

REGRESNÉ ROVNICE PRE INTERVAL QT ELEKTROKARDIOGRAMU DETÍ A DOSPELÝCH

Štefan KUJANÍK

Ústav fyziológie Lekárskej fakulty Univerzity P. J. Šafárika v Košiciach, Slovenská republika

Súhrn

Jedným z ukazovateľov elektrickej stability srdca je aj trvanie intervalu QT (elektrickej systoly). Závisí na srdcovej frekvencii, pri tachykardii sa skracuje, pri bradykardii predlžuje. Jeho hranice na EKG však nie sú veľmi presne definované, najmä koniec vlny T. Pre trvanie QT sú dôležité hlavne komorové bunky typu M, ktoré majú veľmi dlhé akčné potenciály. Bol navrhnutý veľký počet regresných rovníc pre interval QT, lineárnych aj nelineárnych. Trvanie QT aj matematický vzorec regresnej rovnice závisí od niekoľkých faktorov – srdcová frekvencia (RR), pohlavie, vek, telesná námaha, ochorenia, lieky. Trvanie QT u zdravých žien je pri rovnakej frekvencii srdca asi o 10–20 ms dlhšie ako u zdravých mužov, u starších ľudí je dlhší ako u mladších. Príčinou pohlavného rozdielu je spomalená repolarizácia komorových buniek u žien. Mnohé kardiovaskulárne, mozgové, iné ochorenia a niektoré lieky môžu predlžovať interval QT. Zmena závislosti trvania intervalu QT od srdcovej frekvencie znamená zmenu aktivity autonómneho nervového systému. Vzťah intervalov QT a RR je značne individuálny a špecifický pre každého človeka.

Kľúčové slová: Elektrokardiografia; QT interval; Srdcová frekvencia; RR interval; Regresné rovnice.

Regression Equations for Electrocardiographic QT Interval of Children and Adults

Summary

One of the parameters of the electrical heart stability is also the QT interval (electrical systole) duration. It depends on the heart rate, during tachycardia it is being shortened during bradycardia it is being prolonged. However, its limits on the ECG are not very exactly defined, especially the end of T wave. For QT interval duration the ventricular cells of type M are mainly important and they have the very long action potentials. Plenty of equations were proposed, linear or nonlinear. QT duration and the mathematic formula of regression equation depend on several factors – gender, age, exercise, diseases, pharmacological agents. QT duration in healthy women at the same heart rate is approximately by 10–20 ms longer than in healthy men, in elderly persons is longer than in younger ones. The slowed repolarization of ventricular cells in women is the cause of the difference. Many cardiovascular, cerebral, other diseases and some drugs are able to prolong QT interval. Change of the dependence of QT duration on the heart rate means a change of autonomic nervous system activity. Relation between QT and RR intervals is highly individual and specific in every person.

Key words: Electrocardiography; QT interval; Heart rate; RR interval; Regression equations.

Úvod

Jedným z ukazovateľov elektrickej stability srdca je aj trvanie intervalu QT na elektrokardiograme z povrchu tela, teda súhrnný obraz trvania akčných potenciálov všetkých komorových kardiomyocytov alebo trvanie depolarizácie a repolarizácie. Predĺženie QT môže byť rizikovým faktorom náhlej srdcovej smrti nielen u pacientov s ischemickou chorobou srdca, ale aj u zdanlivo zdravých detí a mladých ľudí (8). Je to jeden z najviac študovaných rizikových faktorov náhlej srdcovej smrti a závažných komorových arytmií.

Pretože závisí na srdcovej frekvencii (jeho normálne trvanie u zdravých ľudí je 200–460 ms podľa frekvencie, pri jej zvýšení sa skracuje – tab. 1 a 2), pre porovnanie hodnôt zistených pri rôznych frekvenciách sa používa tzv. korigovaný interval QTc. Predĺženie QT môže byť vrodené (hlavne syndróm dlhého QT) alebo získané pod vplyvom rôznych faktorov, ako sú ochorenia kardiovaskulárne, neurologické, operačné výkony, zvýšenie aktivity sympatiky, intoxikácie, poruchy elektrolytovej rovnováhy, rôzne kardiovaskulárne aj nekardiovaskulárne lieky, obezita a podobne (6, 11, 21).

Interval QT alebo elektrická systola srdca (celková elektrická aktivita komôr alebo trvanie prevodu vzruchu od začiatku depolarizácie po koniec repolarizácie obidvoch komôr) sa niekedy považuje za prejav heterogenity refraktérnosti (10), lebo repolarizácia všetkých komorových buniek nezačína ani nekončí naraz. Interval QT sa skladá podobne ako akčný potenciál buniek z kratšej depolarizačnej časti (QRS komplex) a z dlhšej repolarizačnej časti – segment ST a vlna T, resp. niekedy aj U na EKG (16).

Cieľom tohto súborného referátu je podať prehľad regresných rovníc pre nameraný (nekorigovaný) interval QT elektrokardiogramu dospelých aj detí.

1. Hlavné zásady merania intervalu QT

Odporúčaná rýchlosť posunu papiera pre meranie intervalu QT, RR a systolických časových intervalov je 50–200 mm/s (24). Pri malej rýchlosti posunu je pravdepodobnosť veľkej chyby pri nepresnom manuálnom odčítaní, pri veľkej rýchlosti posunu papiera je hlavne vlna T neostro ohraničená a ťažko je určiť presný koniec intervalu QT. V súčasnosti sa odporúča pre meranie intervalu QT niekoľko nasledujúcich postupov (9, 14, 25) – záznam EKG sa má robiť v normálnom fyziologickom stave (vyhýbať sa postprandiálnemu obdobiu), pacient má pár minút oddychovať, aby sa trvanie QT prispôbilo srdcovej frekvencii, meranie sa má robiť z viac ako 1 zvodu (najlepšie zvod II a V3–V5) pri rýchlosti posunu papiera 50 mm/s. Citlivosť zosilnenia je najvhodnejšie nastaviť na 0,5 mV/cm (9). Je potrebné odlíšiť a vylúčiť samostatnú vlnu U (započítava sa však do intervalu QU vtedy, keď je spojená s vlnou T), meriame aspoň 3–5 srdcových cyklov za sebou, z merania sa vylučujú cykly s veľkými zmenami RR alebo nasledujúce za arytmiami.

Meranie QT začíname vo zvide, kde najskôr začína kmit Q, a končíme vo zvide, kde najneskôr končí vlna T. Jej koniec je najvhodnejšie zistiť pomocou dotyčnice k descendentnej časti. Trvanie QT vždy súvisí s predchádzajúcim intervalom RR. Meranie v prípadoch, keď je zreteľná vlna U (môže vznikáť 16 rôznych spôsobov ich spojenia s vlnou T), spracovali veľmi prehľadne Lepeschkin a Surawicz (16). Interval T–P sa obvykle považuje za izoelektrickú čiaru. Lund a spolupracovníci (17) z viac ako 3500 záznamov EKG sledovali presnosť

merania intervalu QT v rôznych zvodoch a zistili, že najpresnejší prekordiálny zvod je V4, priemerné QT odporúčajú počítať z 3 najdlhších intervalov. Spôsob merania ovplyvňuje trvanie QT, v štandardnom 12-zvodovom zázname nameriame dlhšie trvanie ako v ortogonálnom korigovanom podľa Franka. Trvanie intervalu QT ovplyvňujú autonómne nervy a ich aktivita kolíše v priebehu dňa (19), preto sú dôležité aj čas registrácie EKG a príjem potravy.

Pri manuálnom meraní sa odporúčajú použiť zvody V2 alebo V3, lebo v nich je často najväčšia amplitúda vlny T (4). Možnými chybami pri manuálnom meraní sa zaoberá Murray a spolupracovníci (20), ale Lande a spoluautori (15) zistili veľkú zhodu medzi manuálnym a automatizovaným meraním. Preto, či už sledujeme nekorigovaný, alebo korigovaný interval QT, vyžaduje si to štandardizáciu záznamu a techniky merania, aby sa minimalizovali odchýlky, ktoré by mohli viesť k chybným výsledkom (9).

Podrobné merania u viac ako 11 000 zdravých mužov a žien ukázali (22), že 460 ms je horná hranica normy. Interval QT sa najčastejšie vyjadruje v dvoch formách – ako skutočný (nameraný), kedy jeho trvanie závisí na srdcovej frekvencii alebo trvaní srdcového cyklu (interval RR), alebo korigovaný (neskutočný, prepočítaný, v zázname nejestvujúci), kedy jeho vypočítané trvanie je prakticky nezávislé na srdcovej frekvencii.

2. Rovnice pre výpočet nameraného intervalu QT

Uvádzame chronologicky zoradené publikované rovnice nameraného (nekorigovaného) intervalu QT (HR = srdcová frekvencia, RR = interval RR, M = muži, Ž = ženy, K = konštanta rovnice, S.E.E., resp. SEM = stredná chyba priemeru) pre dospelých aj deti. Citácie prác, v ktorých sa nachádzajú a opisujú tieto rovnice, sú uvedené v našom veľkom súbornom referáte k podobnej problematike (14).

Bazett (1920):

$QT = K \cdot RR^{1/2}$ v sekundách (zdraví ľudia)

K = 0,368 pre M (0,342–0,392) a 0,399 pre Ž

Fridericia (1920):

$QT = 0,0822 \cdot (100RR)^{1/3}$

(zdraví ľudia veku 30–81 rokov)

Fenn (1922):

$QT = 0,39 \cdot RR^{1/2}$

Mayeda (1934):

$$QT = [0,2574 \cdot (100 \text{ RR})]^{0,604}$$

zdraví a pacienti bez srdcových ochorení
(vek 18–64 rokov)

Adams (1936):

$$QT = 0,2462 \cdot 0,1536 \cdot \text{RR} \text{ (M)}$$

$$QT = 0,2789 + 0,1259 \cdot \text{RR} \text{ (Ž)}$$

Shipley a Hallaran (1936):

$$QT = K \cdot \text{RR}^{1/2} \text{ (zdraví ľudia veku 22–35 rokov)}$$

$$K = 0,397 \text{ pre M a } 0,415 \text{ pre Ž}$$

Schlomka a Raab (1936):

$$QT = K \cdot (100 \text{ RR})^{1/3} \text{ (osoby bez srdcových ochorení)}$$

$$K = 0,0795 \text{ pre vek 20–30 rokov}$$

$$K = 0,0802 \text{ pre vek 40–50 rokov}$$

$$K = 0,0815 \text{ pre vek 60–70 rokov}$$

$$K = 0,0826 \text{ pre vek nad 70 rokov}$$

Heggin a Holzmann (1937):

$$QT = 0,39 \cdot \text{RR}^{1/2} \pm 0,04 \text{ s (pre RR = 0,4–1,5 s)}$$

zdraví ľudia a pacienti bez srdcových ochorení

Ashman (1939):

$$QT = K \cdot \log [10 (\text{RR} + 0,07)]$$

$$K = 0,373 \text{ pre mladých M}$$

$$K = 0,385 \text{ pre mladé Ž}$$

$$K = 0,380 \text{ pre starších mužov}$$

$$K = 0,390 \text{ pre staršie Ž}$$

$$K = 0,376 \text{ pre deti}$$

Ashman a Hull (1945):

$$QT = K \cdot \log [10 (\text{RR} + 0,07)] \text{ (súbor 2000 ľudí)}$$

$$K = 0,385 \text{ pre mladé Ž}$$

$$K = 0,385 \text{ pre staršie Ž}$$

$$K = 0,375 \text{ pre deti}$$

Schlamowitz (1946):

$$QT = (0,205 \text{ RR} + 0,167) \pm 0,041 \text{ s}$$

len zdraví vojaci veku 18–44 rokov

Ljung (1949):

$$QT = 0,2 \text{ RR} + 0,18 \pm 0,04 \text{ s}$$

Alimurung a spol. (1950):

$$QT = 0,415 \cdot \text{RR}^{1/2}$$

Zuckermann (1957):

$$Q-U = 85 - 0,37 \cdot \text{HR}/100 \pm 0,025 \text{ s}$$

Simonson a spol. (1962):

$$QT = 0,2423 + 0,140 \text{ RR} + 0,0003 \cdot \text{vek}$$

$$\log QT = -0,4185 + 0,32 \cdot \log \text{RR} + 0,000354 \cdot \text{vek}$$

$$\text{S.E.E. (SEM)} = \pm 0,0164 \text{ s}$$

Černý (1980):

$$QT = 472,5 - 1,37 \cdot \text{HR pre M}$$

$$QT = 487,9 - 1,46 \cdot \text{HR pre Ž}$$

$$QT = 474,6 - 1,34 \cdot \text{HR pre M+Ž}$$

Doščicyn a spol. (1981):

horná hranica normy QT (tab. 1)

Boudoulas a spol. (1982):

$$QT = K \cdot \text{RR}^{1/2} \text{ v sekundách}$$

$$K = 0,39 \text{ pre M a } 0,415 \text{ pre Ž}$$

Hodges a spol. (1983):

$$QT = 496 - 1,75 \cdot \text{HR (ms)}$$

Kovács (1985):

RR = QT + TQ (elektrická systola + elektrická diastola)

$$TQ = \text{RR} - QT = \text{RR} - (K_1' + K_2' / \text{RR}) =$$

$$= \text{RR} - (0,521 - 0,120 / \text{RR})$$

Alexopoulos a spol. (1988):

$$QT = 209 + 0,25 \cdot \text{RR (počas 24 h)}$$

$$QT = 249 + 0,19 \cdot \text{RR (počas bdlosti)}$$

$$QT = 237 + 0,22 \cdot \text{RR (počas spánku)}$$

Sagie a spol. (1992):

$$QT = 0,228 + 0,147 \cdot \text{RR pre M}$$

$$QT = 0,227 + 0,167 \cdot \text{RR pre Ž}$$

Arrowood a spol. (1993):

$$QT = 0,12 + 0,492 \cdot e^{(-0,008 \cdot \text{HR})}$$

Karjalainen a spol. (1994):

$$QT = k \cdot \text{HR (3 regresné priamky pre 3 rôzne HR)}$$

$$k = 0,116 \text{ pre HR pod } 60/\text{min}$$

$$k = 0,156 \text{ pre HR = } 60\text{--}100/\text{min}$$

$$k = 0,384 \text{ pre HR nad } 100/\text{min}$$

Eberle a spol. (1998):

pre deti obidvoch pohlaví a veku 5–16 rokov
(tab. 3, tab. 4 a 5)

$$QT = 0,191 \times \text{RRI} + 212,36 \text{ (všetky deti, n = 373)}$$

$$QT = 0,183 \times \text{RRI} + 219,46 \text{ (chlapci, n = 188)}$$

$$QT = 0,198 \times \text{RRI} + 205,92 \text{ (dievčatá, n = 185)}$$

Davey (1999):

$$QT_{60} \text{ (QT pre HR } 60/\text{min)} = 404 \pm 5 \text{ (SEM) ms}$$

$$QT_y \text{ (priesečník s osou y, t.j. } QT_0) = 497 \pm 7 \text{ (SEM) ms}$$

Kujaník a spol. (2004):

pre mladých zdravých ľudí (ms)

a) lineárne rovnice

QT = 464,566 – 1,5211.HR (v pokoji)QT =

482,506 – 1,708.HR (pri hypoxicko-hyper-

kapnickej ventilácii)

QT = 366,133 – 0,469.HR (pri 1-minútovej hyper-

ventilácii)

QT = 362,796 – 0,50 x HR (pri 2-minútovej hyper-

ventilácii)

QT = 457,619 – 1,37 x HR (pri 3-minútovej hyper-

ventilácii)

QT = 476,332 – 1,851 x HR (pri 4-minútovej hyper-

ventilácii)

b) parabolické rovniceQT = 541,201 – 3,617.HR + 0,01399.HR²
(v pokoji)QT = 646,539 – 5,841.HR + 0,02525.HR²
(pri hypoxicko-hyperkapnickej ventilácii)QT = 422,582 – 1,539.HR + 0,00492.HR²
(pri 1-minútovej hyperventilácii)QT = 854,72 – 9,964.HR + 0,0447.HR²
(pri 2 min hyperventilácii)QT = 660,366 – 6,104.HR + 0,0262.HR²
(pri 3-minútovej hyperventilácii)QT = 1231,81 – 22,806.HR + 0,1431.HR²
(pri 4-minútovej hyperventilácii)

Tabuľka 1

**Horná hranica normálneho trvania intervalov QT a RR
pri rôznej srdcovej frekvencii (6)**

Srdcová frekvencia (min ⁻¹)	Interval RR (ms)	Interval QT (ms)
40–41	1500–1463	510
42–43	1428–1395	500
44	1364	490
45–46	1333–1304	480
47–48	1277–1250	470
49–51	1224–1176	460
52–53	1154–1132	450
54–55	1111–1091	440
56–58	1071–1034	430
59–61	1017–984	420
62–63	968–952	410
64–67	937–896	400
68–71	882–845	390
72–75	833–800	380
76–79	789–759	370
80–83	750–723	360
84–88	714–682	350
89–94	674–638	340
95–100	632–600	330
101–106	594–566	320
107–113	561–531	310
114–121	526–496	300
122–130	492–462	290
131–139	458–432	280
140–150	429–400	270
151–162	397–370	260

Tabuľka 2

**Rozpätie fyziologických hodnôt intervalu QT u mužov a
žien v závislosti od srdcovej frekvencie v sekundách
podľa American Heart Association, 1956**

Srdcová frekvencia	Dolná hranica	Stredná hodnota		Horná hranica	
		muži a deti	ženy	muži a deti	ženy
40	0,42	0,45	0,46	0,49	0,50
43	0,39	0,44	0,45	0,48	0,49
46	0,38	0,43	0,44	0,47	0,48
48	0,37	0,42	0,43	0,46	0,47
50	0,36	0,41	0,43	0,45	0,46
52	0,35	0,41	0,42	0,45	0,46
55	0,34	0,40	0,41	0,44	0,45
57	0,34	0,39	0,40	0,43	0,44
60	0,33	0,39	0,40	0,42	0,43
63	0,32	0,38	0,39	0,41	0,42
67	0,31	0,37	0,38	0,40	0,41
71	0,31	0,36	0,37	0,38	0,41
75	0,30	0,35	0,36	0,38	0,39
80	0,29	0,34	0,35	0,37	0,38
86	0,28	0,33	0,34	0,36	0,37
93	0,28	0,32	0,33	0,35	0,36
100	0,27	0,31	0,32	0,34	0,35
109	0,26	0,30	0,31	0,33	0,33
120	0,25	0,28	0,29	0,31	0,32
133	0,24	0,27	0,28	0,29	0,30
150	0,23	0,25	0,26	0,28	0,28
172	0,22	0,23	0,24	0,26	0,26

Tabuľka 3

Regresné rovnice pre počítanie normálnych hodnôt intervalu QT podľa pohlavia a veku detí 5–16 rokov (n = 373) v milisekundách (upravené 7)

Skupiny detí	Pohlavie	Predikčná rovnica	Počet
Všetky deti	spolu	$QT = 0,191 \times RRI + 212,36$	n = 373
Všetci chlapci	spolu	$QT = 0,183 \times RRI + 219,46$	n = 188
Všetky dievčatá	spolu	$QT = 0,198 \times RRI + 205,92$	n = 185
Vek 5–8 rokov	chlapci dievčatá	$QT = 0,194 \times RRI + 194,78$ $QT = 0,201 \times RRI + 191,20$	n = 40 n = 55
Vek 9–12 rokov	chlapci dievčatá	$QT = 0,149 \times RRI + 242,42$ $QT = 0,207 \times RRI + 201,50$	n = 71 n = 79
Vek 13–16 rokov	chlapci dievčatá	$QT = 0,162 \times RRI + 243,54$ $QT = 0,135 \times RRI + 258,74$	n = 77 n = 51

RRI – interval RR

Tabuľka 4

Normálne hodnoty intervalu QT (priemer = 50. percentil) a horná hranica normy (95. percentil) u chlapcov (n = 188) v milisekundách (upravené 7)

Chlapci		Vek 5–8 rokov		Vek 9–12 rokov		Vek 13–16 rokov	
RR (ms)	HR (/min)	QTp50	QTp95	QTp50	QTp95	QTp50	QTp95
1200	50	427	477	422	461	421	454
1090	55	406	451	405	442	406	438
1000	60	388	430	392	427	394	424
925	65	374	414	380	415	384	414
855	70	360	398	370	404	374	404
800	75	350	387	362	395	367	396
750	80	340	377	354	388	360	389
705	85	331	368	348	381	354	383
665	90	324	360	342	375	349	378
630	95	317	353	336	370	344	373
600	100	311	348	332	366	340	370
570	105	305	342	327	361	336	366
545	110	300	338	324	358	332	363
520	115	295	333	320	354	329	360
500	120	292	330	317	352	326	357
480	125	288	327	314	349	324	355
460	130	284	323	311	346	321	352
445	135	281	321	309	344	319	350
430	140	278	318	307	342	317	349
415	145	275	316	304	340	315	347
400	150	272	313	302	338	313	345

HR – srdcová frekvencia, QTp50 – 50. percentil QT, QTp95 – 95. percentil QT

Tabuľka 5

Normálne hodnoty intervalu QT (priemer = 50. percentil) a horná hranica normy (95. percentil) u dievčat (n = 185) v milisekundách (upravené 7)

Dievčatá		Vek 5–8 rokov		Vek 9–12 rokov		Vek 13–16 rokov	
RR (ms)	HR (/min)	QTp50	QTp95	QTp50	QTp95	QTp50	QTp95
1200	50	433	499	450	489	438	469
1090	55	411	469	428	464	420	450
1000	60	393	444	409	443	405	435
925	65	378	425	393	427	393	423
855	70	363	407	379	412	382	411
800	75	352	394	367	400	373	403
750	80	342	382	357	389	365	395
705	85	333	372	348	380	358	387
665	90	325	364	339	372	351	381
630	95	318	357	332	365	345	375
600	100	312	351	326	358	341	371
570	105	306	346	320	352	336	366
545	110	301	341	315	347	332	362
520	115	296	337	309	342	328	358
500	120	292	333	305	338	324	355
480	125	288	330	301	334	321	352
460	130	284	327	297	330	318	349
445	135	281	325	294	328	315	346
430	140	278	322	291	325	313	344
415	145	275	320	288	322	311	342
400	150	272	318	284	319	308	340

HR – srdcová frekvencia, QTp50 – 50. percentil QT, QTp95 95. percentil QT.

3. ZÁVERY

Interval QT je čas od začiatku komorovej depolarizácie po koniec komorovej repolarizácie iba v osi určitého zvodu, kde ho meriame. Z hocikakého dôvodu analyzujeme interval QT, stále musíme mať na pamäti, že jestvuje množstvo faktorov, ktoré ho ovplyvňujú. QT pravdepodobne nie je funkciou RR (nie sú na sebe úplne závislé), grafy sú nelineárne a vzorce pre výpočet QT aj QTc sú dosť problematické. Vyššia závislosť (vyšší korelačný koeficient) QT na HR sa zistila iba pri spontánnej HR. Interval RR sa mení rýchlo od jedného srdcového cyklu k druhému, ale ustálenie trvania intervalu QT trvá niekoľko minút. Nelineárne vzorce potrebujú pre určenie krivky aspoň 3 hodnoty QT pre 3 rôzne HR.

Zmena závislosti trvania QT na srdcovej frekvencii znamená zmenu tónusu autonómneho nervstva (23). Relatívnu nezávislosť QT a RR (resp. HR) popísali viacerí autori (2, 5, 12, 14). Každá rovnica platí iba za určitých podmienok a v určitom rozsahu HR. Zmena spôsobu vyjadrenia QT alebo regresná rovnica menia štatistickú významnosť rozdielov (13).

Mnohí hlavne starší autori nemali homogénne súbory, k zdravým ľuďom priradili aj pacientov bez srdcových ochorení a rôzneho veku, u ktorých nemožno vylúčiť pôsobenie ďalších faktorov vyvolávajúcich zmeny trvania intervalu QT. Preto je užitočné, keď použijeme pre vyjadrenie výsledkov aj nekorigovaný (nameraný) interval QT a konkrétnu srdcovú frekvenciu (1, 13).

Trvanie QT sa mení už za fyziologických podmienok – počas telesnej námahy, spánku, rôznych zmien HR atď. Mnohé kardiovaskulárne, mozgové aj iné ochorenia predlžujú interval QT. Vzťah intervalov QT a RR je hlavne u zdravých ľudí značne individuálny a špecifický pre každého človeka (18). Preto by sa v korektne robených prácach s korigovaným intervalom QTc mal najprv stanoviť vzťah QT-RR u každého človeka zvlášť a až potom počítať korigovaný interval QT (3).

Literatúra

1. AHNVE, S. Correction of the QT interval for heart rate: Review of different formulas and the use of Bazett's formula in myocardial infarction. *Am. Heart J.*, 1985, vol. 109, no. 3, part 1, p. 568–574.
2. AHNVE, S. – VALLIN, H. Influence of heart rate and inhibition of autonomic tone on the QT interval. *Circulation*, 1982, vol. 65, no. 3, p. 435–439.
3. BATCHVAROV, V. – MALIK, M. Individual patterns of QT/RR relationship. *Card. Electrophysiol. Rev.*, 2002, vol. 6, no. 3, p. 282–288.
4. COWAN, JC., et al. Importance of lead selection in QT interval measurement. *Am. J. Cardiol.*, 1988, vol. 61, no. 1, p. 83–87.
5. DAVIDOWSKI, TA. – WOLF, S. The QT interval during reflex cardiovascular adaptation. *Circulation*, 1984, vol. 69, no. 1, p. 22–25.
6. DOŠČICYN, VL. – SIGAL, JS. – SEDOV, VV. Udlinenije intervala Q-T EKG: Klassifikacija, kliničeskoje značenie. *Kardiologija*, 1981, vol. 21, no. 10, p. 22–28.
7. EBERLE, T., et al. Prediction of normal QT intervals in children. *J. Electrocardiol.*, 1998, vol. 31, Suppl., p. 121–125.
8. FEJFAR, Z., aj. *Náhla srdeční smrt*. Praha, Grada Publishing, 1998. 185 s.
9. FUNCK-BRENTANO, CH. – JAILLON, P. Rate-corrected QT interval: Techniques and limitations. *Am. J. Cardiol.*, 1993, vol. 72, no. 6, p. 17B–22B.
10. HAN, J. – GOEL, BS. Electrophysiologic precursors of ventricular tachyarrhythmias. *Arch. Intern. Med.*, 1972, vol. 129, no. 5, p. 749–755.
11. KAO, LW. – FURBEE, RB. Drug-induced q-T prolongation. *Med. Clin. North Am.*, 2005, vol. 89, no. 6, p. 1125–1144.
12. KUJANÍK, Š. QT/QTc pri zmenách pľúcnej ventilácie u zdravých ľudí. *Noninvas. Cardiol.*, 1994, roč. 3, č. 3, s. 149–152.
13. KUJANÍK, Š. – MIKULECKÝ, M. – VALACHOVÁ, A. Spôsob vyjadrenia intervalu QT mení štatistickú významnosť rozdielov. *Voj. zdrav. Listy*, 2004, roč. 73, č. 5/6, s. 161–165.
14. KUJANÍK, Š. Regresné rovnice pre interval QT a QTc elektrokardiogramu. *Vnitř. Lék.*, 2005, roč. 51, č. 11, s. 1277–1288.
15. LANDE, G., et al. Steady-state versus non-steady-state QT-RR relationships in 24-hour Holter recordings. *Pacing Clin. Electrophysiol.*, 2000, vol. 23, no. 3, p. 293–302.
16. LEPESCHKIN, E. – SURAWICZ, B. The measurement of the Q-T interval of the electrocardiogram. *Circulation*, 1952, vol. 6, p. 378–388.
17. LUND, K., et al. The Prognostic Accuracy of Different QT Interval Measures. *Ann. Noninvas. Cardiol.*, 2002, vol. 7, no. 1, p. 10–16.
18. MALIK, M., et al. Relation between QT and RR intervals is highly individual among health subjects: implications for heart rate correction of the QT interval. *Heart*, 2002, vol. 87, no. 3, p. 220–228.
19. MURAKAWA, Y., et al. Role of sympathovagal interaction in diurnal variation of QT interval. *Am. J. Cardiol.*, 1992, vol. 69, no. 4, p. 339–343.
20. MURRAY, A., et al. Errors in manual measurement of QT intervals. *Br. Heart J.*, 1994, vol. 71, no. 4, p. 386–390.
21. NAPOLITANO, C. – PRIORI, SG. – SCHWARTZ, PJ. Torsade de pointes. Mechanisms and management. *Drugs*, 1994, vol. 47, no. 1, p. 51–65.
22. RAUTAHARJU, PM. – ZHANG, ZM. Linearly scaled, rate-invariant normal limits for QT interval: Eight decades of incorrect application of power functions. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.*, 2002, vol. 13, no. 12, p. 1211–1218.
23. ROCHE, F., et al. Alteration of QT rate dependence reflects cardiac autonomic imbalance in patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Pacing Clin. Electrophysiol.*, 2003, vol. 26, no. 7, Part 1, p. 1446–1453.
24. SPODICK, DH. – BALL, HG. – PIGOTT, VM. Effects of recording speed on precision of time-based polycardiographic measurements. Optimal paper speeds for measuring points and intervals. *Brit. Heart J.*, 1978, vol. 40, no. 12, p. 1344–1348.
25. TOIVONEN, L. More light on QT interval measurement. *Heart*, 2002, vol. 87, no. 3, p. 193–194.

Korespondence: Prof. MUDr. Štefan Kujaník, CSc.
Ústav fyziológie
Lekárska fakulta UPJŠ
Trieda SNP 1
040 66 Košice
Slovenská republika
e-mail: kujanik@lf.upjs.sk

Do redakcie došlo 14. 12. 2006