension*. 2018;40(4):318–23. DOI: 10.1080/10641963.2017.1377214
- Nakamura N, Hirata K, Imanishi T, Kuroi A, Arita Y, Ikejima H et al. Electrocardiographic strain and endomyocardial radial strain in hypertensive patients. *International Journal of Cardiology*. 2011;150(3):319–24. DOI: 10.1016/j.ijcard.2010.04.049
- Nishikage T, Takeuchi M, Nakai H, Otsuji Y, Lang RM. Possible link between strain ST-T change on the electrocardiogram and subendocardial dysfunction assessed by two-dimensional speckle-tracking echocardiography. *European Journal of Echocardiography*. 2010;11(5):451–9. DOI: 10.1093/ejechoard/jeq001