

Мамель Квелапю, Марія Ідрісова
у співпраці з Гунтою Дравніце, Фрейзером Вearсом, Марселою Томмасі, Майклом Кімерлінг
Фонд протидії туберкульозу KNCV

Рекомендації щодо вимог до вимірювання скоригованого інтервалу QT при моніторингу ЕКГ під час впровадження нових препаратів і короткострокових схем резистентних форм туберкульозу

KNCV визнає внесок, наданий колегами з Женевського Бюро Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) (Ernesto Jaramillo), організацій «Partners In Health» (Michael Rich), «The Union» (Alberto Piubello і Valerie Schwoebel), PATH (Ольга Павлова) і Агенції з міжнародного розвитку Сполучених Штатів Америки (USAID) (Алекс Голубков, Ya Diul Mukadi і Edmund Rutta) в розробку цих настанов.

Ці настанови розроблено в рамках проекту «Виклик ТБ» за технічної підтримки Фонду протидії туберкульозу KNCV, використовують елементи Довідника-додатку до Настанов ВООЗ із програмного ведення лікарсько-стійкого туберкульозу (2016 р.), а також стандартних операційних процедур для читання електрокардіограм проекту «Покласти край ТБ». Документ переклав українською мовою перекладач-консультант організації PATH у рамках проекту «Виклик туберкульозу» в Україні Дмитро Толкачов.

Фінансування: USAID/Challenge TB (Проект «Виклик туберкульозу»).

Технічна підтримка: Фонд протидії туберкульозу KNCV.

Глобальне бюро охорони здоров'я, відділ охорони здоров'я, інфекційних захворювань і харчування (HIDN) Агентства США з міжнародного розвитку надає фінансову підтримку цим настановам через проект Challenge TB відповідно до умов Угоди № AID-OAA-A-14-00029. Розробка цих настанов стала можливою завдяки щедрій підтримці американського народу, наданій через Агентство США з міжнародного розвитку (USAID). Зміст настанов є предметом відповідальності проекту «Виклик ТБ» і не обов'язково відображає точку зору USAID або уряду Сполучених Штатів.

Скорочення

ВООЗ	Всесвітня організація охорони здоров'я
Bdq	Бедаквілін
Dlm	Деламанід
Риф ТБ	Туберкульоз, стійкий до рифампіцину
ХРТБ	Хіміорезистентний туберкульоз
ЕКГ	Електрокардіограма
ЧСС	Частота серцевих скорочень
ms	мілісекунди
QT	Не скоригований QT інтервал
QTc	Скоригований QT інтервал
QTcF	Скоригований за формулою Фредеріція QT інтервал
QTcFrid	Скоригований за формулою Фредеріція QT інтервал
QTcB	Скоригований за формулою Базетта QT інтервал

У цьому документі описано кроки, потрібні для вимірювання скоригованого інтервалу QT (QTc) під час моніторингу електрокардіогра-

ми (ЕКГ) у пацієнтів, які або перебувають на короткостроковій схемі лікування, або використовують нові препарати для лікування туберкульозу з лікарською стійкістю (ХРТБ). Крім того, наведено настанови щодо вимог, які слід врахувати під час закупівлі апаратів ЕКГ для моніторингу пацієнтів. Поки автоматичний розрахунок інтервалу QT з коригуванням Фредеріція (QTcF) (як зазначено в документі) залежить від функціоналу пристрою, вибір щодо закупівлі конкретного апарата залишатиметься на розсуд країн.

Основи ЕКГ

Електрокардіографія (ЕКГ) є неінвазивним процесом запису електричної активності серця протягом певного періоду часу за допомогою електродів, розташованих на шкірі. Ці електроди виявляють крихітні електричні зміни, що виникають під час скорочення м'язів серця.

Кожне биття серця дотримується стандартної схеми електричної активності по всьому серцевому м'язові, за якої воно має зарядитися до

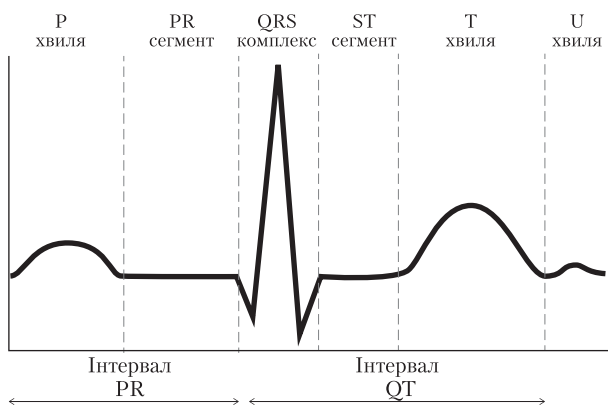


Рис. 1. Схема одного періоду ЕКГ, або одного серцебиття



Рис. 2. Зразок автоматичної роздруковки QTcF (або QTcFrid)

наступного скорочення через цикл шлуночкової деполяризації і реполяризації. На рис. 1 показано один електрофізіологічний цикл, або серцебиття, що включає в себе інтервали PR (містить зубець P і сегмент PR) та QT (містить шлуночковий комплекс (QRS), сегмент ST і зубець T).

Інтервал QT

Що таке інтервал QT?

Інтервал QT (див. рис. 1.) становить собою ту частину ЕКГ, яка починається на початку комплексу QRS і закінчується в кінці зубця T. Виражає час, потрібний для деполяризації та реполяризації міокарда шлуночків.

Потреба в коригуванні інтервалу QT

Інтервал QT скорочується під час підвищення частоти серцевих скорочень і подовжується на повільніших частотах серцевих скорочень. Оскільки інтервал QT залежить від частоти серцевих скорочень, він має коригуватися. Для отримання скоригованого QT, або QTc, потрібна формула коригування, яка оцінює інтервал QT за частоти серцевих скорочень 60 за 1 хв. Це дає змогу порівнювати значення інтервалу QT з перебігом часу за різних частот серцевих скорочень.

У чому полягає важливість QTc?

Пролонгація QTc означає, що відновлення заряду серцевого м'яза між скороченнями займає більше часу, ніж зазвичай. Якщо у людини про-

лонгований QTc, це означає, що вона наражається на ризик аритмій, які в тяжких випадках можуть призвести до непритомного стану, зупинки серця або раптової смерті. Пролонгація QTc може бути пов'язана з природженими дефектами, електролітним дисбалансом або прийманням лікарських засобів, наприклад, нових препаратів — бедаквіліну (Bdq) та деламаніду (Dlm), а також деяких препаратів зі зміненим призначенням, таких як моксифлоксацин та клофазимін.

Методи коригування інтервалу QT

Існує 4 формули для коригування інтервалу QT, а саме: Базетта, Фредеріція (іноді пишеться як «Фрідеріція»), Фрамінгема і Ходжеса, серед яких у контексті впровадження нових препаратів і короткострокових схем лікування рекомендують формулу Фредеріція. Її позначають як QTcF, або QTcFrid. Причина, через яку перевагу надають формулі Фредеріція, полягає в тому, що цю формулу використовували для коригування інтервалу QT у пацієнтів, яких залучали до II фази досліджень Bdq і Dlm.

QTcF можна розраховувати в ручному режимі або автоматично генерувати апаратом ЕКГ. Проект «Виклик ТБ» рекомендує автоматичний розрахунок QTcF. Однак він визнає виявлені помилки таких автоматично генерованих читань так само¹, як і помилки, виявлені в разі ручного читання². Таким чином, на даний момент (до появи більшої доказової бази) проект рекомендує, щоб автоматичний розрахунок QTcF доповнювали читанням у ручному режимі.

Апаратура для запису ЕКГ

Якому апарату ЕКГ надається перевага?

Більшість апаратів ЕКГ наразі має автоматичну функцію розрахунку QTcF. Проект «Виклик ТБ» рекомендує 12-канальні електрокардіографи, які мають таку функцію. Проте до цього слід підходити з обачністю, оскільки деякі апарати розраховують інтервал QTc з використанням формули Базетта — QTcB, що не рекомендовано. Для країн перед закупівлею потрібно переконаватися, що електрокардіографи мають функцію розрахунку саме QTcF. Нижче наведено зразок автоматичної роздруковки QTcF або QTcFrid на електрокардіографі (рис. 2).

Які інші функції апарату ЕКГ є бажаними?

Іншими бажаними функціями електрокардіографів у процесі впровадження нових препаратів

¹ Postema P.G., Wilde A. Current Cardiology Reviews.— 2014.— N 10.— P. 287—294.

² Wiskin S., Uri R., Sands A. et. al. Heart Rhythm.— 2005.— N 2.— P. 569—574.

Таблиця 1. Нормальні, межові, пролонговані і небезпечні значення QTcF у чоловіків і жінок включно з дітьми та підлітками

QTcF	Чоловіки	Жінки	Належні дії
Нормальний	< 430 мс	< 450 мс	Додайте розрахунок у ручному режимі, якщо доцільно*
Межовий	430–450 мс	450–470 мс	Додайте розрахунок у ручному режимі*
Пролонгований	> 450 мс	> 470 мс	Додайте розрахунок у ручному режимі.* Проводити частий моніторинг за допомогою ЕКГ
	Підвищення на 60 мс від початкового рівня		Проводити контроль електролітів
Небезпечно	500 мс		Припинити прийом Vd _q , D _{lm} та інших препаратів, що подовжують інтервал QT

Примітка. * Див. процедуру розрахунку QTcF у ручному режимі нижче.

і короткострокових схем лікування ХРТБ є наявність вбудованого принтера, опція роботи від акумулятора (з коливаннями потужності щодо годин роботи), портативність, зручні розміри та невелика маса, що дає змогу легко переносити апарат у польових умовах або від пацієнта до пацієнта в лікарнях. Більшість апаратів також мають пристрій пам'яті, який дає змогу закладам зберігати файли ЕКГ у папках пацієнта і пересилати файли до інших закладів у разі перенаправлення пацієнта на консультацію за потреби. Апарати також розрізняють за вартістю. У Додатку наведено таблицю зразків моделей 12-канальних електрокардіографів, які можна розглядати для використання в проекті «Виклик ТБ». Поки автоматичний розрахунок QTcF залежить від функціоналу приладу, вибір щодо закупівлі конкретного апарата залишатиметься за країнами. Майте на увазі, що серед перерахованих моделей лише деякі мають функцію розрахунку QTcF; інші потребують підтвердження від відповідних виробників.

Скоригований інтервал Фредеріція (QTcF)

Які значення вважають за аномальний QTcF і які дії рекомендують?

У табл. 1 наведено нормальні та аномальні значення QTcF у чоловіків і жінок включно з дітьми та підлітками. Згідно з Настановами ВООЗ 2016 р., значення QTcF, що перевищує 450 мс у чоловіків або 470 мс у жінок, або підвищення на 60 мс від початкового рівня, вважають пролонгованим. Потрібні контроль за електролітами і частий моніторинг за допомогою ЕКГ. Інтервал QTcF, що перевищує 500 мс, вважають небезпечним, що є приводом для припинення прийому Vd_q і D_{lm} та всіх інших препаратів у схемі лікування, які подовжують інтервал QT. Крім того, проект «Виклик ТБ» рекомендує, якщо це доцільно, щоб переважно всі автоматичні зчитування показань супроводжувалися розрахунком QTcF у ручному режимі протягом

перших кількох місяців впровадження. Проте якщо це видається неможливим, тільки читання з межовим рівнем QTcF мають супроводжуватися розрахунком QTcF у ручному режимі (див. нижче). За умови демонстрації хорошої відповідності між ручними і автоматичними вимірами QTcF, продемонстрованими через деякий час спостережень, буде рекомендовано перехід на автоматичне вимірювання показника, без потреби в ручній перевірці.

Якщо через деякий час буде належна узгодженість вимірювань QTcF у ручному і автоматичному режимах, планують рекомендувати тільки автоматичні зчитування показань, без ручної перевірки.

Як проводити розрахунок QTcF у ручному режимі?

Етапи ручного розрахунку QTcF:

1. Із роздруківки 12-канальної ЕКГ виберіть відведення II, V5 або V6, оскільки вони зазвичай найліпше показують кінець зубця Т. Але персонал має оцінити, яке відведення найкращим чином показує кінець зубця Т.
2. Виміряйте інтервал QT від початку комплексу QRS до кінця зубця Т. Це — нескоригований QT. Виміряйте принаймні три послідовних скорочення з максимальним інтервалом, якщо ці три скорочення відрізняються.

Нижче наведено приклад електрокардіограми для ілюстрації вимірювання інтервалів QT, RR і частоти серцевих скорочень (ЧСС)³ (рис. 3, 5 і 6).

- Інтервал QT: позначки на Q і Т визначено вище.
- а) на практиці проведіть уявну лінію через Q і Т на одному скороченні на обраному відведенні;
 - б) підрахуйте кількість маленьких квадратів між Q і Т: 8 маленьких квадратів (у наведеному вище прикладі);
 - в) помножте кількість квадратів на одиницю часу на квадрат (0,04 с): 8 маленьких квадратів × 0,04 с = 0,32 с.

³ http://www.mauviia.com/ECG/ecg_fundamentals.htm

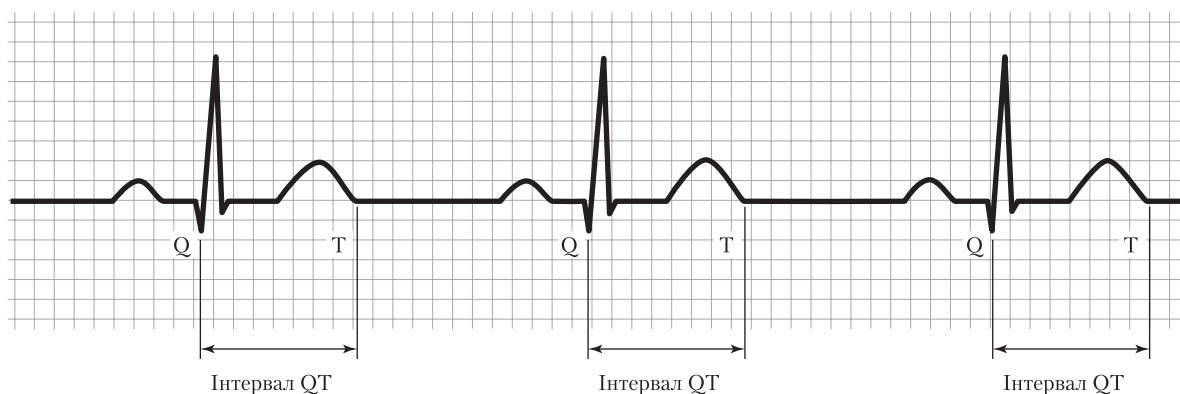


Рис. 3. Приклад електрокардіограми, що показує інтервали QT

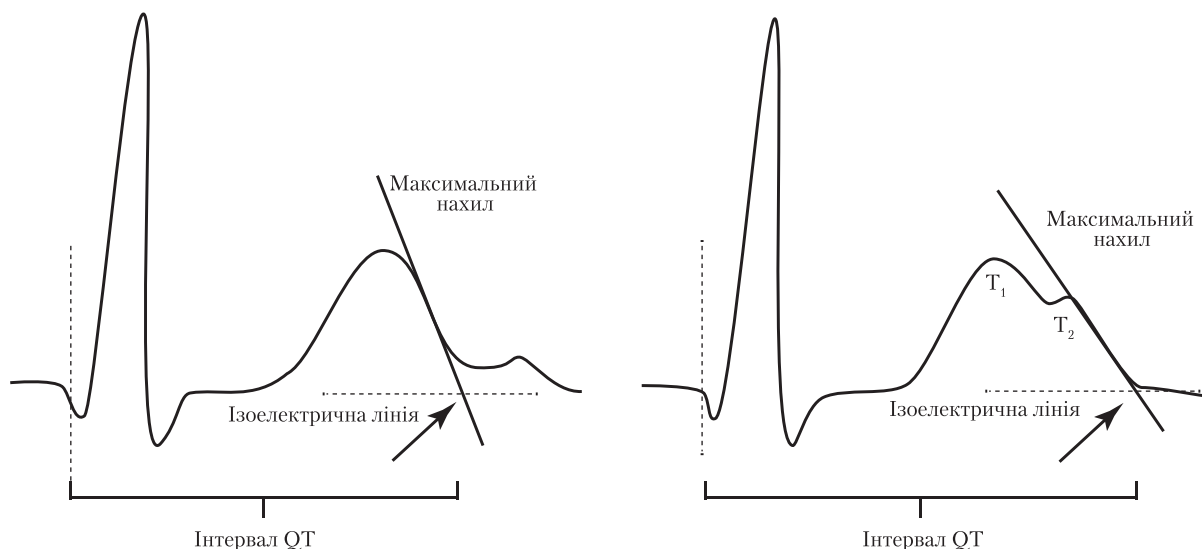


Рис. 4. Визначення кінця зубця T з використанням методу перехоплення максимального нахилу

Примітка. *Зліва*: метод перехоплення максимального нахилу визначає кінець зубця T як перехоплення ізоелектричної лінії з тангенціальною, проведеною через максимальний нахил зубця T. *Справа*: коли на кардіограмі є зазубрені зубці T, інтервал QT вимірюють від початку комплексу QRS з продовженням до точки перетину ізоелектричної лінії з тангенціальною, проведеною через максимальний нахил другої зазубрини зубця, T₂.

г) помножьте результат на 1000: QT = 320 мс.

Зверніть увагу, що у наведеному вище прикладі швидкість руху паперу під час запису ЕКГ дорівнює 25 мм/с. Якщо швидкість паперу 50 мм/с, кількість квадратів слід помножити на 0,02 с.

Можуть бути варіації у зовнішньому вигляді інтервалу QT. Іноді великий зубець U розміром > 1 мм (передбачено, що він йде за зубцем T) зливається із зубцем T і має бути включений у вимірювання інтервалу QT. Менші зубці U відокремлені від зубця T, і їх не включають до вимірювання. Іноді зубець T буває зазубрений. У цьому разі використовують метод перехоплення максимального нахилу для визначення кінця зубця T, як зображено нижче.

3. Деякі розрахунки QTcF потребують інтервалу RR, водночас як деякі потребують визначати частоту серцевих скорочень (за 1 хв).

А. Вимірювання частоти серцевих скорочень (ЧСС):

на рис. 5 наведено значення ЧСС на кожних 5 маленьких квадратів. Починаючи з квадрата, який збігається з піком першого зубця R (R₁), до кінця 5-го маленького квадрату справа, ЧСС становить 300 за 1 хв, потім 150 за 1 хв після наступних 5 маленьких квадратів, потім 100 за 1 хв, потім 75 за 1 хв, потім 60 за 1 хв на кожному з 5 маленьких квадратів до досягнення наступного піку R (R₂).

ЧСС: дві позначки на 2 зубцях R визначено вище.

- а. Проведіть дві уявні лінії на двох послідовних зубцях R.
- б. Підрахуйте кількість малих квадратів між двома зубцями R і перевірте, чи збігається ЧСС з кількістю (20 квадратів збігаються з 75 за 1 хв). ЧСС становить 75 за 1 хв.

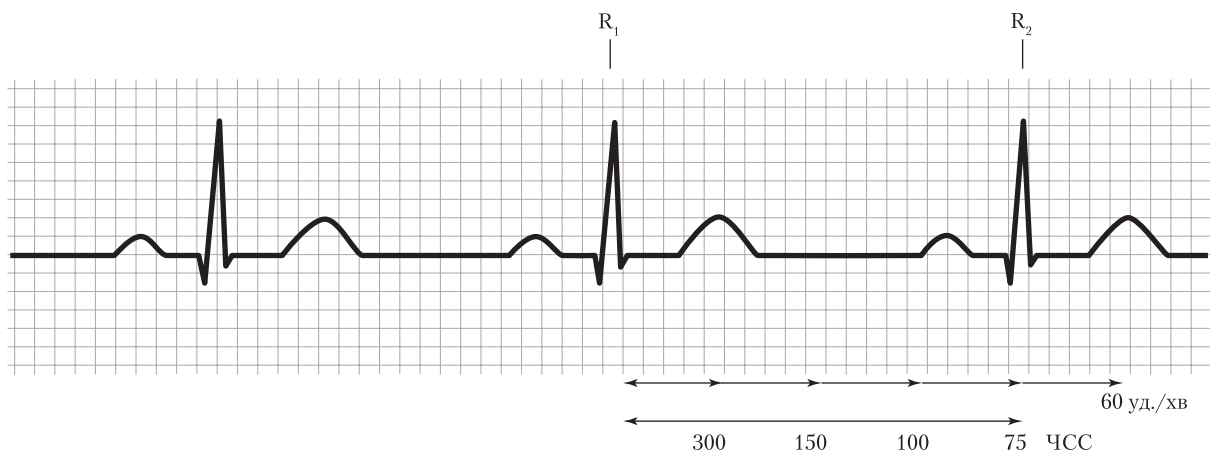


Рис. 5. Приклад ЕКГ, що показує частоту серцевих скорочень

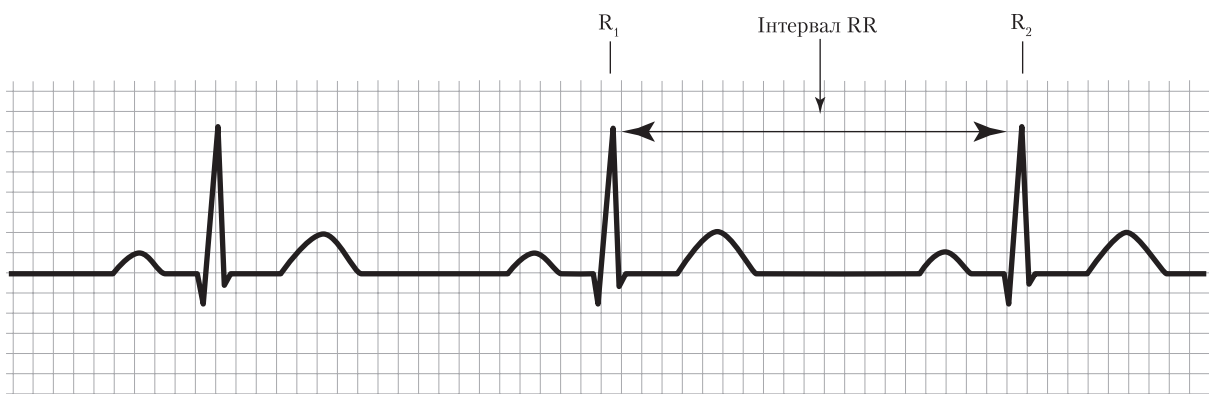


Рис. 6. Приклад ЕКГ, що показує інтервал RR. Інтервал RR: дві позначки на 2 зубцях R визначені вище.

АБО

Б. Вимірювання інтервалу RR: два зубці R визначені на рис. 6.

- Проведіть дві уявні лінії на двох послідовних зубцях R.
- Підрахуйте кількість маленьких квадратів між двома зубцями R: 20 маленьких квадратів (у наведеному вище прикладі).

Помножте кількість маленьких квадратів на одиницю часу на квадрат (0,04): 20 квадратів на 0,04 с = 0,80 с. Інтервал RR становить 0,80 с.

Зверніть увагу, що у прикладі, наведеному вище, швидкість руху паперу під час запису ЕКГ становить 25 мм/с. Якщо швидкість паперу 50 мм/с, кількість квадратів слід помножити на 0,02 с.

4. Використання QTcF-номограми наведено нижче. Для цього потрібно знайти значення інтервалу QT, як описано вище (фігура 3) в першій колонці номограми (позначено горизонтальною стрілкою), і інтервал RR (див. п. 3Б) в другій колонці номограми (позначено вертикальною стрілкою). Потім знайти значення в таблиці, яке є спільним для обох інтервалів (табл. 2). QTcF = 345 мс.

АБО

Застосування автоматичних калькуляторів із використанням додатків на смартфоні.

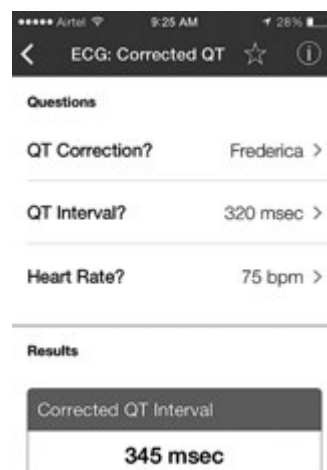
АБО

Он-лайн за допомогою веб-сайтів. Приклади наведено нижче.

А. Завантажте додаток QxMD («Медичний калькулятор») на ваш смартфон.



Calculate (Medical Calculator) By QxMD Medical Software



Таблиця 2. QTcF-номограма

ЧСС (за 1 хв)	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Інтервал RR (С)	1,33	1,20	1,09	1,00	0,92	0,86	0,80	0,75	0,71	0,67	0,63	0,60	0,57	0,55	0,52	0,50	0,48	0,46	0,44	0,43	0,41	0,40
300	273	282	291	300	308	316	323	330	337	343	350	356	362	367	373	378	383	388	393	398	403	407
310	282	292	301	310	318	326	334	341	348	355	361	368	374	379	385	391	396	401	406	411	416	421
320	291	301	311	320	329	337	345	>352	359	366	373	379	386	392	397	403	409	414	419	424	429	434
330	300	311	321	330	339	347	355	363	371	378	385	391	398	404	410	416	421	427	432	438	443	448
340	309	320	330	340	349	358	366	374	382	389	396	403	410	416	422	428	434	440	446	451	456	461
350	318	329	340	350	359	368	377	385	393	401	408	415	422	428	435	441	447	453	459	464	470	475
360	327	339	350	360	370	379	388	396	404	412	420	427	434	441	447	454	460	466	472	477	483	489
370	336	348	359	370	380	390	399	407	416	424	431	439	446	453	460	466	473	479	485	491	497	502
380	345	358	369	380	390	400	409	418	427	435	443	451	458	465	472	479	485	492	498	504	510	516
390	354	367	379	390	401	411	420	429	438	446	455	462	470	477	484	491	498	505	511	517	523	529
400	363	376	389	400	411	421	431	440	449	458	466	474	482	490	497	504	511	518	524	531	537	543
410	373	386	398	410	421	432	442	451	460	469	478	486	494	502	509	517	524	531	537	544	550	556
420	382	395	408	420	431	442	452	462	472	481	490	498	506	514	522	529	536	543	550	557	564	570
430	391	405	418	430	442	453	463	473	483	492	501	510	518	526	534	542	549	556	563	570	577	584
440	400	414	427	440	452	463	474	484	494	504	513	522	530	539	547	554	562	569	577	584	590	597
450	409	423	437	450	462	474	485	495	505	515	524	534	542	551	559	567	575	582	590	597	604	611
460	418	433	447	460	472	484	496	506	517	527	536	545	554	563	571	580	588	595	603	610	617	624
470	427	442	457	470	483	495	506	517	528	538	548	557	566	575	584	592	600	608	616	623	631	638
480	436	452	466	480	493	505	517	528	539	549	559	569	578	587	596	605	613	621	629	637	644	651
490	445	461	476	490	503	516	528	539	550	561	571	581	590	600	609	617	626	634	642	650	658	665
500	454	471	486	500	514	526	539	550	562	572	583	593	603	612	621	630	639	647	655	663	671	679
510	463	480	495	510	524	537	549	561	573	584	594	605	615	624	634	643	651	660	668	676	684	692
520	472	489	505	520	534	547	560	572	584	595	606	617	623	636	646	655	664	673	681	690	698	706
530	482	499	515	530	544	558	571	583	595	607	618	628	639	649	658	668	677	686	694	703	711	719
540	491	508	525	540	555	568	582	594	606	618	629	640	651	661	671	680	690	699	708	716	725	733
550	500	518	534	550	565	579	592	605	618	630	641	652	663	673	683	693	702	712	721	729	738	746
560	509	527	544	560	575	590	603	616	629	641	653	664	675	685	696	706	715	725	734	743	751	760
570	518	536	554	570	585	600	614	627	640	652	664	676	687	698	708	718	728	738	747	756	765	774
580	527	546	563	580	596	611	625	638	651	664	676	688	699	710	720	731	741	751	760	769	778	787
590	536	555	573	590	606	621	636	649	663	675	688	700	711	722	733	743	754	763	773	783	792	801
600	545	565	583	600	616	632	646	660	674	687	699	711	723	734	745	756	766	776	786	796	805	814

Інтервал QT (мс)

Для цього потрібні значення інтервалу QT (фігура 3 вище) і ЧСС (п. 3А).

1. Відкрийте додаток QxMD.
 2. У розділі Cardiology («Кардіологія») перейдіть до ECG («ЕКГ»).
 - ECG: Corrected QT («Скоригований QT»).
 - QT Correction? («Коригування QT?»).
- Виберіть Fredericia.
– Введіть підрахований вручну інтервал QT (п. 2).
– Введіть підраховану вручну ЧСС (п. 3А).
• Ви отримуєте «Corrected QT Interval» («Скоригований інтервал QT»), це і є QTcF.

АБО

Б. На вашому комп'ютері зайдіть на веб-сайт:

<https://www.medcalc.org/clinical/corrected-qt-interval-qtc.php>

Для цього потрібні значення інтервалу QT та інтервалу RR (див. вище).

MEDCALC
easy-to-use statistical software

HOME FEATURES DOWNLOAD

Corrected QT Interval (QTc)

QT: sec

RR: sec

Calculate

QTc Bazett ^[1] :	357.771 sec
QTc Fredericia^[2]:	344.71 sec
QTc Framingham ^[3] :	320.031 sec
QTc Hodges ^[4] :	320.026 sec

Примітка. Одиниця вимірювання, наведена вище, повинна бути в мс, а не с.

- Введіть підрахований вручну інтервал QT.
- Введіть інтервал RR.
- Натисніть на «calculate» («обчислити»). На екрані автоматично з'являться чотири значення QTc, отримані з використанням чотирьох різних формул.
- Виберіть QTc Fredericia. Це і є QTcF.

АБО

В. На вашому комп'ютері зайдіть на веб-сайт:

<http://www.thecalculator.co/health/QTc-Calculator-385.html>

Для цього також потрібні значення інтервалу QT і ЧСС.

- Введіть підрахований вручну інтервал QT.
- Введіть ЧСС.
- Натисніть на «calculate» («обчислити»). На екрані автоматично з'являться чотири значен-

The Calculator

QTc Calculator

This QTc calculator estimates the corrected QT interval expressed in seconds or milliseconds and heart rate in beats per minute. Read more on this subject below the form.

Heart rate/Pulse (HR):

QT Interval (QT): Seconds

CALCULATE RESET

- QTc Interval by Bazett's formula = 357.771 sec OR 357.770.9 msec
- QTc Interval by Fredericia's formula = 344.710 sec OR 344.709.6 msec
- QTc Interval by Framingham's formula = 320.031 sec OR 320.030.8 msec
- QTc Interval by Hodges's formula = 320.026 sec OR 320.026.3 msec
- RR Interval = 0.800 sec OR 800.0 msec

ня QTc, отримані з використанням чотирьох формул.

- Виберіть Fredericia. Це і є QTcF.
5. **За відсутністю додатків для смартфона та веб-сайтів скористуйтеся калькулятором та формулою Фредеріція.** Для цього потрібні отримані вручну значення інтервалів QT і RR. Приклад наведено нижче.

$$QTcF = \frac{QT}{\sqrt[3]{RR}} = \frac{320}{\sqrt[3]{80}}$$

$$QTcF = 344,71 \text{ мс (ор } 345 \text{ мс)}$$

Зверніть увагу, що всі чотири варіанти — використання QTcF-номограми, смартфона, комп'ютера і калькулятора зумовили однакове значення QTcF. Порівняйте ці розрахунки з автоматичним розрахунком QTcF на електрокардіографі. Якщо між ручними та автоматичними читаннями є різниця в 30 мс, проконсультуйтеся з кардіологом.

Рекомендації проекту «Виклик ТБ» щодо вимірювання QTcF

Інтервал QT має коригуватися з урахуванням частоти серцевих скорочень, що забезпечує розрахунок QTc, тобто скоригованого інтервалу QT.

При коригуванні інтервалу QT рекомендують користуватися формулою Фредеріція.

QTcF — це скоригований інтервал QT з використанням формули Фредеріція в якості методу коригування.

Рекомендують користуватися апаратами ЕКГ, які розраховують QTcF в автоматичному режимі.

Однак через виявлені помилки при автоматичному розрахунку, так само, як і при ручному, рекомендують додатковий розрахунок у ручному режимі на додаток до всіх автоматичних зчитувань, якщо це доцільно; якщо це неможливо, додаткове читання в ручному режимі може обмежуватися випадками з межовим рівнем (430—450 мс у чоловіків і 450—470 мс у жінок) і пролонгованими значеннями QTcF (> 450 мс у чоловіків; 470 мс у жінок).

Розрахунок QTcF у ручному режимі здійснюють шляхом обчислення нескоригованих інтервалів QT і RR або ЧСС на роздруківці ЕКГ. Ті самі показники використовують для розрахунку при використанні QTcF-номограми, додатків для смартфонів або на завантажених веб-сайтах.





Ручне обчислення QTcF також може бути здійснене з використанням формули Фредеріція і калькулятора.



$$QTcF = \frac{QT}{\sqrt[3]{RR}}$$

QTcF — це інтервал QT, скоригований за допомогою формули Фредеріція. Інтервал QT в мілісекундах (мс), а інтервал RR — в секундах (с).

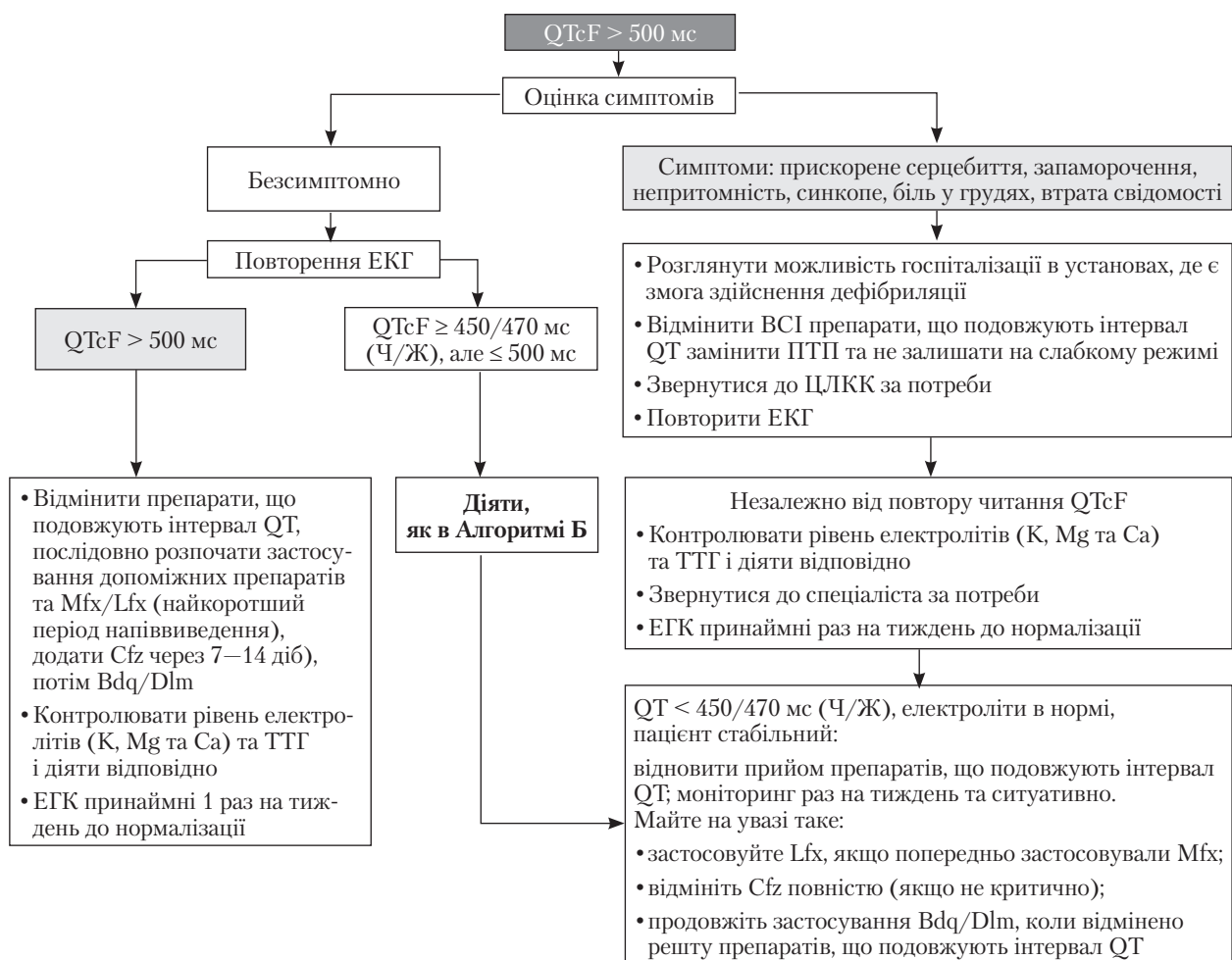
Наведені вище рекомендації знаходяться у відповідності до Довідника — додатку до Настанов ВООЗ із програмного ведення лікарського стійкого туберкульозу, 2016 р., за винятком додаткового розрахунку QTcF у ручному режимі.

ДОДАТОК 12-канальні електрокардіографи, які потенційно можуть використовуватися під час проекту «Виклик ТБ»

Модель та ціна	Технічні специфікації	Потужність	Примітка
Welch Allyn Schiller AT-2 Pluse ECG EKG Price: Coritact Company 	Вимірювання: може визначати QT Пам'ять і комп'ютерні специфікації: • може приєднуватися до комп'ютера і зовнішнього монітора • двосторонній зв'язок із системою управління даними ShlllerSEMA Розмір і маса: не вказано Інші функції: • повнорозмірна клавіатура з прямими функціональними клавішами • програмне забезпечення для ЕКГ у комплекті • роздруківки 8,5" × 11"		• Позиціонується, як легкий у використанні, що ідеально підходить для лікарень та клінік. • Вже використовувався в польових умовах
Nihon Kohden CardiofaxS \$ 1985 	Вимірювання: • ЕКГ займає 5 с • може визначати QT • частота реєстрації — 500/с Пам'ять і комп'ютерні специфікації: передача даних на комп'ютер за допомогою картки пам'яті Розмір і маса: 210 × 69 × 240 мм; 2 кг Інші функції: • 12 відведень • вбудований принтер	Акумулятор працює 1 год при повній зарядці	Використовувався у В'єтнамі (схема лікування BDQ/STR)
GE MAC800 \$ 2376 	Вимірювання: може визначати QT Пам'ять і комп'ютерні специфікації: пристрій пам'яті на 300 читань ЕКГ Розмір і маса: 3 кг; 7" TFT-екран Інші функції: • проста у використанні кнопочка консоль • вбудований принтер	Літій-іонний акумулятор, зарядка — 2 год, використання — 4 год	Використовувався у В'єтнамі (STREAM)
BENEHART R-12 \$ 1390 	Вимірювання: • може визначати QT • частота реєстрації — 500/с Пам'ять і комп'ютерні специфікації: • автоматична діагностика • може завантажувати попередні ЕКГ Розмір і маса: 8" кольоровий дисплей високої роздільної здатності — 128 × 365 × 305 Інші функції: • повний попередній перегляд друку (потребує менше паперу) • 12 відведень	Літій-іонний акумулятор, працює 3,5 год	Використовувався в Україні

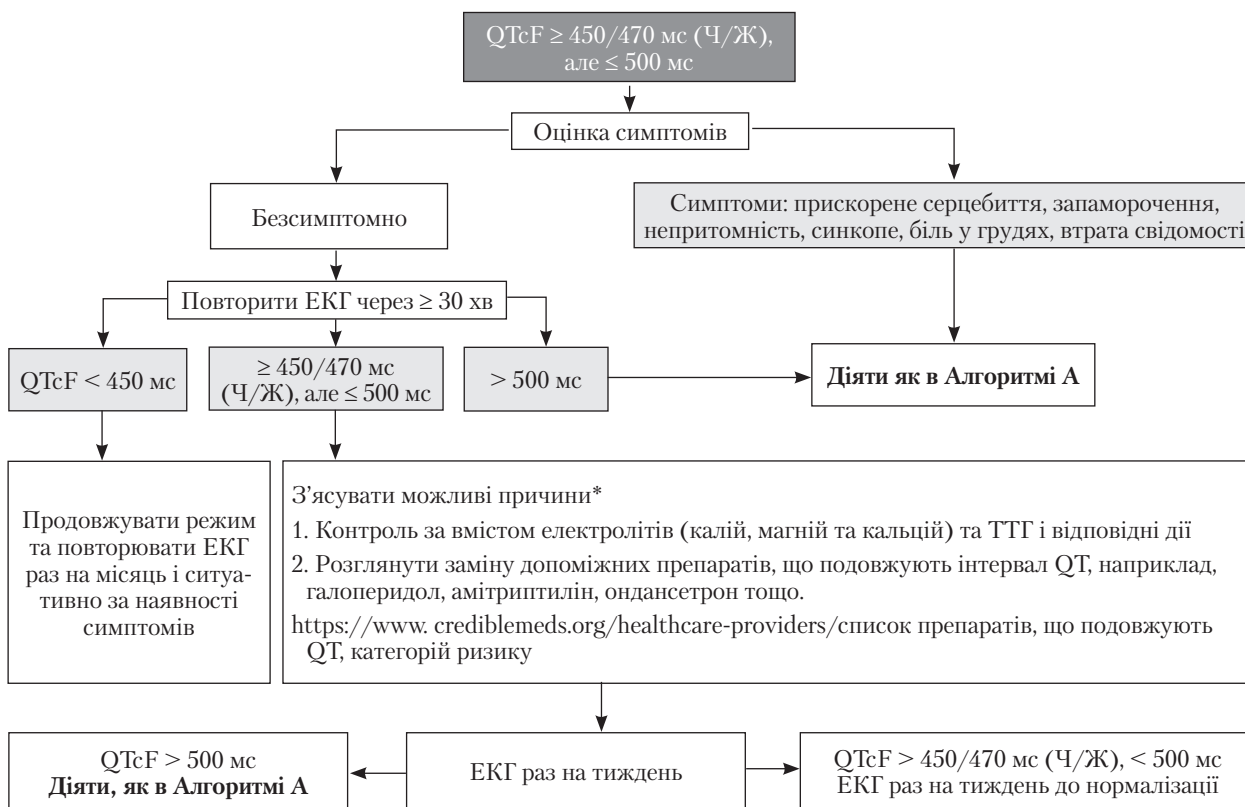
Модель та ціна	Технічні специфікації	Потужність	Примітка
Cardioline US AR600adv \$1695 	Вимірювання: вимірює QTc Пам'ять і комп'ютерні специфікації: • зберігається до 20 повних ЕКГ • опція архівування на комп'ютері Розмір і маса: 250 × 60 × 1,85 Інші функції: • працює в автоматичному, ручному або запрограмованому режимі • вбудований принтер	Подвійне живлення: внутрішній акумулятор 1,5 год; зарядка — 10 год) або зовнішнє джерело живлення	
Cardiacare 2000 \$ 2595 	Вимірювання: вимірює QT, ЧСС, PR, QRS, PRT Пам'ять і комп'ютерні специфікації: приєднується до комп'ютера Розмір і маса: 296 × 92,5 × 305,5 мм; 2,98 кг Інші функції: • 12 відведень • вбудований принтер	Працює від акумулятора або від електромережі	Використовувався у проєкті «Покласти край ТБ» в Казахстані

Алгоритм А. Моніторинг та управління подовженим скоригованим інтервалом Фредеріція (QTcF) у пацієнтів із МРТБ (QTcF > 500 мс)



Примітка. Через довгий період напіввиведення Bdq, якщо QTcF подовжений на 24-му тижні, а у пацієнта немає симптомів, моніторинг потрібно проводити раз на тиждень до нормалізації QTcF (навіть якщо застосування препарату вже припинено). Список препаратів, що подовжують інтервал QT, на сайті: <https://www.crediblemeds.org/healthcare-providers/>

Алгоритм Б. Моніторинг та управління подовженим скоригованим інтервалом Фредеріція (QTcF) у пацієнтів із МРТБ (QTcF ≥ 450 (чол.)/470 мс (жін.), але ≤ 500 мс)



Примітка. Через тривалий період напіввиведення Bdq, якщо QTcF подовжений на 24-му тижні, а у пацієнта немає симптомів, моніторинг потрібно проводити раз на тиждень до нормалізації QTcF (навіть якщо застосування препарату вже припинено).

Таблиця 1. Ступені тяжкості та управління пролонгацією QT

Нормальні значення	Ступінь 1 Помірний	Ступінь 2 Середній	Ступінь 3 Тяжкий	Ступінь 4 Потенційна загроза життю
≤ 450 мс (чол.) ≤ 470 мс (жін.)	QTcF 450–480 мс	QTcF 481–500 мс	> 500 мс на принаймні двох окремих ЕКГ (≥ 30 хв послідовно)	> 500 мс та наслідки, що загрожують життю (піруетна тахікардія (<i>torsade de pointes</i>), або поліморфна шлуночкова тахікардія, або ознаки/симптоми серйозної аритмії)
Дії	Частіший моніторинг ЕКГ (раз на тиждень) Контроль електролітів та відновлення балансу за потреби	Контроль електролітів та відновлення балансу за потреби Ретельний моніторинг ЕКГ; раз на тиждень, поки QTcF не буде на ступені 1 або нижче	Госпіталізація та відновлення балансу електролітів за потреби Відмінити препарат, що, ймовірно, зумовив подовження QT	Госпіталізація та відновлення балансу електролітів за потреби Відмінити всі препарати, що, ймовірно, зумовили подовження QT

Примітка. Подовжений інтервал QT може бути наслідком застосування таких ПТП: Bdq, Dlm, Mxf, Cfz. Інші причини: гіпокаліємія, гіпотиреоз, інші препарати (наприклад, еритроміцин, кларитроміцин, хінідин, кетоконазол, флуконазол, фуросемід, антипсихотики, включаючи галоперидол, хлорпромазин та рисперидон, багато препаратів проти нудоти, таких як ондансетрон і домперидон).

Висловлюємо подяку Олені Лабі, спеціалісту з комунікації PATH в Україні за підготовку до друку статті