



Article scientifique

Article

2016

Published version

Open Access

This is the published version of the publication, made available in accordance with the publisher's policy.

---

## Evaluation de l'intervalle QT en présence d'un élargissement du QRS

---

Guinand, Alexandre; Namdar, Mehdi; Burri, Haran Kumar; Shah, Dipen

### How to cite

GUINAND, Alexandre et al. Evaluation de l'intervalle QT en présence d'un élargissement du QRS. In: Revue médicale suisse, 2016, vol. 12, n° 520, p. 1049–1053. doi: 10.53738/REVMED.2016.12.520.1049

This publication URL: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:112013>

Publication DOI: [10.53738/REVMED.2016.12.520.1049](https://doi.org/10.53738/REVMED.2016.12.520.1049)

# Evaluation de l'intervalle QT en présence d'un élargissement du QRS

Dr<sup>s</sup> ALEXANDRE GUINAND<sup>a</sup>, MEHDI NAMDAR<sup>a</sup>, Pr<sup>s</sup> HARAN BURRI<sup>a</sup> et DIPEN SHAH<sup>a</sup>

Rev Med Suisse 2016; 12: 1049-53

L'intervalle QT est le paramètre électrocardiographique le plus utilisé pour estimer la durée de la repolarisation du myocarde et évaluer le risque de torsades de pointes. Mesuré dès le début du complexe QRS, il est également influencé par la durée de la phase de dépolarisation. La présence d'un trouble de la conduction intraventriculaire (bloc de branche) ou d'un élargissement du QRS dans le cadre d'un rythme électroentraîné à l'étage ventriculaire prolonge donc l'intervalle QT, et ce même si la phase de repolarisation est normale. En conséquence, il est difficile d'évaluer l'intervalle QT dans cette population et d'estimer le risque de torsades de pointes. Dans cet article, nous avons souhaité regrouper les différentes données disponibles dans la littérature afin d'orienter le praticien sur la meilleure manière d'approcher l'intervalle QT en présence d'un élargissement du QRS.

## Assessment of QT interval duration in patients with wide QRS

*The QT interval is the most widely used ECG parameter for the assessment of myocardial repolarization and the risk of torsades de pointes. Measured from the beginning of the QRS complex, it is also influenced by the duration of the depolarization phase. The presence of ventricular conduction abnormalities or a widening of the QRS during ventricular pacing prolongs the QT interval, even if the repolarization phase is normal. Consequently, it is difficult to assess the QT interval in this population and to estimate the risk of torsades de pointes. In this article, we would like to give an overview of the current literature as guidance to the measurement of the QT interval in the presence of a QRS widening.*

## INTRODUCTION

La repolarisation des myocytes est une phase vulnérable du cycle cardiaque durant laquelle une partie du myocarde est possiblement à nouveau excitable (période réfractaire relative). Dans certaines conditions, congénitales (syndromes du QT long congénitaux) ou acquises (effets secondaires médicamenteux, troubles électrolytiques, cardiopathies structurelles), la phase de repolarisation est prolongée et/ou inhomogène, ouvrant la voie à des arythmies ventriculaires potentiellement fatales sous la forme de torsades de pointes. Afin d'identifier les patients à risque, le paramètre le plus fréquemment utilisé est l'intervalle QT, mesuré du début du complexe QRS à la fin de l'onde T, et correspondant donc à la durée cumulée de la dépolarisation et de la repolarisation des myocytes. Toute-

fois, l'évaluation de l'intervalle QT est limitée par la complexité de la mesure (par exemple déterminer avec précision la fin de l'onde T, ou en présence d'une onde U), la reproductibilité inter- et intra-observateur, ainsi que par des variations physiologiques dépendantes de plusieurs facteurs listés ci-après:<sup>1-3</sup>

- fréquence cardiaque: l'intervalle QT est inversement lié à la fréquence cardiaque (plus précisément à l'intervalle RR des cycles précédents);
- sexe: la valeur normale de l'intervalle QT est plus longue chez les femmes (maximum 460 ms) que chez les hommes (maximum 450 ms);
- âge: l'intervalle QT normal augmente avec l'âge;
- dynamicité du QT: la relation entre l'intervalle QT et la fréquence cardiaque dépend de plusieurs facteurs, par exemple la médication, la phase nyctémérale, etc.;
- dérivation ECG: la fin de l'onde T est variable et peut être isoélectrique dans certaines dérivations;
- largeur du QRS: vu que l'intervalle QT regroupe la durée de la dépolarisation et de la repolarisation du myocarde, une prolongation de la phase de dépolarisation (trouble de la conduction intraventriculaire, rythme électroentraîné) peut à elle seule allonger l'intervalle QT,<sup>4</sup> qui ne reflète alors plus seulement une anomalie de la phase de repolarisation (figure 1).

Le but de cet article est de résumer les différentes méthodes existantes pour évaluer l'intervalle QT en présence d'un élargissement du QRS et d'essayer d'en retirer des recommandations simples à appliquer dans la pratique quotidienne.

## MESURE DE L'INTERVALLE JT

Afin de s'affranchir de la largeur du QRS, certains auteurs<sup>5,6</sup> ont recommandé d'utiliser l'intervalle JT – mesuré depuis la fin du QRS à la fin de l'onde T –, qui refléterait uniquement la phase de repolarisation myocardique. Bien que cette technique soit séduisante, elle ne s'est pas imposée dans la pratique, en raison probablement de l'habitude d'utiliser l'intervalle QT depuis plusieurs décennies et également de l'absence de valeurs normales décrites pour l'intervalle JT. Toutefois, des études récentes,<sup>7,8</sup> ainsi que les recommandations américaines,<sup>9</sup> soulignent la fiabilité de cette mesure chez les patients avec un QRS large.

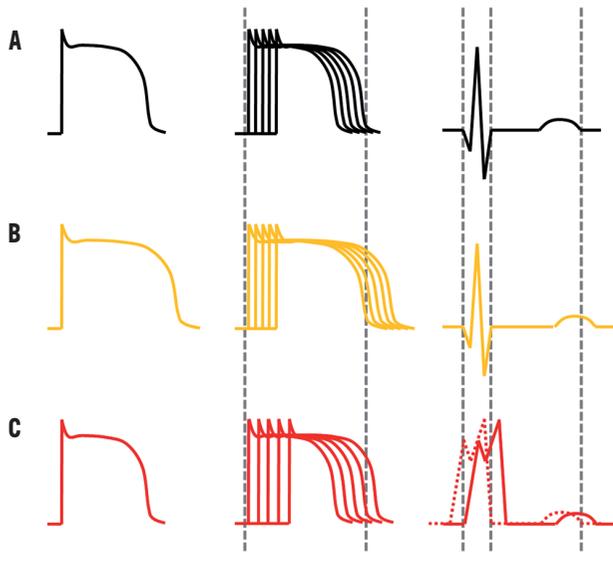
## DIFFÉRENTES MÉTHODES DE CORRECTION

Depuis un siècle, plusieurs méthodes ont été développées pour corriger l'intervalle QT en fonction de la fréquence cardiaque

<sup>a</sup>Service de cardiologie, HUG, 1211 Genève 14  
alexandre.guinand@hcuge.ch | mehdi.namdar@hcuge.ch  
haran.burri@hcuge.ch | dipen.shah@hcuge.ch

**FIG 1** Représentation schématique de l'intervalle QT

A. En situation normale; B. En présence d'un trouble de la repolarisation ou C. De la conduction.  
 Première colonne: potentiel d'action d'un cardiomyocyte; deuxième colonne: sommation des potentiels d'action lors du cycle cardiaque; troisième colonne: enregistrement des différences de potentiels sur l'électrocardiogramme de surface – à noter en C un intervalle QT prolongé (complexe en trait plein) alors que lorsqu'on aligne les ondes T (trait pontillé), l'intervalle JT est identique à la situation normale.



en calculant le QTc. Les plus connues et les plus largement utilisées sont les formules de Bazett<sup>10</sup> et de Fridericia,<sup>11</sup> corrigeant respectivement l'intervalle QT à l'aide de la racine carrée et cubique de l'intervalle RR. La méthode du nomogramme, décrite en 1992,<sup>12</sup> consiste à ajouter un facteur de correction de l'intervalle QT, différent pour chaque valeur de la fréquence cardiaque. Les autres formules sont dites de régression linéaire, la plus connue étant celle de Framingham.<sup>13</sup> Une seule de ces méthodes tient compte de la largeur du QRS, celle de Rautaharju, discutée ci-après. Le **tableau 1** regroupe les différentes formules disponibles, l'année de la publication originale et le nombre de patients ayant conduit à l'élaboration de la formule. Sur la **figure 2**, on constate que pour une valeur identique de l'intervalle QT, les différentes formules sont relativement concordantes

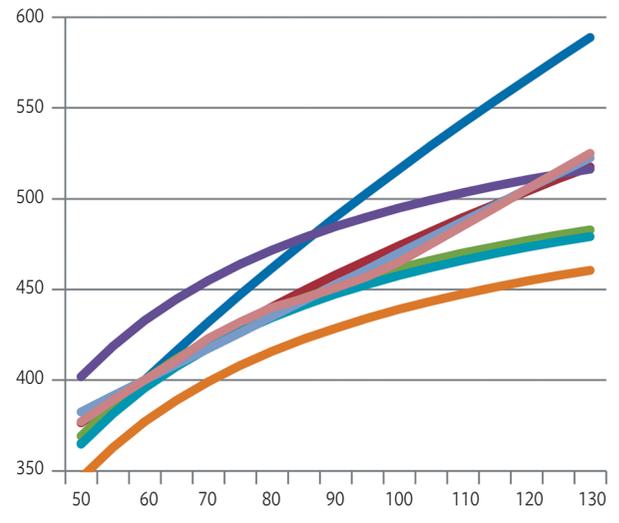
**TABLEAU 1** Différentes méthodes de correction de l'intervalle QT

FC: fréquence cardiaque en bpm; intervalles en ms sauf pour l'intervalle RR dans les formules de Bazett et Fridericia: s; ncf: nomogram correction factor; K (formule de Rautaharju) = - 22 ms pour les hommes et - 34 ms pour les femmes.

	Année	N	Formule de correction
Bazett	1920	39	$QTc = \frac{QT}{\sqrt{RR}}$
Fridericia	1920	50	$QTc = \frac{QT}{\sqrt[3]{RR}}$
Hodges	1983	607	$QTc = QT + 1,75 \cdot (FC - 60)$
Framingham	1992	5018	$QTc = QT + 154 \cdot [1 - \frac{60}{FC}]$
Nomogramme	1994	324	$QTc = QT + ncf$
Rautaharju	2004	12990	$QTc = QT - 155 \cdot [\frac{60}{FC} - 1] - 0,93 \cdot (QRS - 139) + K$

**FIG 2** Valeurs corrigées pour un intervalle QT de 400 ms

Valeurs obtenues par les différentes méthodes de correction en fonction de la fréquence cardiaque. Trois exemples différents sont représentés pour la formule de Rautaharju, en fonction de la largeur du QRS (80, 120 et 140 ms).  
 ■ Bazett; ■ Fridericia; ■ Framingham; ■ Rautaharju 80; ■ Rautaharju 120; ■ Rautaharju 140; ■ Hodges; ■ Nomogramme.



à une fréquence cardiaque de 60 bpm, mais que les valeurs corrigées divergent pour des fréquences cardiaques plus élevées.

**FORMULES DE RAUTAHARJU**

Afin d'établir des formules de correction de l'intervalle QT pour les patients avec des troubles de la conduction, Rautaharju et coll.<sup>7</sup> ont étudié de manière rétrospective les électrocardiogrammes de trois études populationnelles (3rd National Health and Nutrition Examination Survey, Cardiovascular Health Study, ARIC study). Ils ont identifié 1251 patients avec un trouble de la conduction, qu'ils ont comparé à 11739 patients avec une conduction normale. Les analyses statistiques des deux groupes ont permis de développer:

- une formule de correction de l'intervalle QT incluant la fréquence cardiaque et la largeur du QRS:

- $QT_{rr, qrs} = QT - 155 \times (60/FC - 1) - 0.93 \times (QRS - 139) + k$  (FC = fréquence cardiaque en battements par minute, QT et QRS mesurés en ms, k = -22 ms pour les hommes et -34 ms pour les femmes);
- limite supérieure de la norme identique aux autres formules: percentile 95 (P95) = 450 ms, P98 = 460 ms.
- une formule de correction de l'intervalle JT en fonction de la fréquence cardiaque ainsi que la première description dans un grand collectif des valeurs normales de l'intervalle JT:
  - $JT_{rr} = JT - 155 \times (60/FC - 1) + k$  (k = 34 ms pour les hommes et 22 ms pour les femmes);
  - P95 = 350 ms, P98 = 370 ms.

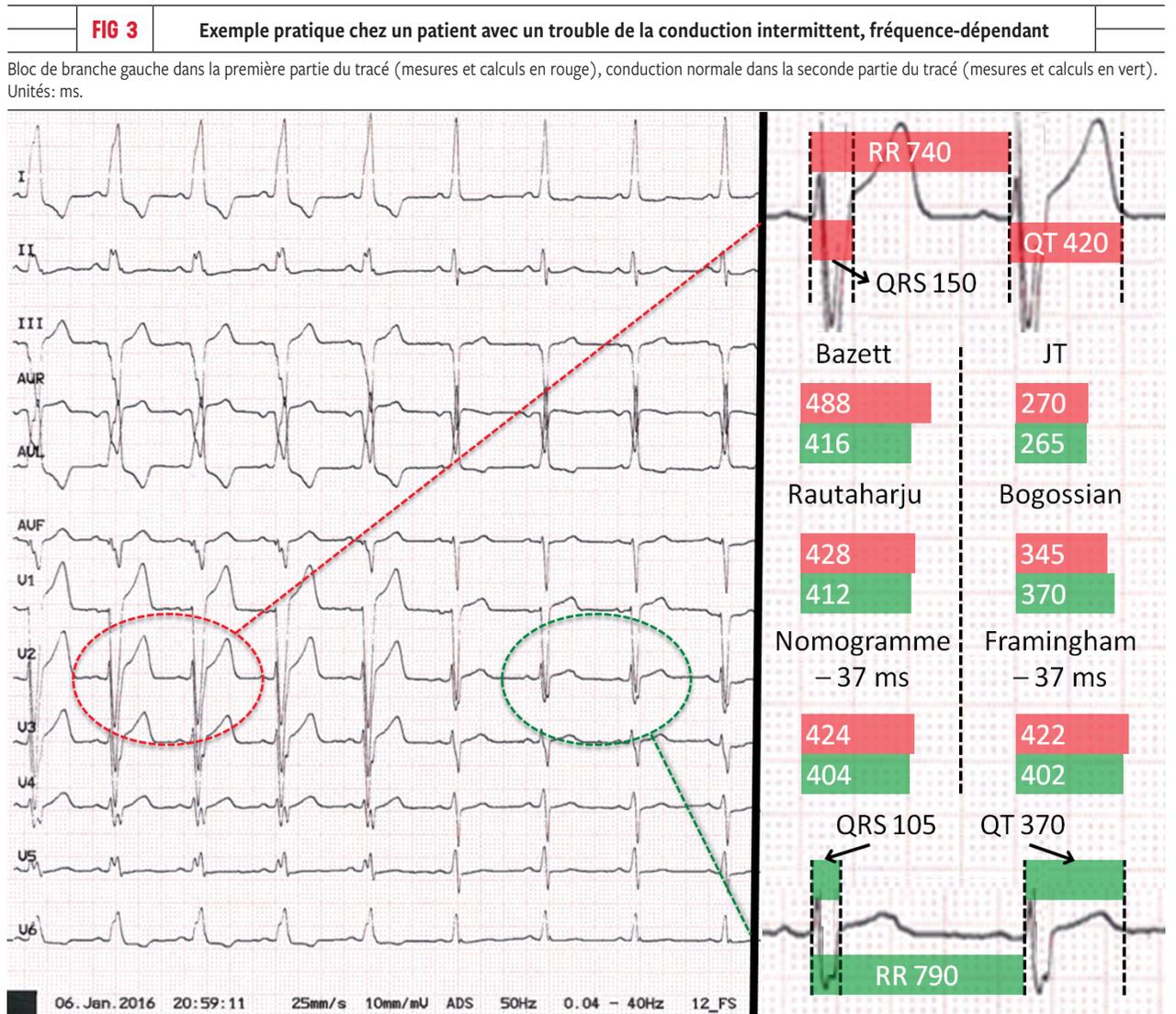
**COMPARAISON DES DIFFÉRENTES FORMULES**

Deux études à la méthodologie similaire, publiées par la même équipe entre 2012<sup>14</sup> et 2013,<sup>15</sup> permettent de comparer l'efficacité des différentes formules de correction de l'intervalle QT en présence d'un QRS large.

La première d'entre elles a inclus 71 patients avec un bloc de branche gauche ou droit, une conduction AV préservée et por-

teurs d'un pacemaker double chambre. En stimulant à l'étage atrial à différentes fréquences (en mode AAI 40, 60, 80 et 100 bpm), les auteurs ont pu analyser le comportement des différentes formules – la solution idéale étant celle qui fournit une valeur similaire du QT corrigé malgré le changement de fréquence cardiaque. En règle générale, toutes les formules de correction sont limitées par une dépendance à la fréquence (c'est-à-dire la valeur corrigée du QT est surestimée à des fréquences élevées). Les auteurs ont ainsi pu démontrer que la formule de Bazett était la moins performante dans cette situation (augmentation du QTc moyen de 436 ms à 60 bpm à 511 ms à 100 bpm) et ne devrait donc pas être utilisée en présence d'un bloc de branche. Les formules de Hodges (différence moyenne de 30 ms entre 60 et 100 bpm), de Framingham (21 ms) et du nomogramme (25 ms) constituaient par contre les meilleures alternatives. A noter que la formule de Bazett est connue pour surestimer le QTc lorsqu'elle est appliquée à des fréquences supérieures à 80-90 bpm, également chez des individus avec un QRS fin, elle doit donc être interprétée de manière critique dans ces situations.<sup>16</sup>

Dans la seconde étude, les auteurs ont étudié 122 patients avec une conduction AV préservée, sans bloc de branche et



porteurs d'un pacemaker double chambre. Ils ont comparé à des fréquences cardiaques croissantes (60, 80 et 100 bpm) le comportement des différentes formules quand les patients étaient stimulés uniquement dans l'oreillette (AAI, QRS fins) par rapport à une stimulation bicamérale (DDD, QRS larges). La formule de Rautaharju, incluant la largeur du QRS, s'est révélée la plus fiable (les valeurs obtenues pendant la stimulation ventriculaire s'approchaient des valeurs en conduction spontanée). A nouveau, les auteurs ont pu démontrer une importante dépendance à la fréquence de la formule de Bazett, qui était par ailleurs la moins performante (différence de 44 ms à 60 bpm et de 57 ms à 100 bpm entre le QRS conduit et le QRS électroentraîné). Ils ont finalement proposé une alternative consistant à soustraire un facteur de correction de 37 ms aux formules de Framingham et du nomogramme, ce qui permettait d'obtenir de manière assez fiable la valeur du QTc en conduction spontanée.

### FORMULE SIMPLIFIÉE SELON BOGOSSIAN

Une équipe allemande a récemment publié une nouvelle méthode permettant de corriger plus simplement l'intervalle QT chez les patients électroentraînés.<sup>8</sup> Ils ont étudié les intervalles QT de 60 patients avec QRS fins qui bénéficiaient d'une étude électrophysiologique. Toutes les mesures ont été ensuite répétées lors d'une stimulation ventriculaire droite (au niveau de l'apex et également au niveau de la chambre de chasse du ventricule droit), afin de simuler un bloc de branche gauche. Les auteurs ont ainsi constaté que l'intervalle QT spontané pouvait être calculé en soustrayant la moitié de la largeur du QRS électroentraîné (par exemple, chez un patient avec un QRS de 140 ms et un QT de 460 ms, l'intervalle QT « modifié » est de  $460 - 70 = 390$  ms, **figure 3**). Cette méthode a l'avantage d'être facilement applicable au lit du malade. L'intervalle QT ainsi modifié peut par la suite être corrigé pour la fréquence par n'importe quelle méthode habituelle. A noter par ailleurs dans cette étude que l'intervalle JT spontané était très peu différent de l'intervalle JT lors de la stimulation ventriculaire droite, consolidant la validité de cette mesure en présence de troubles de la dépolarisation.

### GUIDELINES

Dans les recommandations américaines publiées en 2009,<sup>9</sup> un paragraphe est consacré à la mesure du QT en présence d'un

QRS large et recommande d'utiliser la formule de Rautaharju ou, en second choix, l'intervalle JT. Il n'existe à l'heure actuelle pas de recommandations européennes pour l'évaluation du QT en présence d'un élargissement du QRS. Il est important de se souvenir qu'aucune étude prospective n'a pu établir le bénéfice clinique (survenue d'arythmies, mortalité...) des différentes méthodes de correction de l'intervalle QT, aussi bien chez les patients avec une conduction normale qu'en présence de troubles de la dépolarisation.

### EXEMPLE PRATIQUE

L'électrocardiogramme de la **figure 3** permet d'illustrer les différentes méthodes détaillées ci-dessus, du fait de la présence transitoire d'un bloc de branche gauche. Le QRS, initialement large, se normalise sur la deuxième partie du tracé en raison d'une discrète diminution de la fréquence cardiaque (bloc de branche gauche fréquence-dépendant). Il est donc possible de comparer les intervalles JT, QT et QTc avec et sans trouble de la conduction chez le même patient. Alors que le QTc selon Bazett est nettement surestimé en présence du bloc de branche gauche (488 ms vs 416 ms, différence de 72 ms), la mesure de l'intervalle JT est similaire (270 ms vs 265 ms, différence de 5 ms). Les autres méthodes décrites dans le **tableau 2** (correction selon Rautaharju, méthode du nomogramme - 37 ms, formule de Framingham - 37 ms, méthode simplifiée de Bogossian) donnent des résultats comparables (différence de 16 ms, 20 ms, 20 ms et 25 ms, respectivement).

### CONCLUSION

En présence d'un élargissement du QRS (bloc de branche ou rythme électroentraîné), l'intervalle QT peut être anormalement prolongé en l'absence de troubles de la repolarisation. La formule de Bazett, la plus couramment utilisée, s'est révélée la moins performante dans les études comparatives et n'est pas fiable dans ces situations; son utilisation est par ailleurs également critiquée chez les patients avec un QRS fin. Plusieurs alternatives sont disponibles, notamment l'utilisation de l'intervalle JT, qui ne dépend pas de la dépolarisation du myocarde, de la formule de Rautaharju, incorporant la largeur du QRS dans le calcul du QT corrigé et développée sur un large collectif de patients, ou l'application d'un facteur de correction (autour de -40 ms) aux formules de Hodges, de Framingham et du nomogramme. La méthode simplifiée de Bogossian, ré-

**TABLEAU 2** Différentes méthodes permettant d'évaluer l'intervalle QT en présence d'un élargissement du QRS

(K = -37 ms selon réf.<sup>15</sup>).

Méthodes	Avantages	Inconvénients
Intervalle JT	<ul style="list-style-type: none"> <li>Simple et reproductible</li> <li>Validée dans les études comparatives, recommandée dans les guidelines</li> <li>Correspond théoriquement mieux à la phase de repolarisation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valeurs normales mal connues en pratique</li> <li>Habitude d'utiliser l'intervalle QT</li> </ul>
Rautaharju	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etablie sur un grand collectif de patients</li> <li>Validée dans les études comparatives, recommandée dans les guidelines</li> </ul>	Difficile à appliquer en pratique
Hodges/Framingham/ Nomogramme ( $\pm K$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Méthodes connues et applicables en pratique</li> <li>Validée dans les études comparatives</li> </ul>	Dépendance à la fréquence
Bogossian	Simplicité d'utilisation	Peu validée dans les études (développée sur un collectif de 60 patients)

comment décrite, a l'avantage d'être simple à appliquer en pratique et peut constituer une alternative intéressante à la formule de Rautaharju. Finalement, rappelons que l'utilité de ces différentes stratégies n'a pas été validée en termes d'issue clinique.

**Conflit d'intérêts:** Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêts en relation avec cet article.

#### IMPLICATIONS PRATIQUES

- La formule de Bazett surestime l'intervalle QT en présence d'une prolongation de la dépolarisation et n'est pas recommandée
- La formule de Rautaharju, développée à partir d'un large collectif de patients mais difficile d'utilisation en pratique, permet d'intégrer la largeur du QRS dans le calcul du QT corrigé et est recommandée par les guidelines. Il est également possible de s'affranchir de la largeur du QRS en utilisant l'intervalle JT, également validé mais peu familier des praticiens
- La méthode simplifiée de Bogossian (soustraction de la moitié de la largeur du QRS pour obtenir l'intervalle QT modifié), bien que validée sur un petit collectif de patients seulement, peut constituer une alternative intéressante et facilement applicable au lit du malade

1 \*\* Al-Khatib SM, Lapointe NMA, Kramer JM, et al. What clinicians should know about the QT interval. *JAMA* 2003;289:2120-7.  
 2 Zürcher JP, Schlaepfer J, Waeber G, et al. Le QT long acquis. *Rev Med Suisse* 2013;9:1538-42.  
 3 Funck-Brentano C, Jaillon P. Rate-corrected QT interval: Techniques and limitations. *Am J Cardiol* 1993;72:17B-22B.  
 4 Das G. QT interval and repolarization time in patients with intraventricular conduction delay. *J Electrocardiol* 1990;23:49-52.  
 5 Zhou SH, Wong S, Rautaharju PM, et al. Should the JT rather than the QT interval be used to detect prolongation of ventricular repolarization? An assessment in normal conduction and in ventricular conduction defects. *J Electrocardiol* 1992;

25(Suppl.):131-6.  
 6 Spodick DH. Reduction of QT-interval imprecision and variance by measuring the JT interval. *Am J Cardiol* 1992;70:103.  
 7 Rautaharju PM, Zhang ZM, Prineas R, et al. Assessment of prolonged QT and JT intervals in ventricular conduction defects. *Am J Cardiol* 2004;93:1017-21.  
 8 \* Bogossian H, Frommeyer G, Ninios I, et al. New formula for evaluation of the QT interval in patients with left bundle branch block. *Heart Rhythm* 2014;11:2273-7.  
 9 \* Rautaharju PM, Surawicz B, Gettes LS. AHA/ACCF/HRS Recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram: Part IV: The ST segment, T and U waves, and the QT interval: A scientific statement from the American heart association electrocardio-

graphy and arrhythmias C. *Circulation* 2009;119:e241-e250.  
 10 Bazett H. An analysis of the time-relations of electrocardiograms. *Heart* 1920;7:353-70.  
 11 Fridericia LS. The duration of systole in the electrocardiogram of normal subjects and of patients with heart disease. *Acta Med Scand* 1920;53:469-86.  
 12 Karjalainen J, Viitasalo M, Mänttari M, et al. Relation between QT intervals and heart rates from 40 to 120 beats/min in rest electrocardiograms of men and a simple method to adjust QT interval values. *J Am Coll Cardiol* 1994;23:1547-53.  
 13 Sagie A, Larson MG, Goldberg RJ, et al. An improved method for adjusting the QT interval for heart rate (the Framingham Heart Study). *Am J Cardiol* 1992;70:797-801.

14 Chiladakis J, Kalogeropoulos A, Koutsogiannis N, et al. Optimal QT/JT interval assessment in patients with complete bundle branch block. *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2012;17:268-76.  
 15 \*\* Chiladakis JA, Kalogeropoulos A, Zagkli F, et al. Facilitating assessment of QT interval duration during ventricular pacing. *Europace* 2013;15:907-14.  
 16 Luo S, Michler K, Johnston P, et al. A comparison of commonly used QT correction formulae: The effect of heart rate on the QTc of normal ECGs. *J Electrocardiol* 2004;37(Suppl.):81-90.

\* à lire  
 \*\* à lire absolument