

Wszczepialne kardiowertery-defibrylatory w prewencji nagłej śmierci sercowej u pacjentów z przewlekłą chorobą nerek

Implantable cardioverter-defibrillators in prevention of sudden cardiac death in patients with chronic kidney disease

Paweł Kiciński, Andrzej Jaroszyński

Katedra i Zakład Medycyny Rodzinnej Uniwersytetu Medycznego w Lublinie

STRESZCZENIE

Schorzenia układu sercowo-naczyniowego stanowią najczęstszą przyczynę zgonów pacjentów z przewlekłą chorobą nerek (CKD), szczególnie w bardziej zaawansowanych stadiach. Ryzyko nagłej śmierci sercowej u osób z CKD wynosi 55 na 1000 pacjentów na rok i jest wielokrotnie wyższe niż w populacji ogólnej. Zarówno w europejskich, jak i w amerykańskich standardach postępowania populacja pacjentów kwalifikujących się do leczenia za pomocą wszczepialnego kardiowertera-defibrylatora (ICD) jest bardzo szeroka. W żadnym z dokumentów eksperci nie zróżnicowali wskazań i przeciwwskazań do tego typu urządzeń wszczepialnych zależnie od stopnia wydolności nerek. Niestety, z większości dużych badań randomizowanych dotyczących ICD pacjenci z zaburzeniami czynności nerek byli wyłączeni lub w ogóle nie brano pod uwagę parametrów czynności nerek. Wyniki większości badań wskazują, że stosowanie ICD u pacjentów z CKD wiąże się z poprawą przeżycia. Korzyść ta nie jest jednak tak znacząca, jak w grupie chorych z prawidłową czynnością nerek.

Choroby Serca i Naczyń 2014, 11 (3), 138–143

Słowa kluczowe: wszczepialny kardiowerter defibrylator, nagła śmierć sercowa, przewlekła choroba nerek, hemodializa

ABSTRACT

Cardiovascular diseases are the leading cause of death in patients with chronic kidney disease (CKD), especially in more advanced stages of CKD. The risk of sudden cardiac death in patients with CKD is 55/1000 patients/year and is many times higher than in the general population. Both European and American recommendation sweep a wide population of patients eligible for treatment with ICD. In none of these documents experts do not differentiate indications and contraindications for this type of implantable device, depending on renal function. Unfortunately, patients with renal impairment were excluded from most of the large randomized trials on ICD therapy or renal function was not taken into account. Most studies indicate that the use of ICD patients with CKD is associated with improved survival. However, the benefit is not as significant as in patients with normal renal function.

Choroby Serca i Naczyń 2014, 11 (3), 138–143

Key words: implantable cardioverter-defibrillator, sudden cardiac death, chronic kidney disease, hemodialysis

Adres do korespondencji

dr n. med. Paweł Kiciński
Katedra i Zakład Medycyny Rodzinnej UM
Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny nr 1
ul. Ślaskowska 11, 20-081 Lublin
tel./faks: 81 532 34 43
e-mail: pawel.kicinski@umlub.pl

PRZEWLEKŁA CHOROBA NEREK I RYZYKO NAGŁEJ ŚMIERCI SERCOWEJ

Przewlekła choroba nerek (CKD, *chronic kidney disease*) jest rozpoznawana w sytuacji utrzymującego się przez co najmniej 3 miesiące obniżenia skorygowanego wobec płci, rasy, wieku i oszacowanego wskaźnika przesączania kłębuszkowego (eGFR, *estimated glomerular filtration rate*) poniżej 60 ml/min/1,73 m² bądź też obecności wykładników uszkodzenia nerek w badaniach laboratoryjnych lub obrazowych, gdy eGFR przekracza 60 ml/min [1, 2]. W krajach wysoko uprzemysłowionych częstość występowania CKD wynosi od 8% do 17% [3]. W opublikowanych w 2009 roku wynikach polskiego badania epidemiologicznego PolNef występowanie CKD stwierdzono u 11,9–15,6% populacji (zależnie od zastosowanej metody pomiaru albuminurii) [4, 5]. Na podstawie ekstrapolacji danych dotyczących populacji amerykańskiej można oczekiwać występowania CKD nawet u 4,24 miliona osób w Polsce i u 600 milionów na całym świecie. Ogromną większość tej grupy (ok. 99,8%) stanowią chorzy na CKD w stadiach I–IV, a zatem w okresie przeddializacyjnym [6].

Schorzenia układu sercowo-naczyniowego stanowią najczęstszą przyczynę zgonów pacjentów z CKD, w tym dializowanych. Z danych polskiego rejestru leczenia nerkozastępczego wynika, że choroby układu krążenia są przyczyną ponad 42% zgonów pacjentów dializowanych, wyprzedzając choroby naczyniowo-mózgowe, schorzenia infekcyjne oraz nowotwory złośliwe [7]. Znajduje to potwierdzenie także w danych *United States Renal Data System* (USRDS), w których odnotowano około 43% zgonów z przyczyn sercowych [8].

Ryzyko nagłej śmierci sercowej (SCD, *sudden cardiac death*) u osób z CKD wynosi 55 na 1000 pacjentów na rok i jest wielokrotnie wyższe niż w populacji ogólnej, w której wynosi 1,9 na 1000 pacjentów na rok [9]. Nagłą śmierć sercową definiuje się jako zgon z powodów sercowych poprzedzony nagłą utratą przytomności — przy spełnieniu warunku, że objawy poprzedzające wystąpiły nie wcześniej niż przed godziną [10]. Główny patomechanizm SCD u dorosłych jest związany z komorowymi tachyarytmiami. Jeszcze wyższe ryzyko SCD istnieje u pacjentów hemodializowanych. Częstość występowania nagłego zatrzymania krążenia wynosiła 93 na 1000 pacjentów na rok w ciągu pierwszych 2 lat od rozpoczęcia dializoterapii i aż 164 na 1000 pacjentów na rok po 5 latach leczenia nerkozastępczego [11]. Według cytowanego już rejestru USRDS SCD stanowi przyczynę około 64% wszystkich zgonów z przyczyn sercowo-

-naczyniowych u pacjentów hemodializowanych i około 58% wśród chorych dializowanych otrzewnowo. Przyczynia się do tego nie tylko znaczne rozpowszechnienie niewydolności serca, choroby wieńcowej, nadciśnienia tętniczego i przerostu lewej komory w tej grupie chorych, ale także obecność specyficznych zaburzeń, które mogą indukować komorowe zaburzenia rytmu serca (w tym uszkodzenie śródbrzońka, nadaktywność układu adrenergicznego, przewlekła niedokrwistość, zaburzenia wodno-elektrolitowe i gospodarki wapniowo-fosforanowej) [12]. W badaniu o akronimie HEMO stwierdzono występowanie chorób serca u 80% pacjentów hemodializowanych, w tym choroba wieńcowa dotyczyła 39% chorych, przewlekła niewydolność serca — 40%, przerost lewej komory — 46%, a zaburzenia rytmu serca — 31% [13]. W omawianym badaniu wykazano także, że istnienie organicznej choroby serca jest niezależnym czynnikiem ryzyka zgonu z jakiegokolwiek przyczyny, zgonu sercowo-naczyniowego oraz zgonu z powodu zaburzeń rytmu serca (ryzyka względne 1,63 przy 95-proc. przedziale ufności [CI, *confidence interval*] 0,72–3,69).

WSKAZANIA DO STOSOWANIA WSZCZEPIALNYCH KARDIOWERTERÓW-DEFIBRYLATORÓW

W wytycznych *European Society of Cardiology* (ESC) rekomenduje się wszczępienie kardiowertera-defibrylatora (ICD, *implantable cardioverter-defibrillator*) w ramach prewencji wtórnej u pacjentów, którzy przebyli nagłe zatrzymanie krążenia lub w ich wywiadzie stwierdzono utrwalony częstoskurcz komorowy [14]. Zalecenie to dotyczy pacjentów o przewidywanej długości życia powyżej jednego roku, bez względu na wielkość frakcji wyrzutowej. Z kolei w ramach pierwotnej prewencji SCD u pacjentów z przewlekłą niewydolnością serca ESC zaleca stosowanie ICD w przypadku II–III klasy czynnościowej według *New York Heart Association* (NYHA), utrzymującej się mimo optymalnej farmakoterapii, z frakcją wyrzutową mniejszą lub równą 35% i prognozowanym co najmniej rocznym przeżyciem. W randomizowanych badaniach SCD-HeFT (*Sudden Cardiac Death in Heart Failure Trial*) oraz MADIT II (*Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial II*) wykazano, że taka strategia pozwala na obniżenie względnego ryzyka zgonu o 23–33%. Nie zaleca się wszczępienia ICD chorym po zawale serca przed upływem 40 dni od incydentu wieńcowego, gdyż nie wiąże się to z korzyścią kliniczną.

W wytycznych amerykańskich towarzystw kardiologicznych (*American College of Cardiology/American*

Heart Association [ACC/AHA]) [15] w prewencji pierwotnej rekomenduje się wszczepienie ICD pacjentom z frakcją wyrzutową obniżoną do wartości 35% lub niższą i z przewlekłą niewydolnością serca — zarówno o etiologii niedokrwiennej, jak i innej — w II–III klasie według NYHA, a także chorym z pozawałową dysfunkcją lewokomorową, z frakcją wyrzutową mniejszą lub równą 30% i z objawami niewydolności serca w I klasie według NYHA. Zaleca się także stosowanie ICD u pacjentów ze strukturalną chorobą serca i utrwalonym częstoskurczem komorowym, osób z omdleniami o niewyjaśnionej przyczynie, u których w czasie badania elektrofizjologicznego wydrukowano migotanie komór lub utrwalony częstoskurcz komorowy, oraz chorych po przebytych zatrzymaniu krążenia.

Zarówno w europejskich, jak i w amerykańskich standardach postępowania populacja pacjentów kwalifikujących się do leczenia za pomocą ICD jest bardzo szeroka. W żadnym z dokumentów eksperci nie zróznicowali wskazań i przeciwwskazań do zastosowania tego typu urządzeń wszczepialnych zależnie o stopnia wydolności czy raczej niewydolności nerek.

Heywood i wsp. [16] w analizie opartej na danych z badania IMPROVE stwierdzili, że zaburzona czynność nerek nie wpływała w niezależny sposób na decyzję o zastosowaniu terapii z użyciem ICD. Pacjenci z CKD, w tym szczególnie chorzy ze schyłkową niewydolnością nerek, wymagający leczenia nerkozastępczego, mogliby się zatem wydawać dobrymi kandydatami do wszczepienia ICD w celu redukcji ryzyka SCD i wydłużenia przeżycia. Niestety, w większości dużych badań randomizowanych dotyczących ICD pacjentów z upośledzeniem funkcji nerek wyłączano bądź też w ogóle nie brano pod uwagę parametrów czynności nerek. Dlatego wiedza dotycząca wpływu CKD na korzyści wynikające z zastosowania ICD jest niepełna.

MNIEJSZA SKUTECZNOŚĆ ICD W OGRANICZENIU UMIERALNOŚCI

Stosowanie metodologii opartej na badaniach retrospektywnych i rejestrach medycznych ma poważne ograniczenia. W retrospektywnej analizie Eisena i wsp. [17] stwierdzono, że u pacjentów z wszczepionym ICD i eGFR poniżej 30 ml/min/1,73 m² obserwowano większą umieralność i częstsze występowanie arytmii komorowych. Należy jednak zwrócić uwagę, że osoby w grupie ICD były starsze i w większym odsetku obciążone cukrzycą, nadciśnieniem tętniczym i chorobą niedokrwienną ser-

ca. Poza tym u chorych z zaburzeniem czynności nerek częściej wszczepiano ICD w ramach prewencji wtórnej.

Jednym z pierwszych dużych badań klinicznych, w których analizowano korzyści z wszczepienia ICD w prewencji pierwotnej, było MADIT-II [18]. Stwierdzono w nim, że spadek eGFR o każde 10 ml/min/1,73 m² powodował znamienny wzrost ryzyka całkowitej umieralności oraz SCD odpowiednio o 16% i 17%. Wśród pacjentów z eGFR przekraczającym 35 ml/min/1,73 m² wiązało się z korzystnym efektem klinicznym i zmniejszeniem ogólnej umieralności o 32% i redukcji ryzyka SCD o 66%, jakkolwiek wszczepienie ICD nie poprawiało przeżycia u pacjentów z eGFR poniżej 35 ml/min/1,73 m² (współczynnik ryzyka [HR, *hazard ratio*] 1,09; p = 0,84).

W metaanalizie Puna i wsp. [19] uwzględniającej trzy randomizowane badania kliniczne (MADIT I, MADIT II i SCD-HeFT) ocenie poddano pacjentów z przewlekłą niewydolnością serca z frakcją wyrzutową poniżej 35%, u których ICD wszczepiono w ramach prewencji pierwotnej. Zmniejszenie umieralności stwierdzono tylko u osób z ICD i eGFR większym lub równym 60 ml/min/1,73 m².

Makki i wsp. [20] przeprowadzili metaanalizę 20 badań obejmujących łącznie 17 460 pacjentów, u których ICD zastosowano zarówno w prewencji pierwotnej, jak i wtórnej. Badana populacja chorych z CKD obejmowała głównie pacjentów w stadium zaawansowanej, często schyłkowej niewydolności nerek, w średnim wieku 65 lat i w znacznym odsetku obciążonych przewlekłą niewydolnością serca, chorobą wieńcową i cukrzycą. Wykazano, że chorzy na CKD po wszczepieniu ICD charakteryzowali się zwiększoną umieralnością w porównaniu z pacjentami z ICD, ale bez niewydolności nerek (HR 2,86 przy 95% CI 1,91–4,27). Szczególnego podkreślenia wymaga druga ważna obserwacja z tej metaanalizy. Osoby z CKD, którym wszczepiono ICD, cechowało istotnie obniżone ryzyko zgonu w porównaniu z chorymi na CKD bez zastosowanego ICD (HR 0,65 przy 95% CI 0,47–0,91). Autorzy zaznaczają pozytywny wpływ ICD na ograniczenie umieralności pacjentów z CKD, który jest jednak mniejszy niż u chorych z prawidłową czynnością nerek. Postulują oni, że znaczny odsetek zgonów niezwiązanych z mechanizmem arytmogennym prawdopodobnie częściowo niweluje korzystny wpływ ICD na zmniejszenie ogólnej umieralności w tej grupie chorych. Trzeba zaznaczyć, że już sama obecność CKD jest czynnikiem bardzo złego rokowania. Fried i wsp. [21] stwierdzili, że w populacji po 65. roku życia CKD pozostaje niezależnym i silnym czynnikiem predykcyjnym umieralności

ogólnej oraz z przyczyn sercowo-naczyniowych, a wraz ze wzrostem kreatyninemia niemal liniowo zwiększa się ryzyko zgonu.

Z kolei Turakhia i wsp. [22] dowiedli, że ryzyko zgonu u pacjentów z ICD i chorych na CKD jest wprost proporcjonalne do stopnia ciężkości niewydolności nerek i najwyższe u chorych hemodializowanych (HR 6,8 przy $p < 0,001$). Mediana przeżycia po implantacji ICD wynosiła 19,1 miesiąca wśród chorych dializowanych oraz 49,2 miesiąca u chorych z eGFR przekraczającym 60 ml/min/1,73 m².

Kolejnym powodem mniejszej skuteczności ICD mogą być poważne zaburzenia elektrolitowe, które są typowe dla pacjentów ze schyłkową niewydolnością nerek, a szczególnie gwałtownie przebiegają u osób leczonych powtarzanymi hemodializami. Stwierdzono, że ryzyko SCD u przewlekle hemodializowanych jest najwyższe w ciągu pierwszych 12 godzin po zabiegu oraz podczas ostatnich 12 godzin najdłuższej przerwy międzydializacyjnej [23]. Z jednej strony gwałtownie przebiegające wskutek ultrafiltracji odwodnienie, które może upośledzać perfuzję mięśnia sercowego, oraz znaczna aktywacja układu współczulnego i zaburzenia elektrolitowe mogą wywoływać efekt proarytmogenny, z drugiej zaś strony mogą odpowiadać za rozwój opornych na defibrilację arytmii komorowych. Wase i wsp. [24] stwierdzili znacznie wyższy odsetek nieskutecznych wyładowań ICD u pacjentów z CKD wynoszący 35% w porównaniu z około 10% nieskutecznych wyładowań u pacjentów bez niewydolności nerek.

Cheema i wsp. [25] zauważyli, że typ ICD wszczepionego pacjentom z CKD wpływa na skuteczność terapii, a zatem i przeżycie. Najwyższe ryzyko zgonu dotyczyło pacjentów z jednojamowym ICD (iloraz szans [OR, *odds ratio*] 10,5 przy 95% CI 3,23–34,05).

Charytan i wsp. [26] poddali analizie pacjentów ze schyłkową niewydolnością nerek, którym ICD wszczepiano w ramach prewencji wtórnej. W trwającej 2 lata obserwacji zastosowanie ICD wiązało się z 22-procentowym zmniejszeniem umieralności. Jednak po wydłużeniu okresu obserwacji do 3 lat nie stwierdzono już istotnej różnicy w zakresie przeżycia w tej grupie chorych.

WYŻSZE RYZYKO POWIKŁAŃ STOSOWANIA ICD

Buiten i wsp. [27] wykazali, że CKD w stadium IV–V była niezależnym czynnikiem ryzyka wystąpienia krwawka w łożu po wszczepieniu ICD lub ICD z opcją resynchronizacji (CRT-D, *cardiac resynchronization therapy with*

defibrillator) (OR 2,7 przy 95% CI 0,5–6,9). Ryzyko to było zwiększone także po uwzględnieniu częstszego stosowania leków przeciwplatek i przeciwkrzepliwych w tej grupie pacjentów i może być związane z występującą w CKD zwiększoną skłonnością do krwawień powiązaną z dysfunkcją płytek krwi [28]. Zakażenie lub uszkodzenie elektrod bądź odma opłucnowa występowały z podobną częstością u pacjentów z CKD, jak i u osób z prawidłową czynnością nerek (po uwzględnieniu innych potencjalnych czynników ryzyka, takich jak wiek i schorzenia współistniejące).

Niepokojące wnioski płyną z obserwacji Hickson i wsp. [29], którzy analizowali kliniczny przebieg infekcji kardiologicznych wszczepialnych urządzeń u chorych hemodializowanych. Wystąpienie infekcji wymuszało najczęściej wymianę całego układu (82% przypadków) i wiązało się z bardzo złym rokowaniem krótko- i średnioterminowym (90-dniowe przeżycie wynoszące 76%).

Tompkins i wsp. [30] stwierdzili istotnie częstsze występowanie powikłań krwotocznych u pacjentów z umiarkowanym i ciężkim zaburzeniem czynności nerek (eGFR < 60 ml/min/1,73 m²). Ryzyko to wynosiło 7,4% i aż 21,9% odpowiednio w IV lub V stadium CKD. W grupie kontrolnej krwawienia obserwowano z podobną częstością, jak u pacjentów w III stadium CKD (3,2% oraz 4,9%; $p > 0,05$). Najczęstszym powikłaniem krwotocznym był miejscowy krwiak. Autorzy ci stwierdzili także znamienne wyższe ryzyko powikłań infekcyjnych u pacjentów z CKD, przede wszystkim zakażenia miejsca implantacji ICD, elektrod oraz infekcyjnego zapalenia wsierdza (12,5% *v.* 0,2%). Także Bloom i wsp. [31] zanotowali blisko 5-krotnie zwiększone ryzyko infekcji układu ICD u pacjentów z eGFR poniżej 60 ml/min/1,73 m². Aggarwal i wsp. [32] zaobserwowali 5-krotnie wyższe ryzyko zgonu okołozabiegowego u pacjentów dializowanych poddawanych implantacji ICD. Również pobyt w szpitalu w tej grupie trwał prawie 2 razy dłużej niż w przypadku pacjentów bez niewydolności nerek ($8,3 \pm 11,9$ *v.* $4,4 \pm 13,1$ dnia; $p < 0,0001$).

Dasgupta i wsp. [33] w jednośrodkowym badaniu obserwacyjnym stwierdzili, że u pacjentów ze schyłkową niewydolnością nerek i wszczepionym ICD częściej występowały powikłania krwotoczne i infekcyjne, ale wiążące się ze zwiększonym ryzykiem zgonu. Autorzy poczynili także ważne z praktycznego punktu widzenia spostrzeżenie, że u pacjentów ze schyłkową niewydolnością nerek znamienne wyższy był próg defibrilacji. Znajduje to potwierdzenie również w badaniach

Wase i wsp. [24], którzy zaobserwowali wyraźny trend związany ze wzrostem proggu defibrylacji i odsetkiem osób z proggi powyżej 20 J w miarę spadku filtracji kłębuszkowej. Wartości proggu defibrylacji były najwyższe u pacjentów hemodializowanych.

Przezłyne wszcepienie ICD może prowadzić do zwężenia lub okluzji żył centralnych [34, 35], co może się wiązać z pogorszeniem funkcji, a nawet utratą dostępu naczyniowego do hemodializoterapii.

WNIOSKI

Stosowanie ICD u pacjentów z CKD wiąże się z poprawą przeżycia. Korzyść wynikająca z ICD jest mniejsza niż w grupie chorych z prawidłową czynnością nerek i obniża się wraz z rozwojem kolejnych stadiów CKD. Obecność CKD i jej znaczne zaawansowanie u pacjentów ze wszcepionym ICD jest istotnym i niezależnym czynnikiem ryzyka zgonu z każdej przyczyny.

Decyzja o zastosowaniu ICD u pacjenta z CKD powinna być zindywidualizowana i uwzględniać także znacznie zwiększone ryzyko powikłań — przede wszystkim infekcyjnych i okołozabiegowych powikłań krwotocznych.

Konflikt interesów

Autorzy nie zgłaszają konfliktu interesów.

PIŚMIENICTWO

1. K/DOQI Clinical Practice Guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. *Am. J. Kidney Dis.* 2002; 39 (supl. 1): S1–S266.
2. Levey A., Eckhardt K., Tsukamoto Y. i wsp. Definition and classification of chronic kidney disease: a position statement from Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO). *Kidney Int.* 2005; 67: 2089–2100.
3. Król E., Rutkowski B. Częstość występowania przewlekłej choroby nerek wśród uczestników badania przesiewowego „Uwaga nerki” obejmującego mieszkańców Krakowa i Warszawy. *Nefrol. Dializoter. Pol.* 2009; 13: 198–202.
4. Król E., Rutkowski B., Czerniak P. i wsp. Early detection of chronic kidney disease: results of the PolNef study. *Am. J. Nephrol.* 2009; 29: 264–273.
5. Rutkowski B., Król E. Epidemiology of chronic kidney disease in central and Eastern Europe. *Blood Purif.* 2008; 26: 381–385.
6. Rutkowski B. Przewlekła choroba nerek — wyzwanie XXI wieku. *Przew. Lek.* 2007; 10: 80–88.
7. Rutkowski B., Lichodziejewska-Niemierko M., Grenda R. i wsp. Raport o stanie leczenia nerkozastępczego w Polsce — 2007. Wydawnictwo Drukonsul, Gdańsk 2009: 22–23.
8. US Renal Data System: USRDS 2006 Annual Data Report. National Institutes of Health, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, Bethesda 2006: 129–146.
9. O’Shaughnessy M., Lappin D., Reddan D. Sudden cardiac death in dialysis: do current guidelines for implantable cardioverter-defibrillator therapy apply to patients with end-stage kidney disease? *Semin. Dial.* 2012; 25: 272–276.
10. Task Force on Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology. *Eur. Heart J.* 2001; 22: 1374–1450.
11. US Renal Data System: USRDS 2002 Annual Data Report. National Institutes of Health, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, Bethesda 2002: 166–176.
12. Herzog C., Mangrum J., Passman R. Sudden cardiac death and dialysis patients. *Semin. Dial.* 2008; 21: 300–307.
13. Cheung A., Sarnak M., Guofen Y. i wsp. Cardiac diseases in maintenance hemodialysis patients: Results of the HEMO Study. *Kidney Int.* 2004; 65: 2380–2389.
14. Wytyczne ESC dotyczące rozpoznania oraz leczenia ostrej i przewlekłej niewydolności serca na 2012 rok. *Kardiol. Pol.* 2012; 70 (supl. II): 101–176.
15. Epstein A., Dimarco J., Ellenbogen K. i wsp. American College of Cardiology /American Heart Association Task Force on Practice; American Association for Thoracic Surgery; Society of Thoracic Surgeons: ACC /AHA/HRS 2008 guidelines for Device-Based Therapy of Cardiac Rhythm Abnormalities: executive summary. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2008; 51: 2085–2105.
16. Heywood J., Fonarow G., Yancy C. i wsp. Influence of renal function on the use of guideline-recommended therapies for patients with heart failure. *Am. J. Cardiol.* 2010; 105: 1140–1146.
17. Eisen A., Suleiman M., Strasberg B. i wsp. Renal dysfunction and clinical outcomes of patients undergoing ICD and CRTD implantation: data from the Israeli ICD Registry. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2014 April 24, doi: 10.1111/jce.12442 [złożone do druku].
18. Goldenberg I., Moss A., McNitt S. i wsp. Relations among renal function, risk of sudden cardiac death, and benefit of the implanted cardiac defibrillator in patients with ischemic left ventricular dysfunction. *Am. J. Cardiol.* 2006; 98: 485–490.
19. Pun P., Al-Khatib S., Han J. i wsp. Implantable cardioverter-defibrillators for primary prevention of sudden cardiac death in CKD: a meta-analysis of patient-level data from 3 randomized trials. *Am. J. Kidney Dis.* 2014 Feb 8, pii: S0272-6386(14)00021-3, doi: 10.1053/j.ajkd.2013.12.009 [złożone do druku].
20. Makki N., Swaminatham P., Hanmer J., Olshansky B. Do implantable cardioverter-defibrillators improve survival in patients with chronic kidney disease at high risk of sudden cardiac death? A meta-analysis of observational studies. *Europace* 2014; 16: 55–62.
21. Fried L., Shlipak M., Crump C. i wsp. Renal insufficiency as a predictor of cardiovascular outcomes and mortality in elderly individuals. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2003; 41: 1364–1372.
22. Turakhia M., Varosy P., Lee K. i wsp. Impact of renal function on survival in patients with implantable cardioverter-defibrillators. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2007; 30: 377–384.
23. Bleyer A., Hartman J., Brannon P. i wsp. Characteristics of sudden death in hemodialysis patients. *Kidney Int.* 2006; 69: 2268–2273.
24. Wase A., Basit A., Nazir R. i wsp. Impact of chronic kidney disease upon survival among implantable cardioverter-defibrillator recipients. *J. Interv. Card. Electrophysiol.* 2004; 11: 199–204.
25. Cheema A., Singh T., Kanwar M. i wsp. Chronic kidney disease and mortality in implantable cardioverter-defibrillator recipients. *Cardiol. Res. Pract.* 2010 Aug 3, pii: 989261. doi: 10.4061/2010/989261.
26. Charytan D., Patrick A., Liu J. i wsp. Trends in the use and outcomes of implantable cardioverter-defibrillators in patients undergoing dialysis in the United States. *Am. J. Kidney Dis.* 2011; 58: 409–417.
27. Buiten M., de Bie M., va der Heijden A. i wsp. Chronic kidney disease and ICD related complications: 16 years of experience. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2014 Apr 23, doi: 10.1111/jce.12435 [złożone do druku].
28. Ahmed I., Gertner E., Nelson W. i wsp. Chronic kidney disease is an independent predictor of pocket hematoma after pacemaker and defibrillator implantation. *J. Interv. Card. Electrophysiol.* 2010; 29: 203–207.

29. Hickson L., Gooden J., Le K. i wsp. Clinical presentation and outcomes of cardiovascular implantable electronic device infections in hemodialysis patients. *Am. J. Kidney Dis.* 2014 Jan 3, pii: S0272-6386(13)01551-5, doi: 10.1053/j.ajkd.2013.11.018 [złożone do druku].
30. Tompkins C., McLean R., Cheng A. i wsp. End-stage renal disease predicts complications in pacemaker and ICD implants. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2011; 22: 1099–1104.
31. Bloom H., Heeke B., Leon A. i wsp. Renal insufficiency and the risk of infection from pacemaker or defibrillator surgery. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2006; 29: 142–145.
32. Aggarwal A., Wang Y., Rumsfeld J. i wsp. Clinical characteristics and in-hospital outcome of patients with end-stage renal disease on dialysis referred for implantable cardioverter-defibrillator implantation. *Heart Rhythm* 2009; 6: 1565–1571.
33. Dasgupta A., Montalvo J., Medendorp S. i wsp. Increased complication rates of cardiac rhythm management devices in ESRD patients. *Am. J. Kidney Dis.* 2007; 49: 656–663.
34. Saad T., Myers G., Cicone J. Central vein stenosis or occlusion associated with cardiac rhythm management device leads in hemodialysis patients with ipsilateral arteriovenous access: a retrospective study of treatment using stents or stent-grafts. *J. Vasc. Access* 2010; 11: 293–302.
35. Saad T., Hentschel D., Wasse H. i wsp. Cardiovascular implantable electronic device leads in CKD and ESRD patients: review and recommendations for practice. *Semin. Dial.* 2013; 26: 114–123.