



Величина пространственного угла QRS-T на ЭКГ и его связь с информативностью в предсказании неблагоприятных событий

Муромцева Г.А.¹, Куценко В.А.^{1,2}, Айду Э.А.³, Трунов В.Г.³, Ивлев О.Е.^{1,2}, Капустина А.В.¹, Яровая Е.Б.^{1,2}, Шальнова С.А.¹ gmuromtseva@gnicpm.ru; +74995536815

¹НИИЦ терапии и профилактической медицины МЗ РФ; ²Московский государственный университет им.М.В. Ломоносова; ³Институт проблем передачи информации РАН им.А.А. Харкевича, Москва, РФ

Цель исследования

Определить отрезные значения пространственного угла QRS-T (sQRS-Ta) в зависимости от типа неблагоприятного события (конечной точки, КТ) и степени риска его возникновения. Рассчитать информативность sQRS-Ta при разных порогах.

Материалы и методы

Обследованы 1268 участников случайной региональной выборки в возрасте 35-64 лет. Наблюдение продолжалось 8,7 лет.

Отслеживали 4 конечные точки (КТ):

- смерть от всех причин (Общая-См);
- смерть от сердечно-сосудистого заболевания (ССЗ; ССЗ-См),
- необратимое событие (НС) – ССЗ-См, нефатальный инфаркт миокарда или мозговой инсульт;
- комбинированная КТ (ККТ), включая НС, прогрессирование сердечной недостаточности или реваскуляризацию сердца.

Пространственный угол sQRS-Ta вычисляли как угол между интегральными векторами QRS и T в ортогональных координатах, синтезированных из ЭКГ 12 отведений (<https://doi.org/10.2478/msr-2022-0005>) (рисунок 1).

Пороговое (отрезное) значение sQRS-Ta рассчитывали несколькими способами:

- по ROC-кривой для точки, в которой чувствительность равна специфичности;
- при условии, что относительный риск выше среднегопуляционного на 30%, 40% и 50% (hazard ratio, HR=1,3; 1,4 и 1,5).

Кривая зависимости HR vs. sQRS-Ta пересекает линию HR=1,0 (среднепуляционный риск) в точке среднего (по процентильному распределению) sQRS-Ta. Зависимости отношения рисков (HR) возникновения КТ от величины sQRS-Ta построены с помощью обобщенных аддитивных моделей пропорциональных рисков Кокса с поправкой на пол, возраст, курение и образование.

Таблица 1. Информативность sQRS-Ta в зависимости от величины порога и КТ

Пороговое значение для sQRS-Ta в точке:	Процентиль	sQRS-Ta	Чувствительность	Специфичность	P =
Для Общей смертности (n = 17)					
Среднее sQRS-Ta	51%	82°	82,4%	51,7%	0,006
Чувствительность = специфичности	65%	94°	64,7%	65,1%	0,018
HR = 1,3	68%	97°	58,8%	68,7%	0,031
HR = 1,4	73%	102°	52,9%	73%	0,026
HR = 1,5	75%	105°	41,2%	75,4%	0,153
Для ССЗ-смертности (n = 10)					
Среднее sQRS-Ta	51%	82°	90%	51,6%	0,01
Чувствительность = специфичности	66%	95°	70%	66,4%	0,037
HR = 1,3	66%	95°	70%	66,4%	0,037
HR = 1,4	69%	98°	60%	69,2%	0,079
HR = 1,5	73%	102°	60%	72,9%	0,03

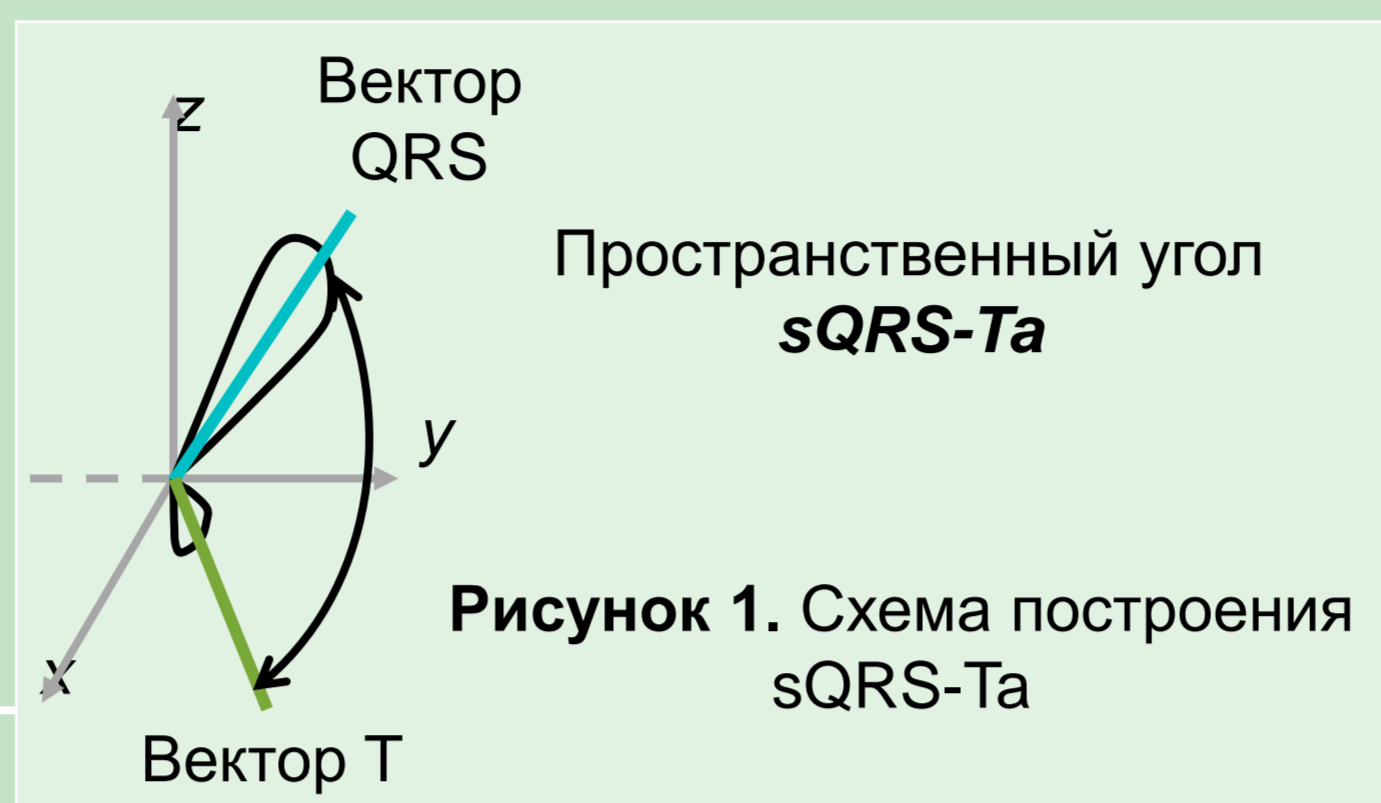


Рисунок 1. Схема построения sQRS-Ta

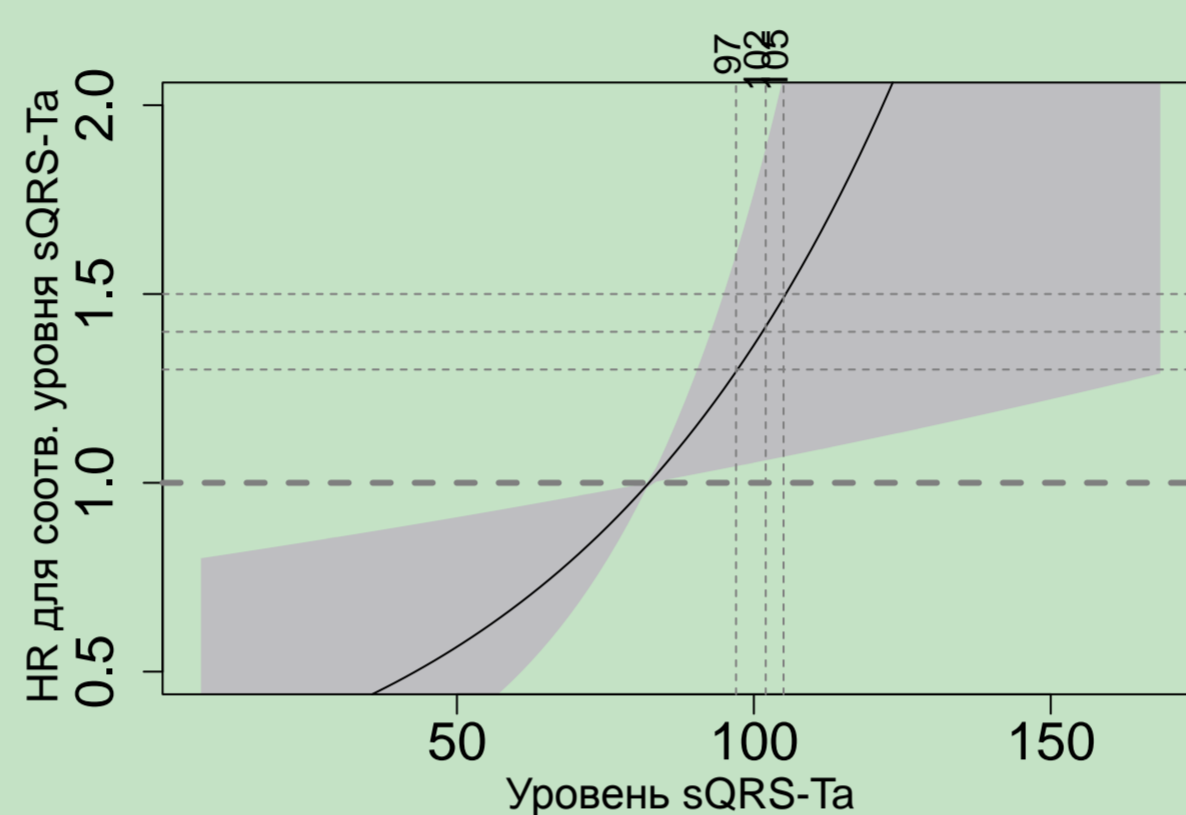


Рисунок 2. Общая смертность и sQRS-Ta

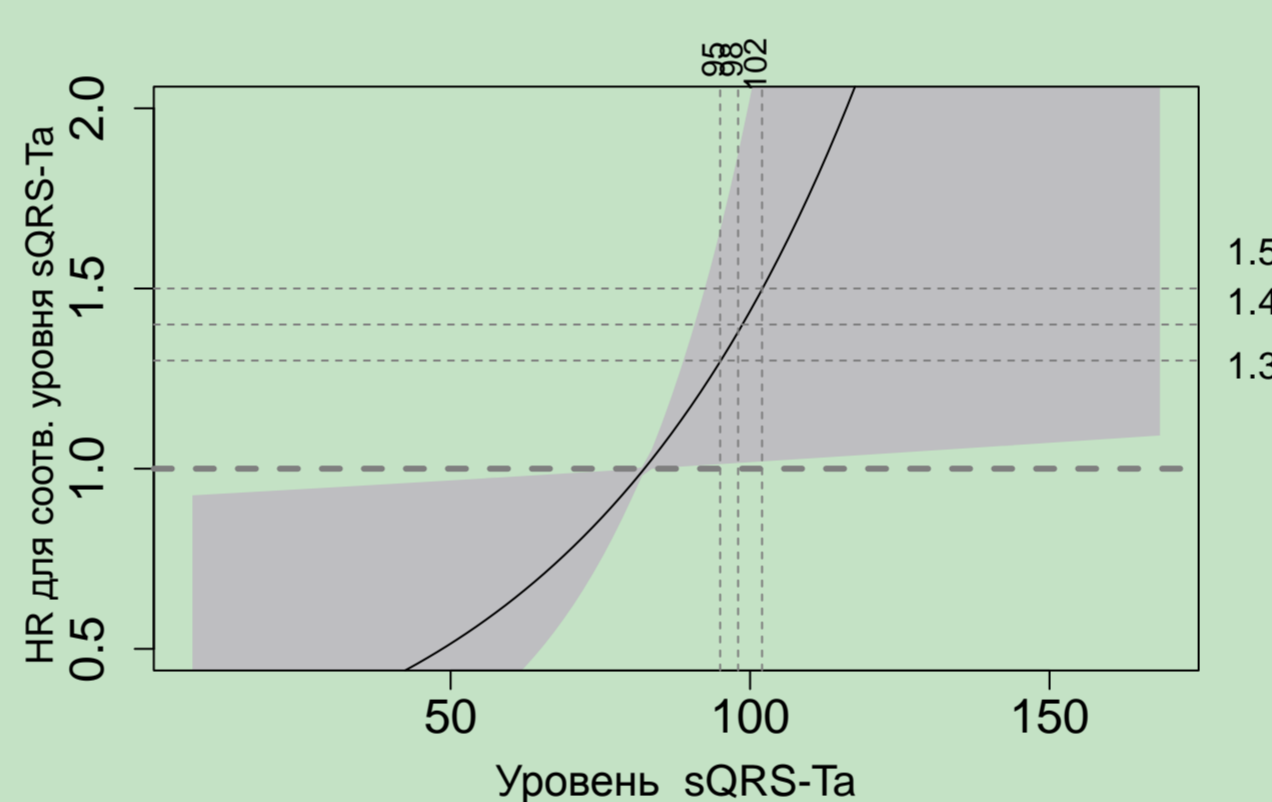


Рисунок 3. ССЗ-смертность и sQRS-Ta

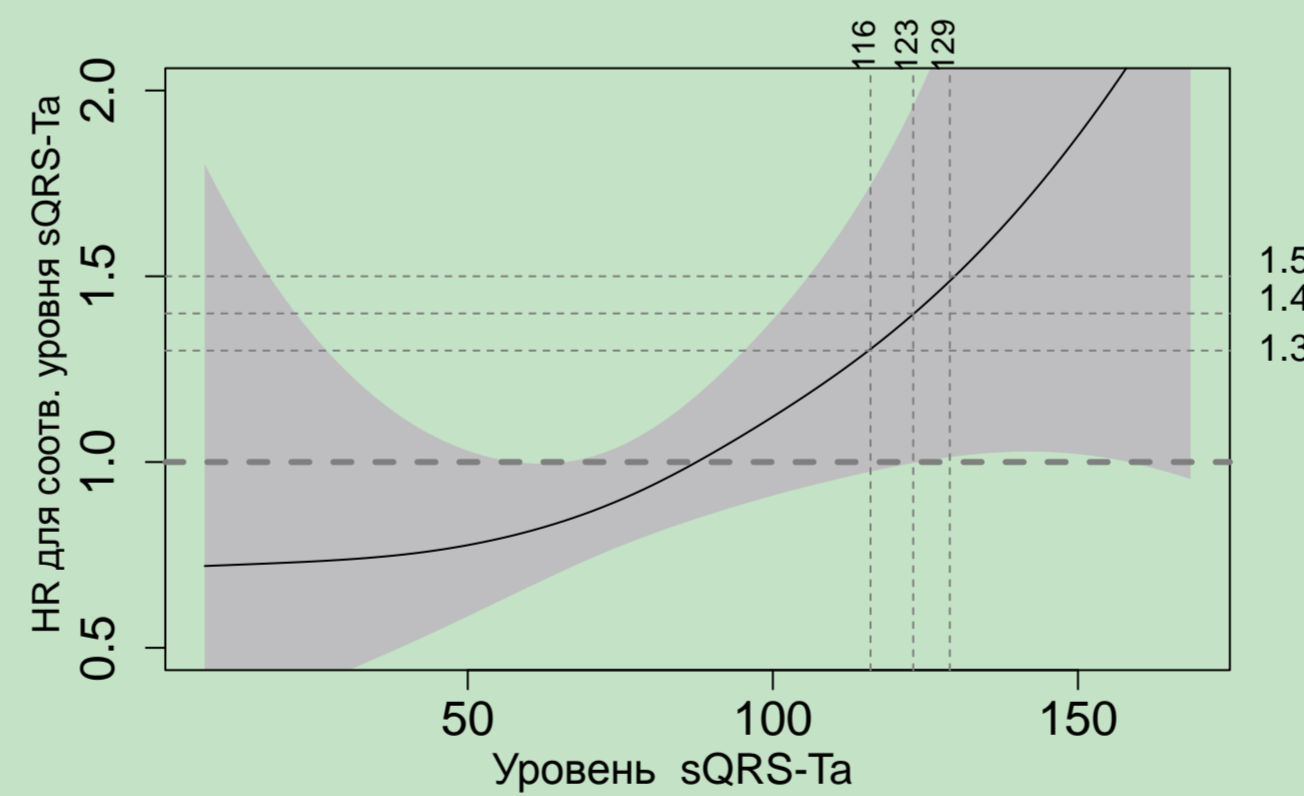


Рисунок 4. Комбинированная конечная точка (ККТ) и sQRS-Ta

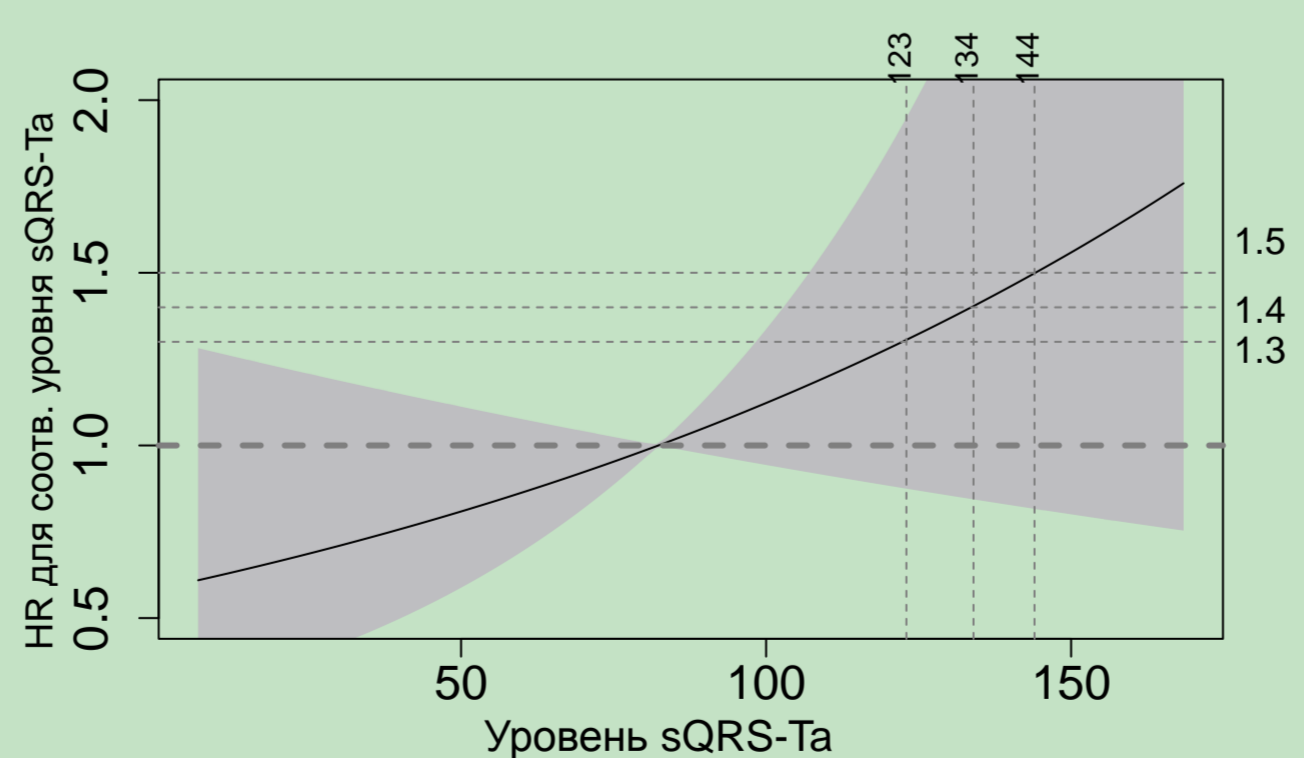


Рисунок 5. Необратимое событие (НС) и sQRS-Ta

Результаты

Зависимости отношения рисков (hazard ratio, HR) возникновения каждой из 4х КТ от величины sQRS-Ta приведены на рис. 2-5.

Значение HR нарастало с увеличением sQRS-Ta для всех КТ, полученная зависимость имела вид близкий к линейной. Отрезное значение sQRS-Ta, полученное по ROC-кривой варьировало от 89° (для ККТ) до 95° (для ССЗ-См). Чувствительность и специфичность для sQRS-Ta с заданными пороговыми значениями приведены в таблице 1.

Относительный риск среднего sQRS-Ta (51%-процентиль), составившего 82°, приняли за HR=1,0. Для этого значения sQRS-Ta чувствительность варьировала в диапазоне 68-90% в зависимости от типа КТ, а специфичность равнялась 52% для всех типов КТ. Лица с риском возникновения КТ выше среднегопуляционного на 30%, 40% и 50% (HR = 1,3; 1,4 и 1,5), имели следующие пороговые значения sQRS-Ta: для Общей-См – 97°, 102° и 105°, для ССЗ-См – 95°, 98° и 102°, для ККТ – 116°, 123° и 129°, для НС – 123°, 134° и 144°, соответственно. Ограниченный объем выборки не позволил подтвердить статистическую значимость всех выбранных порогов sQRS-Ta. Так, для НС информативность sQRS-Ta для HR=1,3; 1,4 и 1,5 получена при p>0,05. С увеличением порога sQRS-Ta снижалась его чувствительность и росла специфичность. Величина порога зависела и от типа КТ.

В популяционных исследованиях, полученных на иных популяционных и количественных контингентах, также приводятся разные пороговые значения sQRS-Ta между нормой и патологией – 67°-135° в популяции, 97°-110° для женщин, 73°-126° для мужчин [Zhang X.,2015. doi:10.1371/journal.pone.0136174].

Таблица 1. (продолжение)

Пороговое значение для sQRS-Ta в точке:	Процентиль	sQRS-Ta	Чувствительность	Специфичность	P =
Для комбинированной конечной точки (ККТ, n = 53)					
Среднее sQRS-Ta	51%	82°	67,9%	52,1%	0,005
Чувствительность = специфичности	59%	89°	60,4%	59,5%	0,006
HR = 1,3	84%	116°	26,4%	84,4%	0,053
HR = 1,4	88,5%	123°	20,8%	88,9%	0,045
HR = 1,5	91%	129°	17%	91,1%	0,054
Для необратимых событий (НС, n = 36)					
Среднее sQRS-Ta	51%	82°	69,4%	51,9%	0,017
Чувствительность = специфичности	61%	91°	61,1%	61,9%	0,008
HR = 1,3	88,5%	123°	19,4%	88,7%	0,177
HR = 1,4	93%	134°	13,9%	92,9%	0,178
HR = 1,5	96,5%	144°	5,6%	96,4%	0,379

Вывод. Величина порога sQRS-Ta зависит от изучаемой КТ, требуемой диагностической информативности, популяционного и количественного состава выборки и, очевидно, продолжительности наблюдения, изучаемой нозологии и др.. Все факторы следует принимать во внимание при выборе порогового значения. Оснований для выбора универсального порога для sQRS-Ta не получено.