

## Trudności interpretacyjne związane z EKG u chorych dializowanych z cukrzycą i bez cukrzycy

**Diagnostics of coronary artery disease is extremely difficult in dialysis patients. Electrocardiography (ECG) is a basic method used to select candidates for invasive diagnostics. Value of ECG is limited because of relatively low sensitivity and specificity. We found a high percentage of pathological changes such as left ventricular hypertrophy and ST-T interval pathologies. After comparing all analyzed features on ECG between diabetic and non-diabetic patients we did not reveal any significant differences.**

(NEFROL. DIAL. POL. 2011, 15, 216-219)

## Difficulties with interpretation of ECG in dialysis patients with and without diabetes

**Diagnostyka choroby wieńcowej u chorych dializowanych jest niezwykle trudna. Elektrokardiografia (EKG) jest podstawową metodą służącą do wyłonienia kandydatów do leczenia inwazyjnego choroby wieńcowej. Czulość i specyficzność badania EKG u chorych dializowanych jest ograniczona. W populacji badanej stwierdziliśmy wysoki odsetek zmian patologicznych w EKG, takich jak przerost lewej komory oraz zmiany odstępu ST-T. Po porównaniu wszystkich cech nie znaleziono istotnych różnic między grupą chorych dializowanych z cukrzycą i bez cukrzycy.**

(NEPHROL. DIAL. POL. 2011, 15, 216-219)

### Wstęp

Przewlekła choroba nerek (PChN) jest wieloprzyczynowym zespołem chorobowym, o niekorzystnym rokowaniu. Obserwuje się stały wzrost liczby chorych poddawanych leczeniu nerkozastępczemu. Według danych opublikowanych w roku 2009 liczba ta wzrastała w Polsce z 8424 pacjentów w roku 2000 przez 11440 w 2003r. do 14645 w roku 2007 [16]. Najczęstszą przyczynę PChN stanowiła cukrzyca a odsetek chorych dializowanych z nefropatią cukrzycową wynosił 22,1% w 2007r. [16].

W tej stale zwiększającej się populacji chorych główną przyczyną zgonów są choroby układu sercowo-naczyniowego [17], przy czym cukrzyca jest czynnikiem istotnie podnoszącym śmiertelność [11]. U podłoża tego zjawiska leży przyspieszony rozwój miażdżycy [13] związany również ze współistnieniem cukrzycy, otyłości, nadciśnienia tętniczego oraz zaburzeń lipidowych. Z danych epidemiologicznych wynika, że 65-letni dializowany mężczyzna ma mniejsze szanse na przeżycie 5 lat niż pacjent z rozpoznaniem rakiem okrężnicy lub gruczolu krokowego [6].

Gorsze rokowanie u pacjentów dializowanych związane jest nie tylko z występowaniem choroby wieńcowej, ale przede wszystkim z trudnością w jej rozpoznaniu. Problemy diagnostyczne wynikają z nietypowych objawów klinicznych, stale podwyższonego, u znacznej części dializowanych, poziomu markerów martwicy mięśnia sercowego oraz trudnych do interpretacji zapi-

sów EKG [24]. Występujące w populacji ogólnej typowe zmiany elektrokardiograficzne w ostrym zespole wieńcowym w populacji pacjentów ze schyłkową niewydolnością nerek spotykane są znacznie rzadziej. U tych chorych zmiany odstępu ST-T, szczególnie obniżenie odcinka ST oraz patologiczne załamki Q, mogą występować bez niedokrwienia [30]. Natomiast u pacjentów z hiperkaliemią może być obecne uniesienie odcinka ST sugerujące zawał mięśnia sercowego. Obserwowane zmiany ustępują jednak po dializie [3]. Ponadto wyjściowe patologie w EKG, m.in. przerost lewej komory, mogą maskować zmiany niedokrwienne [22]. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na zmiany zapisu EKG jest cukrzyca. U znacznej części pacjentów EKG jest nieprawidłowe. Wiąże się to z częstszym występowaniem migotania przedsionków oraz przyśpieszonego rytmu serca u tych chorych z cukrzycą, co wynika z obecności neuropatii autonomicznej [2].

W związku z wysoką chorobowością i śmiertelnością u pacjentów z PChN [22, 28] prawidłowa interpretacja zapisu EKG pozostaje niezwykle ważna. Znajomość różnorodnych zmian elektrokardiograficznych występujących u dializowanych pozwala wyłonić pacjentów wymagających pogłębienia diagnostyki w kierunku chorób sercowo-naczyniowych. Diagnostykę elektrokardiograficzną należy zawsze wykonać przed podjęciem decyzji o zastosowaniu metod inwazyjnych, tzn. koronarografii [2].

Anna TOMASZUK-KAZBERUK<sup>1</sup>

Elżbieta MŁODAWSKA<sup>2</sup>

Paulina ŁOPATOWSKA<sup>2</sup>

Jolanta MAŁYSZKO<sup>3</sup>

Hanna BACHÓRZEWSKA-GAJEWSKA<sup>4</sup>

Marcin KOŻUCH<sup>4</sup>

Włodzimierz J. MUSIAŁ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klinika Kardiologii Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku  
Kierownik Prof. Włodzimierz J. Musiał

<sup>2</sup>Naukowe Koło Studenckie przy Klinice Kardiologii Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku

<sup>3</sup>Klinika Nefrologii Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku  
Kierownik Prof. Michał Myśliwiec

<sup>4</sup>Klinika Kardiologii Inwazyjnej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku  
Kierownik: Prof. Sławomir Dobrzycki

### Słowa kluczowe:

- dializoterapia
- schyłkowa niewydolność nerek
- elektrokardiografia

### Key words:

- dialysis
- end-stage renal disease
- electrocardiography

### Adres do korespondencji:

Anna Tomaszuk-Kazberuk,  
Klinika Kardiologii,  
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku,  
ul. M. Skłodowskiej-Curie 24A,  
15-276 Białystok, Polska,  
tel. + 48 85 7468 656, fax. + 48 85 7468 604,  
tel. kom: +48 600 044 992,  
e-mail: walkaz@poczta.fm

## Cel pracy

Celem pracy była analiza zapisu EKG chorych dializowanych hospitalizowanych w Klinice Kardiologii Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku w latach 2003-2010 oraz porównanie zapisów elektrokardiograficznych w grupie z cukrzycą i bez cukrzycy.

## Materiał i metodyka

W retrospektywnej analizie uwzględniono 69 chorych ze schyłkową niewydolnością nerek w programie przewlekłej dializoterapii. Wszyscy włączeni do badania zostali przyjęci do Kliniki Kardiologii Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku celem diagnostyki choroby wieńcowej. Dializa odbywała się w dniu poprzedzającym przyjęcie. Do zapisu EKG wykorzystywano 12-odprowadzeniowy zapis elektrokardiograficzny wykonany w pierwszym dniu hospitalizacji. Korzystano z aparatu elektrokardiograficznego firmy MAC 1600 GE (Medical Systems Information Technologies, Inc.).

Oceniano także cechy przerostu komór posługując się kryteriami opracowanymi przez Grupę Roboczą powołaną przez Zarząd Sekcji Elektrokardiologii Nieinwazyjnej i Telemedycyny Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego z 2010 r. [29]. Szybkość przesuwu papieru wynosiła 25 mm/s, a cecha 1 mV = 10 mm. Interpretacja EKG obejmowała określenie rytmu wodącego oraz jego zaburzeń uwzględniając migotanie przedsionków i rytm ze stymulatora. Tachykardię stwierdzano przy częstości rytmu serca powyżej 100/min., natomiast bradykardię poniżej 50/min. Następnie oceniano załamek P i czas trwania odstępu PQ, uznając za normę zakres 120-200 ms, czas trwania i morfologię zespołu QRS (norma 80-100 ms), odstęp QT oraz skorygowany odstęp QT (QTc). Do obliczenia QTc przy częstości rytmu serca 50-100/min stosowano formułę Bazetta  $QTc = QT$  (rzeczywisty) / czasu trwania RR (sek.), natomiast przy pozostałych wzór Hodgesa  $QTc = QT$  (msek.) - 1,75 x (częstość rytmu na minutę - 60). Wydłużone QTc stwierdzano przy wartościach wyższych lub równych 440 ms dla mężczyzn, 460 ms dla kobiet oraz 500 ms przy obecności bloku prawej (RBBB) lub lewej (LBBB) odnogi pęczka Hisa. Do rozpoznania bloków odnóg pęczka Hisa oraz przedniej (LAH) i tylnej (LPH) wiązki lewej odnogi pęczka Hisa stosowano kryteria Grupy Roboczej powołanej przez Zarząd Sekcji Elektrokardiologii Nieinwazyjnej i Telemedycyny Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego [29]. Poszukiwano cech zawału oraz zmian niedokrwiennych i przeciążeniowych. Uwzględniono kryteria ostrego zespołu wieńcowego wg ESC [26] i ACC [1]: uniesienie odcinka ST o 0,1mV w co najmniej dwóch przyległych odprowadzeniach, obniżenie odcinka ST o 0,05mV w co najmniej dwóch sąsiadujących odprowadzeniach, ujemny załamek T o głębokości co najmniej 0,1mV. Do rozpoznania przerostu lewej komory (LVH) konieczne było spełnienie jednego z następujących kryteriów:  $RI+SIII > 2,5mV$ ,  $RaVL > 1,1mV$ ,  $RaVF > 2,0mV$ ,  $SaVR > 1,4mV$ ,  $SV1+RV5/6 > 3,5mV$  (wskaznik Sokołowa),  $Rmax+Smax > 4,5mV$ ,  $RV5/6 > 2,6mV$ ,  $SV2+RV5/6 > 4,3mV$ ,  $RaVL+SV3 > 2,0mV$  (K),  $> 2,8mV$  (M) (wskaznik Cornell). Natomiast w przypadku występowania LBBB przerost

Tabela I

Porównanie wszystkich analizowanych parametrów elektrokardiograficznych w grupie z cukrzycą i bez cukrzycy.

Comparison of all analyzed electrocardiographic features in patients with and without diabetes.

	Cukrzyca, N=25	Bez cukrzycy, N=44	p
Płeć męska	72%	68%	0,744881
Wiek	63,1 (11,9)	60,7 (14,2)	0,471852
Rytm zatokowy	72%	82%	0,349210
Migotanie przedsionków	16%	11%	0,589045
Rytm ze stymulatora	8%	9%	0,879366
Bradykardia	8%	5%	0,561789
Tachykardia	12%	11%	0,937896
Oś pośrednia	92%	75%	0,084855
Lewogram patologiczny	8%	23%	0,124396
Prawogram patologiczny	0%	2%	0,455067
PQ skrócone	0%	0%	
PQ wydłużone	0%	2%	0,455067
blok p-k II st.	0%	0%	
blok p-k III st.	0%	0%	
QRS w normie	4%	2%	0,686345
QRS ? 120 ms	12%	16%	0,663138
LBBB	4%	5%	0,916497
LAH	0%	5%	0,286160
LPH	0%	0%	
RBBB	4%	5%	0,916497
uniesienie ST	20%	7%	0,103086
obniżenie ST	48%	34%	0,261677
ujemne T	60%	70%	0,383318
Wydłużone QT	41%	42%	0,584290
Wydłużone QTc	46%	48%	0,333250
$RI+SIII > 2,5mV$	8%	16%	0,355748
$RaVL > 1,1mV$	4%	14%	0,208198
$RaVF > 2,0mV$	0%	0%	
$SaVR > 1,4mV$	4%	0%	0,186643
$SV1+RV5/6 > 3,5mV$	12%	27%	0,143437
$Rmax+Smax > 4,5mV$	12%	25%	0,202359
$RV5/6 > 2,6mV$	12%	11%	0,937896
$SV2+RV5/6 > 4,3mV$	16%	20%	0,654972
$RaVL+SV3 > 2,0mV$	29%	50%	0,374792
$RaVL+SV3 > 2,8mV$	22%	30%	0,566918
$SV2+RV6 > 4,5mV$	0%	50%	0,666667
QRS > 160ms	0%	0%	
$SII+najw. QRS > 3,0mV$		100%	
$RaVL > 1,5mV$		0%	

LBBB - blok lewej odnogi pęczka Hisa, RBBB - blok prawej odnogi pęczka Hisa, LAH - blok przedniej wiązki lewej odnogi pęczka Hisa, LPH - blok tylnej wiązki lewej odnogi pęczka Hisa

lewej komory stwierdzano, gdy  $SV2+RV6 > 4,5mV$  oraz  $QRS > 160ms$ , a przy obecności LAH gdy  $SII +$  najwyższy  $QRS > 3,0mV$  oraz  $RaVL > 1,5mV$ . Do rozpoznania przerostu prawej komory (RVH):  $RaVR > 0,5mV$ ,  $RV1+SV5$  lub  $V6 > 1,05mV$  (wskaznik Sokołowa),  $RV1 > 0,7mV$ ,  $SV5/V6 > 0,7mV$ ,  $R/$

$SV5$  lub  $V6 < 1$ ,  $R/S V1 > 1$ . Przy współistnieniu RBBB stosowano kryterium  $RV1 > 1,5mV$ . Przerost lewego przedsionka stwierdzano gdy poszerzenie załamka P w odprowadzeniach kończynowych  $> 0,12sek.$ , faza ujemna załamka P w  $V1$  o szerokości  $> 0,04sek$  i głębokości  $> 0,1mV$ . Prze-

rost prawego przedsionka stwierdzano przy występowaniu wysokiego (gotyckiego) P w II, III, aVF > 0,25 mV, w odprowadzeniach przedsercowych > 0,15 mV [29].

#### Analiza statystyczna

Rozkład zmiennych oceniono testem *Kolmogorowa-Smirnowa*, by następnie w analizie porównawczej użyć testu *t-Studenta*, ANOVA lub testu *Manna-Whitneya* w zależności od rozkładu zmiennej. Korelacje między zmiennymi ciągłymi obliczono testem *Spearmana* lub *Pearsona*, uzależniając rodzaj użytego testu od typu rozkładu statystycznego. W analizie różnic międzygrupowych między zmiennymi dychotomicznymi użyto testu *Chi2*. Wyniki podano jako wartości średnie z odchyleniem standardowym bądź jako wartości procentowe wyrażające częstość względną. Współczynnik  $p < 0,05$  uznano za statystycznie istotny. W analizie statystycznej użyto programu *Statistica 9.0* (StatSoft, Inc., Tulsa, USA 2009).

#### Wyniki

W badanej 69 osobowej grupie pacjentów z PChN mężczyźni stanowili 70% (48 chorych), a kobiety 30% (21 chorych). Średni wiek wynosił  $61,6 \pm 13,4$  lat. Czas leczenia nerkozastępczego wynosił średnio 4 lata. Do najczęstszych współistniejących chorób należała cukrzyca (DM) występująca u 25 pacjentów (36%) oraz nadciśnienie tętnicze stanowiące 90% (62 chorych).

W zapisach EKG chorych dializowanych dominował rytm zatokowy. U 9 (13%) pacjentów stwierdziliśmy migotanie przedsionków, z czego 4 to pacjenci z cukrzycą. U 6 (9%) osób rytm pochodził ze stymulatora serca, w tym u 2 pacjentów z DM. Bradykardię obserwowaliśmy u 4 osób (6%), z czego 2 z DM, natomiast tachykardię u 8 osób (12%), 3 z DM. U żadnego z naszych pacjentów nie stwierdziliśmy zaburzeń przewodnictwa przedsionkowo-komorowego. Natomiast spośród zaburzeń przewodnictwa śródkomorowego rozpoznaliśmy blok lewej odnogi pęczka Hisa u 3 pacjentów (4%), 1 z DM, blok przedniej wiązki lewej odnogi pęczka Hisa u 2 (3%) oraz blok prawej odnogi pęczka Hisa u 3 (4%) pacjentów, 1 z DM. Spośród cech ostrego zespołu wieńcowego uniesienie odcinka ST występowało u 8 osób (12%), 5 z DM, obniżenie odcinka ST u 27 (39%), 12 z DM, natomiast ujemny załamek T u 46 (67%) osób, 15 z DM. W zakresie oceny okresu repolaryzacji wydłużenie odstępu QTc występowało u 46% pacjentów bez cukrzycy oraz 48% z DM. W grupie badanych przerost lewej komory (LVH) występował u 40 osób (58%), 14 z DM, przerost prawej komory (RVH) u 15 (22%), 6 z DM, natomiast przerost lewego przedsionka u 14 osób (20%), w tym u 7 pacjentów z DM. U żadnego z chorych nie stwierdziliśmy przerostu prawego przedsionka.

Porównano zapisy EKG pacjentów z i bez cukrzycy pod względem wszystkich analizowanych wyżej cech. Nie wykazano żadnych istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami. W tabeli I umieszczono porównanie zapisów EKG u pacjentów z oraz bez współistniejącej cukrzycy.

#### Dyskusja

Diagnostyka nieinwazyjna chorób sercowo-naczyniowych z wykorzystaniem m.in.

EKG jest trudna, co wynika z niskiej czułości i specyficzności tego badania [9]. Zapis EKG jest nietypowy, często zawierający wiele nieprawidłowości, które wynikają ze złożonej choroby. Ta różnorodność i niespecyficzność zapisu nastęrcza wiele problemów interpretacyjnych i utrudnia prawidłową diagnozę. Mimo istotności problemu nie ma jednoznacznych zaleceń ESC oraz ACC/AHA [1, 26] dotyczących chorych dializowanych. Również piśmiennictwo dotyczące zmian elektrokardiograficznych w tej stale zwiększającej się populacji chorych jest wciąż stosunkowo ubogie. Większość literatury pochodzi z lat 1960-90 i tylko bardzo nieliczne prace dotyczą chorych dializowanych z cukrzycą.

Według piśmiennictwa w przypadku pacjentów z cukrzycą wzrasta istotnie częstość występowania migotania przedsionków [2]. Jest to szczególnie ważne, gdyż u pacjentów hemodializowanych z cukrzycą typu 2 nieobecność rytmu zatokowego jest wskaźnikiem ryzyka udaru [9]. W badanej przez nas grupie pacjentów dializowanych najczęściej występował rytm zatokowy (78%). Również przeważał on w grupie ze współistniejącą cukrzycą (72%), gdzie migotanie przedsionków stanowiło 16%.

Dużą wagę w naszym badaniu przywiązywaliśmy do analizy zmian niedokrwiennych. Jedną z najczęstszych zmian obserwowanych w zapisie EKG w naszej grupie był ujemny załamek T, występował on u 67% chorych. Podobny odsetek wykazał Diskin i wsp. [4], jak i *Shapira* i wsp. [20]. Może być to związane zarówno z niedokrwieniem jak i z często występującymi u tych pacjentów zaburzeniami wodno-elektrolitowymi, głównie hiperkaliemią [14]. Wykazano, że nawet niewielkie zmiany amplitudy załamka T są związane z odległym gorszym rokowaniem sercowo-naczyniowym. Wraz ze spadkiem tej amplitudy o każdy milimetr wzrasta ryzyko zgonu o około 32% [5, 15].

Kolejnymi nieprawidłowościami obserwowanymi w spoczynkowym zapisie EKG są zmiany odcinka ST pod postacią niespecyficznych, poziomych, skośnych ku dołowi obniżenia ST. Pamiętajcie należy, że nie zawsze są one związane z niedokrwieniem i wymagają weryfikacji klinicznej. W badanej grupie chorych dializowanych obniżenie odcinka ST występowało u 39%, a wśród pacjentów z cukrzycą u 48%. Niestety wartością ewentualnej dalszej diagnostyki za pomocą badania wysiłkowego EKG u tych pacjentów jest ograniczona [2]. Wynika to z braku możliwości uzyskania odpowiedniego obciążenia oraz limitu tętna, co jest związane z ogólnym osłabieniem, szybkim męczeniu się, małą mobilnością oraz zaawansowanym wiekiem [23]. Próba wysiłkowa jest u blisko połowy chorych dializowanych niediagnostyczna [8, 23]. Prawidłowa ocena zmian odcinka ST u dializowanych pozostaje trudna. Z drugiej jednak strony doniesienia niektórych autorów sugerują, iż obserwowane zmiany odcinka ST nie muszą być związane z przewlekłą dializoterapią [7]. Wykazali oni, że częstość występowania obniżenia odcinka ST w grupie chorych dializowanych i niedializowanych przyjętych do diagnostyki choroby wieńcowej była porównywalna (27,7% vs 28,9%) [7].

W zakresie oceny okresu repolaryzacji

istotnie prognostycznie jest występowanie wydłużenia odstępu QTc [2]. Wiąże się ono ze zwiększonym ryzykiem komorowych zaburzeń rytmu i nagłego zgonu sercowego, szczególnie u pacjentów z cukrzycą, u których występuje neuropatia autonomiczna [27]. Wg bazy danych United States Renal Data System (USRDS) odsetek nagłej śmierci sercowej sięga 26% zgonów z wszystkich przyczyn lub 63% zgonów sercowych [25].

Dostępnych jest wiele publikacji dotyczących wpływu dializy na długość odstępu QTc. *Malhis M.* i wsp. [12] objęli analizą 85 chorych będących w programie przewlekłej dializoterapii i wykazali, iż odstęp QTc jest istotnie wydłużony u pacjentów hemodializowanych. Podobnie Selby i wsp. wykazali [18] istotny statystycznie związek dializ z wydłużeniem odstępu QTc. Wśród analizowanych przez nas pacjentów wydłużone QTc stwierdzono w 69% przypadków, co jest zgodne z doniesieniami wyżej wymienionych autorów. Natomiast *Severi* i wsp. [19] w swojej pracy nie wykazali wydłużonego odstępu QTc u pacjentów ze skrajną niewydolnością nerek, a nawet istotne skrócenie bezpośrednio po dializie. Wydłużenie odstępu QTc w naszej grupie występowało niemal w identycznym stopniu zarówno u cukrzyków jak i chorych bez DM, tzn. u 46% pacjentów bez cukrzycy oraz 48% z DM.

Kolejnym ważnym parametrem ocenianym w zapisie EKG w grupie dializowanych pacjentów jest występowanie cech przerostu lewej komory. W grupie badanych LVH występował u 58% chorych. U pacjentów z cukrzycą LVH występował u 56%. W piśmiennictwie znajdujemy potwierdzenie częstego występowania elektrokardiograficznych cech LVH u chorych dializowanych [21]. Obecność LVH, zwłaszcza ze współistniejącymi zmianami odcinka ST, zaburzeniami przewodnictwa śródkomorowego, głównie bloku lewej odnogi pęczka Hisa jest związane z większą śmiertelnością i częstszym występowaniem niekorzystnych punktów końcowych [2].

LBBB występuje nieznacznie częściej u chorych dializowanych niż w ogólnej populacji (8,1 vs 5,8%) [7]. W naszym badaniu nie obserwowaliśmy dużej liczby pacjentów z rozpoznaniem LBBB, stanowili oni zaledwie 4%. Zapisy EKG pacjentów z zaburzeniami przewodnictwa oraz cechami przerostu przedstawiono na rycinie 1, 2, 3.

Pacjenci dializowani z cukrzycą mają większą chorobowość, więcej nowych przypadków choroby niedokrwiennej serca oraz niewydolności serca niż chorzy bez cukrzycy [10]. Jednakże porównanie wszystkich parametrów elektrokardiograficznych pomiędzy grupami z i bez cukrzycy nie wykazało różnic istotnych statystycznie.

#### Wnioski

Badania elektrokardiograficzne u chorych dializowanych zawierają wysoki odsetek zmian patologicznych takich jak przerost lewej komory oraz zmiany okresu repolaryzacji, utrudniających diagnostykę choroby wieńcowej w tej wyjątkowo zagrożonej populacji.

#### Piśmiennictwo

1. 2007 Focused update of the ACC/AHA/SCAI 2005

- guideline update for percutaneous coronary intervention. A report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. American College of Cardiology. American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Catheter Cardiovasc. Interv. 2008, 71, E1-40.
2. **Baranowski R.**: EKG u pacjenta z cukrzycą - na co zwracać uwagę? Kardiologia na co Dzień 2007, 2, 36.
  3. **Campistol J.M., Almirall J., Montoliu J., Revert L.**: Electrographic alterations induced by hyperkalaemia simulating acute myocardial infarction. Nephrol. Dial. Transplant. 1989, 4, 233.
  4. **Diskin C.J., Salzsieder K.H., Solomon R.J. et al.**: Electrocardiographic changes following dialysis. Nephron. 1981, 27, 94.
  5. **Engel G., Beckerman J., Froelicher V. et al.**: Electrocardiographic arrhythmia risk testing. Curr. Probl. Cardiol. 2004, 29, 365.
  6. **Foley R.N., Parfrey P.S., Sarnak M.J.**: Clinical epidemiology of cardiovascular disease in chronic renal disease. Am. J. Kidney Dis. 1998, 32 (supl 3), 112.
  7. **Herzog C.A., Littrell K., Arko C.**: Clinical characteristics of dialysis patients with acute myocardial infarction in the United States: a collaborative project of the United States Renal Data System and the National Registry of Myocardial Infarction. Circulation 2007, 116, 1465.
  8. **Knoll G., Cockfield S., Blydt-Hansen T. et al.**: Canadian Society of Transplantation. Consensus guidelines on eligibility for kidney transplantation. CMAJ 2005, 173, S1.
  9. **Krane V., Heinrich F., Meesmann M. et al.**: Electrocardiography and outcome in patients with diabetes mellitus on maintenance hemodialysis. Clin. J. Am. Soc. Nephrol. 2009, 4, 394.
  10. **Locatelli F., Del Vecchio L., Cavalli A.**: How can prognosis for diabetic ESRD be improved? Sem. Dial. 2010, 23, 214.
  11. **Madziarska M., Banasik M.**: Chorzy na cukrzycę w programach hemodializy i dializy otrzewnowej - zagrożenia, których można uniknąć. Probl. Lek. 2006, 45, 240.
  12. **Malhis M., Al-Bitar S., Farhood S., Zaiat K.A.**: Changes in QT intervals in patients with end-stage renal disease before and after hemodialysis. Saudi J. Kidney Dis. Transpl. 2010, 21, 460.
  13. **Małyшко J.**: Przewlekła niewydolność nerek - problem tylko nefrologów? Choroby Serca i Naczyń 2005, 2, 78.
  14. **Nemati E., Taheri S.**: Electrocardiographic manifestations of hyperkalaemia in hemodialysis patients. Saudi J. Kidney Dis. Transpl. 2010, 21, 471.
  15. **Rautaharju P., Ge S., Nelson J. et al.**: Comparison of mortality risk for electrocardiographic abnormalities in men and women with and without coronary heart disease (from the cardiovascular Health Study). Am. J. Cardiol. 2006, 97, 309.
  16. **Rutkowski B., Lichodziejewska-Niemierko M., Grenda R. i wsp.**: Raport o stanie leczenia nerko-zastępczego w Polsce - 2007. Gdańsk 2009.
  17. **Sarnak M.J., Levey A.S., Schoolwerth A.C. et al.**: Kidney disease as a risk factor for development of cardiovascular disease: a statement from the American heart Association Councils on Kidney in Cardiovascular Disease, High Blood Pressure, Clinical Cardiology, and Epidemiology and Prevention. Circulation 2003, 108, 2154.
  18. **Selby N.M., McIntyre C.W.**: The acute cardiac effect of dialysis. Semin. Dial. 2007, 20, 220.
  19. **Severi S., Ciandrini A., Grand E. et al.**: Cardiac response to hemodialysis with different cardiovascular tolerance: Heart rate variability and QT interval analysis. Hemodial. Int. 2006, 10, 287.
  20. **Shapira O.M., Bar-Khayim Y.**: ECG changes and cardiac arrhythmias in chronic renal failure patients on hemodialysis. J. Electrocardiol. 1992, 25, 273.
  21. **Stewart G.A., Gansevoort R.T., Mark P.B. et al.**: Electrocardiographic abnormalities and uremic cardiomyopathy. Kidney Int. 2005, 67, 217.
  22. **Surana S.P., Riella L.V., Keithi-Reddy S.R. et al.**: Acute coronary syndrome in ESRD patients. Kidney Int. 2009, 75, 558.
  23. **Tomaszuk-Kazberuk A., Małyшко J., Musiał W.J.**: Odrębności nieinwazyjnej diagnostyki stabilnej choroby wieńcowej u chorych dializowanych. Kardiol. Op. Fakt. 2010, 4, 399.
  24. **Tomaszuk-Kazberuk A., Małyшко J., Musiał W.J.**: Ostre zespoły wieńcowe u chorych dializowanych. Kardiol. Op. Fakt. - zaakceptowane do druku.
  25. U.S. Renal Data System. USRDS 2009 Annual Data Report: Atlas of Chronic Kidney Disease & End-Stage Renal Disease in the United States. 2009 ed. Bethesda, MD: National Institutes of Health, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, 2009.
  26. **Van der Werf F., Bax J., Betriu A. et al.**: ESC Committee for Practice Guidelines (CPG). Management of acute myocardial infarction in patients presenting with persistent ST-segment elevation: the Task Force on the Management of ST-Segment Elevation Acute Myocardial Infarction of the European Society of Cardiology. Eur. Heart J. 2008, 29, 2909.
  27. **Veglio M., Borra M., Stevens L.K. et al.**: The relation between QTc interval prolongation and diabetic complications. The EURODIAB IDDM Complication Study Group. Diabetologia 1999, 42, 68.
  28. **Voiculescu M., Ionescu C., Ismail G.**: Frequency and prognostic significance of QT prolongation in chronic renal failure patients. Rom. J. Intern. Med. 2006, 44, 407.
  29. Zalecenia dotyczące stosowania rozpoznań elektrokardiograficznych. Dokument opracowany przez Grupę Roboczą powołaną przez Zarząd Sekcji Elektrokardiologii Nieinwazyjnej i Telemedycyny Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego. Kardiol. Pol. 2010, 68, supl. IV.
  30. **Zuber M., Steinmann E., Huser B. et al.**: Incidence of arrhythmias and myocardial ischaemia during haemodialysis and haemofiltration. Nephrol. Dial. Transplant. 1989, 4, 632.