

# Zmiany czasu trwania okresu repolaryzacji komór serca (odstępu QT-c) podczas znieczulenia ogólnego

Wojciech Płazak, Marcin Tarczoń, Alicja Macheta,  
Tomasz Muszyński, Henryk Podziorny, Janusz Andres

Katedra Anestezjologii i Intensywnej Terapii  
Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

## Changes of the repolarisation period of heart ventricles (QT-c interval) during general anaesthesia

**The aim of the study:** *To examine changes in the repolarisation period of the heart ventricles during general anaesthesia in patients with and without pathological disorders in the cardiovascular system.*

**Material and methods:** *Of 35 patients examined, who underwent surgical operations on the facial cranium due to neoplastic changes or trauma, 20 had no pathological disorders in the cardiovascular system and 15 had coronary artery disease or hypertension.*

**Results and conclusions:** *Prolongation of the QT-c time was observed during general anaesthesia in patients without cardiovascular disturbances. In contrast to that, patients with a history of cardiovascular disease did not show any changes in QT-c time during general anaesthesia. In patients without cardiovascular disturbances prolongation of the QT-c period was observed during premedication, induction of general anaesthesia, orotracheal intubation and deduction of anaesthesia. (Folia Cardiol. 2000; 1: 31–36)*

## QT-c period, repolarisation period, general anaesthesia

### Wstęp

Czas trwania okresu repolaryzacji komór serca (odstępu QT-c) w EKG uwarunkowany jest wieloma czynnikami, między innymi aktywnością układu autonomicznego oraz stężeniem elektrolitów we krwi. Wydłużenie odstępu QT-c może prowadzić do powstania komorowych zaburzeń rytmu serca typu *torsade de pointes* [1–3], jest także niezależnym czynnikiem ryzyka wystąpienia nagłego zgonu [4–8].

Opisywane w literaturze wydłużenie czasu trwania odstępu QT-c podczas znieczulenia ogólnego u pacjentów bez zaburzeń sercowo-naczyniowych [9–11] skłoniło nas do obserwacji czasu trwania tego odstępu podczas znieczulenia ogólnego u chorych bez zmian patologicznych w układzie krążenia, w porównaniu do grupy chorych obciążonych kardiologicznie.

Celem pracy była analiza czasu trwania odstępu QT-c w poszczególnych okresach znieczulenia ogólnego u pacjentów bez zmian patologicznych w układzie krążenia oraz u pacjentów obciążonych kardiologicznie.

### Materiał i metody

Badaniem objęto 35 chorych poddanych zabiegom operacyjnym na twarzoczaszce z powodu zmian

---

Adres do korespondencji: Lek. med. Wojciech Płazak  
Katedra Anestezjologii i Intensywnej Terapii CMUJ  
ul. Kopernika 17, 31–501 Kraków  
Nadesłano: 10.08.1997 r. Przyjęto: 17.01.2000 r.

nowotworowych lub urazów, przeprowadzonym w Klinice Chirurgii Szczerkowo-Twarzowej CMUJ w Krakowie. U 20 pacjentów (16 mężczyzn i 4 kobiety w wieku 43–71 lat, średnio 54,2) nie wykazano zmian patologicznych w układzie krążenia (brak chorób układu sercowo-naczyniowego w wywiadzie, ciśnienie krwi < 140/90 mm Hg, prawidłowy zapis EKG). W grupie 15 chorych (12 mężczyzn i 3 kobiety w wieku 38–75 lat, średnio 57,5) stwierdzono chorobę niedokrwienną serca (8 chorych, w tym jeden chory 2 lata i jeden chory 3 lata po zawale serca) i nadciśnienie tętnicze (7 chorych). Jedynie 6 chorych leczono w poradni kardiologicznej — przyjmowali oni diuretyki (2 chorych), nitraty (2 chorych), blokery enzymu konwertującego angiotensynę (3 chorych), blokery receptorów  $\beta$ -adrenergicznych (2 chorych) oraz antagonistów wapnia (1 chory). W grupie chorych leczonych kardiologicznie czas trwania odstępu QT-c przed zabiegiem nie różnił się znacząco od czasu trwania QT-c u chorych nieleczonych. Różnica wieku pomiędzy badanymi grupami pacjentów nie była statystycznie.

W tabeli 1 zestawiono okresy znieczulenia ogólnego, podczas których dokonywano rejestracji zmodyfikowanego odprowadzenia przedsercowego V2 EKG. Zapisy wykonano za pomocą aparatu firmy Criticare Systems Inc. (Pulse Oximeter 504US/504USP).

W grupie pacjentów bez obciążeń kardiologicznych u 10 osób wykonano zabieg intubacji ustno-tchawiczej, a u pozostałych 10 — nosowo-tchawi-

czej. Wśród chorych obciążonych kardiologicznie wykonano 12 intubacji ustno-tchawiczych i 3 nosowo-tchawicze.

W czasie znieczulenia podtrzymującego podawano mieszaninę podtlenu azotu (4 l/min) i tlenu (2 l/min), fentanyl (0,1 mg co 30 min) oraz pankuronium (1 mg co 30–40 min). Czas trwania zabiegów wynosił średnio 2 h. Zapis EKG wykonywano wyjściowo dla każdego z wymienionych okresów i co 1 min od kolejnego zapisu wyjściowego. Każdy zapisany fragment obejmował około 4–5 ewolucji serca, dokonywano w nim odczytu czasu trwania 3 odstępów RR oraz 3 odstępów QT, z dokładnością  $\pm 2$  ms. Odstęp QT mierzone od początku załamka Q do punktu przecięcia stycznej do ramienia zstępującego załamka T z linią izoelektryczną. Następnie obliczano średni czas trwania odstępów RR oraz QT dla danego fragmentu w celu zminimalizowania błędów odczytu z EKG. Posługując się wzorem Bazetta, obliczono wartości skorygowanego czasu trwania odstępu QT-c, aby uniezależnić jego długość od częstości rytmu serca. Czas trwania odstępów RR w badaniach autorów pozwala na obliczenie długości odstępu QT-c za pomocą tego wzoru bez znaczących deformacji. Posługując się testem Studenta dla zmiennych zależnych, zbadano poziom różnic pomiędzy wartościami QT-c dla każdej badanej minuty, względem zapisu wyjściowego dla odpowiedniego okresu.

Tabela 1

Okresy znieczulenia ogólnego, podczas których dokonywano zapisów EKG, oraz leki stosowane w tych okresach

Badany okres	Stosowane leki
Przed premedykacją	
20 min po premedykacji	premedykacja: petydyna 75–100 mg prometazyna 25–50 mg
Preoksygenacja	100-procentowy tlen
Wprowadzenie do znieczulenia	atropina 0,5 mg fentanyl 0,1 mg pankuronium 1 mg (do prekuraryzacji)
	tiopental 5 mg/kg suksametonium 1 mg/kg
Intubacja dotchawicza przez usta lub przez nos	
Po zaintubowaniu	fentanyl 0,2 mg pankuronium 4–5 mg
Wyprowadzenie ze znieczulenia	atropina 0,5 mg neostygmina 12 mg nalokson 0,1–0,2 mg
Rozintubowanie	

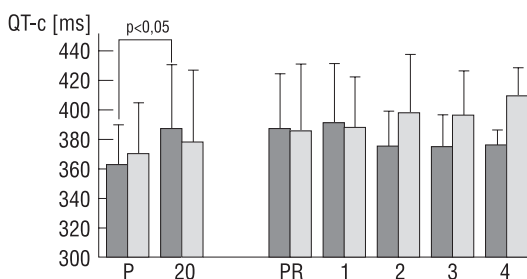
## Wyniki

Zmiany czasu trwania odstępu QT-c w poszczególnych okresach znieczulenia ogólnego w badanych grupach chorych przedstawiono na rycinach 1–5.

Do znamiennego statystycznie ( $p < 0,05$ ) wydłużenia odstępu QT-c doszło u pacjentów bez zmian patologicznych w układzie krążenia. Premedykacja powodowała w tej grupie wydłużenie odstępu QT-c średnio o 26 ms — zaobserwowano je u 79% pacjentów. W 2. minucie po podaniu atropiny, fentanylu i pankuronium do prekuraryzacji wzrost czasu trwania odstępu QT-c wystąpił u 82% badanych (wydłużenie średnio o 11 ms). U wszystkich pacjentów bez obciążeń kardiologicznych intubacja dotchawicza przez usta spowodowała w 3. minucie od rozpoczęcia zabiegu wydłużenie odstępu QT-c średnio o 19 ms. W pierwszej minucie po podaniu atropiny, prostygminy i naloksonu odstęp QT-c uległ wydłużeniu średnio o 17 ms, co zaobserwowano u 78% pacjentów.

U pacjentów bez obciążeń kardiologicznych znamienne statystycznie skrócenie czasu trwania odstępu QT-c po podaniu fentanylu z pankuronium po intubacji zaobserwowano w 3. (średnio o 15 ms, u 80% badanych) i 5. (średnio o 20 ms, u 64% badanych) minucie po przyjęciu tych leków.

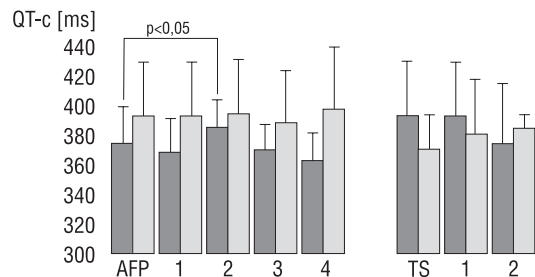
Na czas trwania odstępu QT-c wpływu nie wywierały: preoxygenacja, podanie tiopentalu i suksametonium, intubacja nosowo-tchawicza oraz roz-intubowanie chorych.



**Ryc. 1.** Wpływ premedykacji (P) oraz preoxygenacji (PR) na czas trwania odstępu QT-c. Cyfry oznaczają czas w minutach od podania premedykacji oraz od początku preoxygenacji. Słupki ciemne — pacjenci bez obciążeń kardiologicznych. Słupki jasne — chorzy obciążeni kardiologicznie.

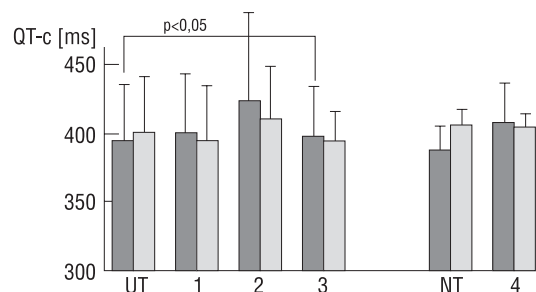
**Fig. 1.** Influence of premedication (P) and preoxygenation (PR) on QTc period. Numerals — time in minutes from premedication drugs administration and from preoxygenation beginning. Dark columns — patients without cardiovascular disturbances. Light columns — patients with heart disease.

W przeciwieństwie do pacjentów bez obciążeń kardiologicznych, u chorych z zaburzeniami w układzie sercowo-naczyniowym nie stwierdzono znamienych statystycznie zmian czasu trwania odstępu QT-c w żadnym z badanych okresów znieczulenia ogólnego.



**Ryc. 2.** Wpływ dożylnego podania atropiny, fentanylu i pankuronium (AFP) oraz tiopentalu i suksametonium (TS) na czas trwania odstępu QT-c. Cyfry oznaczają czas w minutach od podania leków. Słupki ciemne — pacjenci bez obciążeń kardiologicznych. Słupki jasne — chorzy obciążeni kardiologicznie.

**Fig. 2.** Influence of i.v. administration of atropine, fentanyl and pancuronium (AFP) and tiopental with suksamethonium (TS) on QTc period. Numerals — time in minutes from drugs administration. Dark columns — patients without cardiovascular disturbances. Light columns — patients with heart disease.



**Ryc. 3.** Wpływ intubacji ustno-tchawiczej (UT) oraz nosowo-tchawiczej (NT) na czas trwania odstępu QT-c. Cyfry oznaczają czas w minutach od początku zabiegu intubowania. Słupki ciemne — pacjenci bez obciążeń kardiologicznych. Słupki jasne — chorzy obciążeni kardiologicznie.

**Fig. 3.** Influence of orotracheal (UT) and nasotracheal (NT) intubation on QTc period. Numerals — time in minutes from intubation beginning. Dark columns — patients without cardiovascular disturbances. Light columns — patients with heart disease.

## Dyskusja

Jak wynika z przedstawionych danych, do istotnych statystycznie zmian czasu trwania odstępu QT-c podczas znieczulenia ogólnego dochodzi jedynie u pacjentów bez zmian chorobowych w układzie krążenia.

Wydłużenie odstępu QT-c po premedykacji może być związane z właściwościami cholinolitycznymi peptydyny i prometazyny. Jak wykazano w literaturze, atropina, blokując układ cholinergiczny, może powodować wzrost czasu trwania odstępu QT-c [12]. Zaobserwowane w badaniach autorów wydłużenie odstępu QT-c po podaniu atropiny, fentanylu i pankuronium do prekuraryzacji jest efektem tego samego mechanizmu działania.

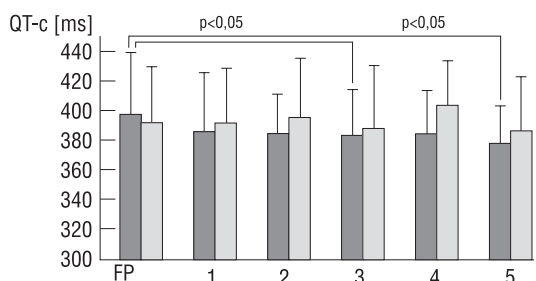
W trakcie intubacji dochodzi do pobudzenia układu adrenergicznego, a także do podrażnienia gałązek nerwu błędnego, a więc do stymulacji cholinergicznej. Wzrost czasu trwania odstępu QT-c w czasie intubacji przez usta w badaniach autorów może świadczyć o przewodze stymulacji adrenergicznej, w literaturze jednak opisano zarówno wydłużenie [10], jak i skrócenie [11] okresu repolaryzacji na skutek intubacji dotchawiczej. Mniejszy wpływ intubacji nosowo-tchawiczej na czas trwania odstępu QT-c u badanych chorych może być związany z trzema czynnikami: chorym przed intubacją przez nos podawano tlen dłużej niż chorym intubowanym przez usta, intubację przez nos wykonywał zawsze bardziej doświadczony anestezjolog, a pobu-

dzenie układu adrenergicznego w trakcie intubacji przez nos było zrównoważone przez pobudzenie gałązek nerwu błędnego tylnej ściany gardła (równowaga układu autonomicznego została więc zachowana).

Wzrost czasu trwania okresu repolaryzacji komór w okresie wyprowadzania ze znieczulenia mógł być wywołany działaniem atropiny [12] i prostygminy [13].

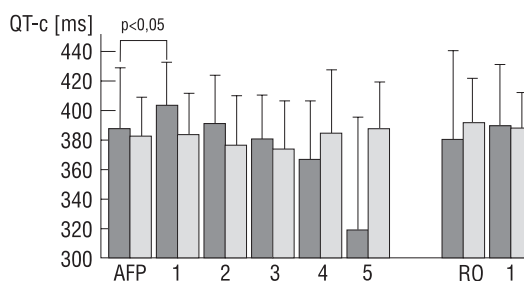
Zaobserwowane przez autorów skrócenie odstępu QT-c po podaniu fentanylu z pankuronium po okresie intubacji związane jest prawdopodobnie z obniżeniem wartości QT-c (która wzrosła w czasie intubacji) do poziomu poprzedzającego zabieg. Wśród 80% pacjentów, u których zaobserwowano skrócenie odstępu QT-c w 3. minucie po intubacji, czas trwania tego odstępu bezpośrednio po intubacji był większy (412 ms) niż u chorych, u których nie zaobserwowano skrócenia odstępu QT-c (343 ms). Analogiczne wyniki otrzymano w 5. minucie po intubacji — skrócenie odstępu QT-c nastąpiło u chorych, u których odstęp ten wydłużył się w czasie intubacji (średnio do 398 ms). U pacjentów reagujących na intubację mniejszym wydłużeniem odstępu QT-c (383 ms po jej wykonaniu) okres repolaryzacji nie uległ skróceniu. Wyjaśnienie osobniczej zmienności czasu trwania odstępu QT-c podczas intubacji wymaga dalszych badań.

Interesującą obserwacją jest brak wpływu znieczulenia ogólnego na czas trwania okresu repolaryzacji komór serca u chorych z zaburzeniami serco-



**Ryc. 4.** Zmiany czasu trwania odstępu QT-c po podaniu fentanylu i pankuronium (FP) po intubacji. Cyfry oznaczają czas w minutach od podania leków. Słupki ciemne — pacjenci bez obciążeń kardiologicznych. Słupki jasne — chorzy obciążeni kardiologicznie.

**Fig. 4.** Changes of QTc time after fentanyl and pancuronium (FP) administration after intubation. Numerals — time in minutes from drugs administration. Dark columns — patients without cardiovascular disturbances. Light columns — patients with heart disease.



**Ryc. 5.** Wpływ okresu wybudzania (WYB) oraz rozintubowania (RO) na czas trwania odstępu QT-c. Cyfry oznaczają czas w minutach od początku okresu wybudzania oraz od momentu rozintubowania. Słupki ciemne — pacjenci bez obciążeń kardiologicznych. Słupki jasne — chorzy obciążeni kardiologicznie.

**Fig. 5.** Influence of deduction of anaesthesia (WYB) and extubation (RO) on QTc period. Numerals — time in minutes from anaesthesia deduction beginning and from extubation. Dark columns — patients without cardiovascular disturbances. Light columns — patients with heart disease.

wo-naczyniowymi. Efekt ten może być uwarunkowany dysfunkcją regulacji autonomicznej serca w tej grupie chorych. Odmienne wyniki otrzymali Lischke i wsp. [11], którzy poddali obserwacji grupę pacjentów z chorobą niedokrwienną serca podczas zabiegu wszczepiania pomostów aortalno-wieńcowych. Opisałi oni wydłużenie odstępu QT-c po podaniu fentanylu z wekuronium oraz jego skrócenie w czasie intubacji dotchawiczej. Przyczyną zróżnicowanego zachowania się odstępu QT-c w tych badaniach może być specyfika monitorowanej grupy (w badaniach Lischke i wsp. 10% chorych z wyjściowym QT-c > 440 ms, a więc powyżej normy), a także zrezygnowanie z podawania atropiny w okresie wprowadzania do znieczulenia.

## Wnioski

1. Wydłużenie odstępu QT-c podczas znieczulenia ogólnego zaobserwowano u pacjentów bez zmian patologicznych w układzie krążenia, natomiast u pacjentów obciążonych kardiologicznie znieczulenie ogólne nie wpływało na czas trwania tego odstępu.
2. U pacjentów bez obciążeń kardiologicznych wydłużenie odstępu QT-c podczas znieczulenia ogólnego wystąpiło w okresie premedykacji, indukcji znieczulenia, intubacji dotchawiczej przez usta oraz wyprowadzania ze znieczulenia.

## Streszczenie

### Odstęp QT-c podczas znieczulenia ogólnego

**Cel pracy:** Zbadanie czasu trwania odstępu QT-c w poszczególnych okresach znieczulenia ogólnego u pacjentów bez zmian patologicznych w układzie krążenia oraz u pacjentów obciążonych kardiologicznie.

**Materiał:** Zabiegom operacyjnym na twarzoczaszce poddano 35 chorych z powodu zmian nowotworowych lub urazów. U 20 chorych nie wykazano zmian patologicznych w układzie krążenia. W grupie 15 chorych stwierdzono chorobę niedokrwienną serca lub nadciśnienie tętnicze.

**Wyniki i wnioski:** Wydłużenie odstępu QT-c podczas znieczulenia ogólnego zaobserwowano jedynie u pacjentów bez zmian patologicznych w układzie krążenia, natomiast u pacjentów obciążonych kardiologicznie znieczulenie ogólne nie wpływało na czas trwania tego odstępu. U pacjentów bez obciążeń kardiologicznych wydłużenie odstępu QT-c podczas znieczulenia ogólnego wystąpiło w okresie premedykacji, indukcji znieczulenia, intubacji dotchawiczej przez usta oraz wyprowadzania ze znieczulenia. (Folia Cardiol. 2000; 1: 31–36)

### odstęp QT-c, okres repolaryzacji, znieczulenie ogólne

## Piśmiennictwo

1. Dąbrowska B. O zagadkach i zagrożeniach okresu repolaryzacji komór. *Kardiolog. Pol.* 1993; 39: 289–295.
2. Dessertenne F. La tachycardie ventriculaire a deux foyers opposes variables. *Arch. des Mal. Coeur Vaisseaux* 1966; 59: 263–268.
3. Jervell A., Lange-Nielsen F. Congenital deaf mutism, functional heart disease with prolongation of the QT interval, and sudden death. *Am. Heart J.* 1957; 54: 59–63.
4. Algra A., Tijssen J.G.P., Roelandt J.R.T.C. QT-c prolongation measured by standard 12-lead electrocardiography is an independent risk factor for sudden death due to cardiac arrest. *Circulation* 1991; 83: 1888–1894.
5. Schouten E.G., Dekker J.M., Meppelink P. QT interval prolongation predicts cardiovascular mortality in an apparently healthy population. *Circulation* 1991; 84: 1516–1525.
6. Boudoulas H., Sohn Y.H., O'Neill W. The QT-QS2 syndrome: a new mortality risk indicator in coronary artery disease. *Am. J. Cardiol.* 1982; 50: 1229–1235.

7. Pietrzyk E., Sadowski Z., Szwed H. Wartość prognostyczna wskaźnika QT-QS2 w ocenie występowania nagłych zgonów w chorobie wieńcowej. *Kardiol. Pol.* 1990; 33: 240–249.
8. Gill J.S., Baszko A., Xia R., Ward D.E., Camm A.J. Dynamics of the QT interval in patients with exercise-induced ventricular tachycardia in normal and abnormal hearts. *Am. Heart J.* 1993; 126: 1357–1363.
9. Saarnivaara L., Hiller A., Oikkonen M. QT interval, heart rate and arterial pressures using propofol, thiopentone or methohexitone for induction of anesthesia in children. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 1993; 37: 419–423.
10. Lindgren L., Yli Hankala A., Randell T., Kirvela M., Scheinin M., Neuvonen P.J. Haemodynamic and catecholamine responses to induction of anaesthesia and tracheal intubation: comparison between propofol and thiopentone. *Br. J. Anaesth.* 1993; 70: 306–310.
11. Lischke V., Wilke H.J., Probst S., Behne M., Kessler P. Prolongation of the QT interval during induction of anesthesia in patients with coronary artery disease. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 1994; 38: 144–148.
12. Galatius J.S., Clemmensen P.M., Pietersen A.H., Nielsen H.V. Diagnostik af langt QT-syndrom med ventrikulaer takykardi ved hjælp af atropininjektion. *Ugeskr. Laeger* 1994; 156: 657–658.
13. Cavaliere F., Martinelli L., Rossi M., Zamparelli R., Gennari A., Schiavello R. Efficacia della neostigmina a basse dosi nel trattamento della tachicardia sinusale negli interventi di bypass aortocoronarico. *Minerva Anesthesiol.* 1993; 59: 361–365.