Оценка интервала QT на ЭКГ покоя, при холтеровском мониторировании и других дополнительных методах

Anderson HN, Bos JM et al. Prevalence and Outcome of High-Risk QT Prolongation Recorded in the Emergency Department from an Institution-Wide QT Alert System. J Emerg Med. 2018 Jan;54(1):8-15.
1,2% из 7522 пациентов отделения неотложной помощи имеют удлинение QTc>500 мс на стандартной ЭКГ**.**

Интервал QT:
• определяется от начала зубца Q до окончания зубца T;
• отражает электрическую систолу желудочков;
• осуществляется за счет сначала быстрого входа натриевого тока → медленным кальциевым током → медленным калиевым током.

Проблемы измерения интервала QT
• Какие отведения использовать
• Наличие зубца U
• Точное определение окончания зубца T
• Коррекция интервала QT по ЧСС

При нормально выраженном зубце T рекомендуется использовать отведение II стандартное или с лучше выраженным окончанием интервала QT.

Мнение о природе зубца U:
• отражает процесс реполяризации в системе His-Purkinje и системе M-клеток;
• часть зубца T (прерванный зубец T);
• является отдельным зубцом, а не частью зубца T.
Следует находить отведения, где четко видны окончание зубца T и начало зубца U.

Методы оценки окончания зубца T

Тангенциальный метод	Пороговый метод
Окончание зубца T– точка пересечения касательной, проведенной из вершины зубца T, и изолинии, которая является продолжением интервала PQ	Окончание зубца T – точка пересечения конечной части зубца T с изолинией (за изолинию принимается линия, соединяющая интервал от окончания зубца T до следующего зубца P)

Vink AS, Neumann B et al. Determination and Interpretation of the QT Interval. Circulation. 2018 Nov 20;138(21):2345-2358.
При использовании порогового метода продолжительность интервала QT на 10,4 мс >, чем при использовании тангенциального метода.

Взаимосвязь интервала QT и уровня ЧСС

В настоящее время нет идеальной формулы для оценки корригированного интервала QT (QTc).

Andršová I, Hnatkova K et al. Influence of heart rate correction formulas on QTc interval stability. Sci Rep. 2021 Jul 12;11(1):14269.

Формула Bazett наименее оптимальна в плане коррекции интервала QT.

Phan DQ, Silka MJ, Lan YT, Chang RK. Comparison of formulas for calculation of the corrected QT interval in infants and young children. J Pediatr. 2015 Apr;166(4):960-4.e1-2.
Формула Bazett лучше других идентифицирует пациентов (n=702, возраст 0-6 лет) с удлинением интервала QT и более пригодна к использованию в клинической практике в сравнении с другими формулами (Fridericia, Framingham, Hodges).

Согласно критериям постановки диагноза СУИQT по P. Shwartz, рекомендуется использовать формулу Bazett.
СУИQT – с-м удлиненного интервала QT

Формула Bazett оптимальна для применения в клинической практике.

Формула Bazett: QTc = QT (мс)/√RR
Существуют специальные программы (QT Calculator) для расчета показателя QTc.

Нормативные параметры интервала QT

Viskin S. The QT interval: too long, too short or just right. Heart Rhythm. 2009 May;6(5):711-5.
Нормальные значения интервала QTc: мужчины – 350-450 мс, женщины – 360-460 мс.

Rijnbeek PR, van Herpen G et al. Normal values of the electrocardiogram for ages 16-90 years. J Electrocardiol. 2014 Nov-Dec;47(6):914-21.
• По данным мета-анализа 4-х крупных исследований (n=13354, возраст 16-90 лет) составлены лимиты QTc: для мужчин – 460 мс, для женщин – 470 мс.
• Продолжительность интервала QTc ↑ с возрастом.

Критерии интерпретации изменений QTc (QTc = QT/√RR) у детей 0-18 лет

С-м короткого интервала QT	Укорочение	Норма	Удлинение	С-м удлиненного интервала QT
<340	340-369	370-439	440-480	>480

Протокол ЦССССА ФГБУ «ФНКЦ детей и подростков» ФМБА России

Лимиты интервала QTc с использованием формулы Fridericia

Min значения QTc (2%)	Пол	Max значения QTc (98%)
355 мс	Муж.	438 мс
365 мс	Жен.	450 мс

Mason JW, Ramseth DJ et al. Electrocardiographic reference ranges derived from 79,743 ambulatory subjects. J Electrocardiol. 2007 Jul;40(3):228-34.

Измерение интервала QT при синусовой аритмии
• Выбрать более стабильный участок ЭКГ.
• Произвести min 3 измерения интервала QT и рассчитать QTc.
• Найти среднее значение интервала QTc.

Для расчета интервала QT **при полной блокаде левой ножки пучка Гиса** предложено использовать расчет модифицированного интервала QT – QTm:
• QTm = QT – 50% QRS

• QTc = QTm/√RR

Bogossian H, Frommeyer G et al. New formula for evaluation of the QT interval in patients with left bundle branch block. Heart Rhythm. 2014 Dec;11(12):2273-7.

2017 AHA/ACC/HRS Guideline for Management of Patients With Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death

У пациентов с подозрением на СУИQT амбулаторный ЭКГ-мониторинг, запись ЭКГ в положении лежа и сразу после вставания, и/или тредмил-тест могут быть полезны для установления диагноза и мониторирования ответа на терапию. (IIa)

Комолятова В.Н., Макаров Л.М., Киселева И.И., Беспорточный Д.А., Дмитриева А.В., Балыкова Л.А., Паршина Т.С. Изменение интервала QT в ортостазе — новый диагностический маркер синдрома удлиненного интервала QT. Медицинский алфавит. 2019;2(21):18-21.

Удлинение QTc >500 мс в ортостазе – высокочувствительный и высокоспецифичный маркер СУИQT.

Макаров Л.М., Балыкова Л.А., Горбунова И.А., Комолятова В.Н. Динамика показателей реполяризации в процессе велоэргометрической пробы у здоровых подростков в возрасте 11-15 лет. Вопр. диагностики в педиатрии. 6 (3): 27-32. 2011.

Max значения QTc на нагрузке регистрируются на 1 ступени и не превышают 450 мс у юношей и 460 мс у девушек.

Sy RW, van der Werf C et al. Derivation and validation of a simple exercise-based algorithm for prediction of genetic testing in relatives of LQTS probands. Circulation. 2011 Nov 15;124(20):2187-94.

При измерении интервала QT наиболее выраженная разница в QTc между здоровыми участниками и пациентами с СУИQT отмечена на 4 минуте восстановления.

Согласно критериям постановки диагноза СУИQT по P. Shwartz, QTc на 4-й минуте восстановления при пробе с дозированной нагрузкой составляет ≥480 мс.

Оценка интервала QT при холтеровском мониторировании (ХМ)

Оценка интервала QT при ХМ

• Мануальный анализ интервала QT (QT на min ЧСС, QT на max ЧСС, измерение интервала QT и оценка QTc периодически в течение всей суточной записи)

Max ЧСС – нестабильная величина, которая сильно зависит от того, что делал пациент во время исследования.

• Автоматический анализ интервала QT (среднесуточный интервал QT, среднесуточный интервал QTc, «QT-динамика», % удлинения интервала QT >440 мс или 450 мс)

Оптимальна та программа, которая дает возможность коррекции меток в процессе анализа.

Max абсолютная (независимая от ЧСС) продолжительность QT при ХМ

Возраст (лет)	Продолжительность QT, мс
0-1	400
2-3	430
4-7	460
8-15	480

15-18	500
>18 (25-54 г)	530 (Vitasalo M, 2002)

Follansbee CW, Beerman L, Arora G. Automated QT analysis on Holter monitors in pediatric patients can differentiate long QT syndrome from controls. Pacing Clin Electrophysiol. 2018 Jan;41(1):50-56.
Автоматический анализ интервала QT при ХМ: QTc средний за сут. – 460 мс, % удлинения QTc >450 мс – 65%.

«QT-динамика» – новый метод оценки электрической нестабильности миокарда при ХМ.

Частотная адаптация QT/RR оценивается по 3-м параметрам «QT-динамики»
• Slope QT/RR (αX) или «коэффициент линейной регрессии» – отражает крутизну наклона линейной регрессии. Численно значение slope равно тангенсу угла между прямой линией регрессии и (+) направлением оси абцисс.
• Intercept QT/RR (β) или «коэффициент сдвига» – эмпирически подобранная величина, отражающая точку пересечения линии линейной регрессии с осью ординат.
• r QT/RR – коэффициент корреляции (г QT/RR) QT и RR интервалов.
Формула линейной регрессии: $Y = \alpha X + \beta$

Физиологическая интерпретация изменений параметров «QT-динамики»:
• Steep slope QT/RR (гиперадаптация QT к ЧСС) – более крутой наклон линии линейной регрессии.
• Flat slope QT/RR (гипоадаптация QT к ЧСС) – уплощенный наклон линии линейной регрессии.
Makarov L. The QT Interval and "QT Dynamicity" During Holter Monitoring in Children and Adolescents. 2015.

Показатель slope QT/RR (норма за сут.) – 0,14-0,18.
Мнение автора Комолятовой В.Н.

При ↑ дневного slope>0,18 риск внезапной смерти после инфаркта миокарда ↑ в 6 раз независимо от ФВ ЛЖ.
ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка

Chevalier P et al. 2003.

Лекарственно индуцируемое удлинение QT и тахикардия «пируэт» чаще встречается у женщин.

Клиническое применение оценки «динамики QT»:
• идентификация больных с риском жизнеугрожающих аритмий;
• определение проаритмогенного эффекта лекарственных препаратов;
• дифференциальная диагностика больных с СУИQT.

Mizumaki K, Fujiki A et al. Bradycardia-dependent ECG changes in Brugada syndrome. Circ J. 2006 Jul;70(7):896-901.
Наблюдается отсутствие удлинение интервала QT на брадикардии у пациентов с с-мом Бругада и фибрилляцией желудочков.

Оценка QT при ХМ
• При отсутствии опции автоматического анализа интервала QT необходимо ориентироваться на продолжительность интервала QT на min ЧСС.
• У детей и подростков QT на min ЧСС не должен превышают 480 мс, у взрослых 530 мс.
• При автоматическом анализе: QTc средний за сутки не превышает 450 мс, max QT 480 мс, %

удлинения QTc >450 мс не превышает 65%.
• При наличии опции «QT-динамики» показатель суточного slope 0,13-0,24.