

Negatywny wynik badania mikrowoltowej naprzemienności załamka T wskaźnikiem niskiego ryzyka złośliwych arytmii komorowych u chorych w wieku podeszłym z dysfunkcją skurczową lewej komory serca ze wskazaniami do implantacji kardiowertera-defibrylatora serca

A review of methods of dietary assessment with the A negative result of microvolt T-wave alternans (MTWA) indicates low risk of malignant ventricular arrhythmias in elderly patients with systolic dysfunction of the left ventricle with indications for implantable cardioverter-defibrillator

Agnieszka Niemirycz-Makurat, Ludmiła Daniłowicz-Szymanowicz, Maciej Kempa, Małgorzata Szwoch, Grzegorz Raczak

Uniwersytet Medyczny w Gdańsku, Klinika Kardiologii i Elektroterapii Serca

Streszczenie

Wstęp. U osób w wieku podeszłym ryzyko nagłej śmierci sercowej (SCD) jest wyższe niż u pozostałych grup wiekowych. U chorych z dysfunkcją skurczową lewej komory z frakcją wyrzutową lewej komory serca (LVEF) $\leq 3\%$ implantuje się kardiowertery-defibrylatory (ICD) w ramach prewencji wystąpienia SCD. Znaczna grupa pacjentów wymagająca takiego postępowania generuje istotny problem kliniczny i finansowy dla służby zdrowia. Trwają poszukiwania dodatkowych, nieinwazyjnych, poza LVEF parametrów, które pozwoliłyby na wyselekcjonowanie pacjentów o minimalnym prawdopodobieństwie występowania adekwatnych interwencji ICD, u których termin implantacji ICD można odroczyć, umożliwiając szybsze wykonanie zabiegu pacjentom z wysokim ryzykiem SCD lub groźnych dla życia arytmii komorowych (częstoskurcz komorowy/migotanie komór, VT/VF). Ocena mikrowoltowej naprzemienności załamka T (MTWA) w coraz liczniejszych badaniach przedstawia się jako jedna z wartościowych metod stratyfikacji ryzyka SCD u pacjentów wymagających implantacji ICD. **Celem pracy** była ocena rokowania chorych z negatywnym wynikiem badania MTWA, w wieku podeszłym, z dysfunkcją skurczową lewej komory serca, zakwalifikowanych do implantacji ICD w prewencji pierwotnej SCD. **Materiał i metody.** Do obserwacji włączono chorych w wieku podeszłym (≥ 60 r.ż.) z LVEF $\leq 35\%$, zakwalifikowanych do implantacji ICD w prewencji pierwotnej SCD, u których stwierdzono ujemny wynik badania MTWA (metoda spektralna, system HeartTwave Spacelabs Healthcare, Snoqualmie, WA, USA). Chorzy byli następnie obserwowani pod kątem występowania niepożądanych incydentów, SCD, VT/VF, zgon kardiologiczny, zgon z przyczyn pozakardiologicznych. **Wyniki.** 35 chorych obserwowano przez okres 27 ± 17 miesięcy, minimalny okres obserwacji wyniósł 1 miesiąc, maksymalny 52 miesiące. Podczas obserwacji zarejestrowano jeden przypadek SCD, jeden przypadek wystąpienia VT/VF, dwa przypadki zgonu kardiologicznego (stanowiło to odpowiednio 6%, 3% i 3% ryzyka) oraz 5 zgonów z przyczyn pozakardiologicznych. Należy podkreślić, że w pierwszych 12 miesiącach obserwacji u pacjentów nie zarejestrowano epizodów SCD ani złośliwych arytmii komorowych. **Wnioski.** U chorych w wieku podeszłym z dysfunkcją skurczową lewej komory (LVEF $\leq 35\%$), zakwalifikowanych do implantacji ICD w prewencji pierwotnej SCD ujemny wynik badania MTWA wskazuje na niewielkie ryzyko zdarzeń arytmicznych, zwłaszcza w pierwszym roku obserwacji. Spostrzeżenie to wymaga dalszych badań na większej grupie badawczej, gdyż może okazać się przydatne z praktycznego punktu widzenia, przede wszystkim w ustalaniu kolejności pacjentów do wszczęcia ICD. *Geriatrics* 2015; 9: 3-11.

Słowa kluczowe: mikrowoltowa naprzemiennosc załamka T, ICD, złośliwe arytmie komorowe

Abstract

Background. In the elderly the risk of sudden cardiac death (SCD) is increased. As in other age groups of patients with left ventricular systolic dysfunction with an ejection fraction of the left ventricle (LVEF) \leq 35% implantable cardioverter-defibrillators (ICD) are placed as primary prevention of SCD. A large group of patients requiring such a procedure generates a major problem in healthcare both clinically and financially. The search for additional, non-invasive (beside LVEF) parameters that would allow selection of patients with low probability of occurrence of adequate ICD interventions continues. In those patients ICD implantation might be delayed, allowing faster execution of the surgery in patients at high risk of SCD or life-threatening ventricular arrhythmias (ventricular tachycardia/ventricular fibrillation, VT/VF). In numerous publications microvolt T-wave alternans (MTWA) is presented as one of the valuable methods of risk stratification for SCD in patients who require ICD implantation. *Geriatrics 2015; 9: 4-11.*

Keywords: microvolt T-wave alternans, ICD, malignant ventricular arrhythmias

Wstęp

Na świecie trwają prace nad znalezieniem wartościowych klinicznie metod stratyfikacji ryzyka SCD u pacjentów ze wskazaniami do implantacji ICD [1,2]. Wiadomo już, że LVEF jest wartościowym parametrem klinicznym w ocenie ryzyka u pacjentów bez złośliwych tachyarytmii komorowych [3,4]. Według aktualnych zaleceń ICD powinien być wszczepiany u wszystkich pacjentów z LVEF \leq 35% [5]. Tak sformułowane zalecenia powodują powstanie dużej grupy pacjentów wymagających tego zabiegu, co z krajach średnio i nisko zamożnych może generować problem w postaci tworzących się kolejek oczekujących na implantację. Stanowi to istotny problem kliniczny ze względu na fakt, że według danych z piśmiennictwa pacjenci z nieprawidłowym wynikiem MTWA są obciążeni istotnie wyższym ryzykiem zgonu niż pacjenci z wynikiem prawidłowym [6,7]. Negatywny wynik MTWA wiąże się zatem z niskim ryzykiem wystąpienia nagłego zgonu sercowego i złośliwych arytmii komorowych. Wiadomo także, że u osób starszych ryzyko nagłego zgonu sercowego i arytmii komorowych jest wyższe

niz u osób młodych [8]. Chorych ze wskazaniami do implantacji ICD należałoby uszeregować w zależności od pilności zabiegu, która wynika z ryzyka SCD lub VT/VF u danej osoby. W celu oceny tego ryzyka podejmuje się próby ceny różnych parametrów – m.in. ocenę funkcjonowania układu autonomicznego, obecność późnych potencjałów komorowych w elektrokardiografii wysokiej rozdzielczości (SAECG). Jednym z takich parametrów jest również MTWA. Parametr ten wyróżnia się jako jedyną klasą IIa zaleceń dotyczących stratyfikacji ryzyka chorych z lub narażonych na wystąpienie zagrażających życiu komorowych zaburzeń rytmu [9]. Dotychczasowe badania nad przydatnością MTWA są nierzadko sprzeczne, część wskazuje na dużą wartość tego parametru w stratyfikacji ryzyka SCD [10], a inne podważają te dane [11-13].

Celem niniejszej pracy była ocena rokowania chorych z negatywnym wynikiem badania MTWA, w wieku podeszłym, z dysfunkcją skurczową lewej komory serca, zakwalifikowanych do implantacji ICD w prewencji pierwotnej SCD.

Materiał i metody

Do obserwacji włączono chorych w wieku powyżej 60 r.ż. z LVEF \leq 35%, zakwalifikowanych do implantacji ICD w prewencji pierwotnej SCD, u których stwierdzono ujemny wynik badania MTWA. Ocena MTWA była wykonywana podczas próby wysiłkowej na bieżni, bez uprzednich modyfikacji leczenia farmakologicznego (także bez odstawiania β -blokerów). Pacjentów odpowiednio przygotowywano celem minimalizowania obecności artefaktów (oczyszczenie skóry za pomocą papieru abrazyjnego), następnie umieszczano elektrody w trzech ortogonalnych odprowadzeniach Franka X, Y, Z (elektrody wysokiej rozdzielczości, High-Res, Cambridge Heart). Próbę wysiłkową wykonywano na bieżni (Delmar Reynolds) zgodnie z protokołem przyjętym do oceny MTWA. Wykonywano analizę metodą spektralną (system HeartTwave Spacelabs Healthcare, Snoqualmie, WA, USA). Analiza była uzupełniana o ocenę przez lekarza wykonującego badanie. Wynik badania był określany zgodnie z kryteriami przyjętymi w piśmiennictwie.

Chorzy byli obserwowani pod kątem występowania następujących zdarzeń: SCD, VT/VF, zgonu kardiologicznego, zgonu ogólnego.

Do analizy statystycznej użyto programu STATISTICA 9.0. Dane zaprezentowano jako wartość średnią (mean) \pm odchylenie standardowe (SD) lub jako liczebność (n) i udział procentowy (%). Prawdopodobieństwo występowania poszczególnych zdarzeń przedstawiono za pomocą krzywych Kaplana-Mayera.

Wyniki

W obserwacji brało udział 35 chorych, z których większość stanowili mężczyźni (80%). Wszyscy chorzy byli leczeni zgodnie z aktualnymi zaleceniami, większość z nich chorowała na chorobę niedokrwienną serca (77%), również większość była w klasie NYHA II (74%). Charakterystykę kliniczną chorych przedstawiono w tabeli 1.

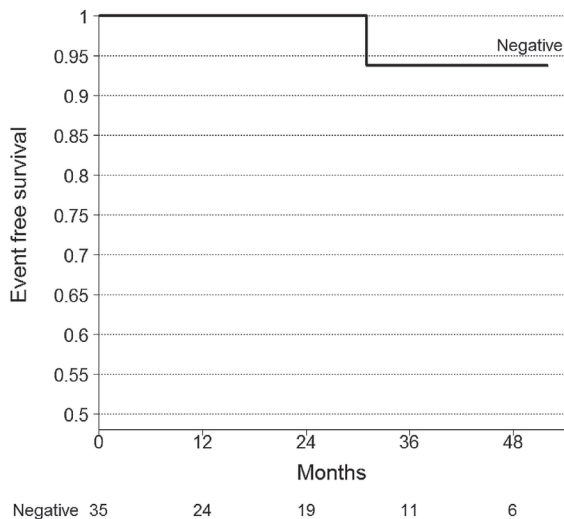
Okres obserwacji pacjentów wyniósł $27,3 \pm 17$ miesięcy. W tym czasie u 20 chorych implantowano kardioverter-defibrylator. U 4 z nich implantowano CRT-D.

W czasie obserwacji SCD wystąpił u jednego z obserwowanych chorych w 3 roku obserwacji (3% ryzyka). Prawdopodobieństwo wystąpienia SCD przedstawiono na rycinie 1. U jednego pacjenta zarejestrowano częstoskurcz komorowy w drugim roku obserwacji (3% ryzyka). Przeżył on z tego powodu

Tabela I. Charakterystyka kliniczna badanych chorych (Dane przedstawione są jako średnia (mean) \pm odchylenie standardowe (SD) lub liczba w procentach [%]).

Table I. Clinical characteristics of patients (Data are presented as mean \pm standard deviation (SD) or a number in percentage [%]).

Parametry	X \pm SD N (%)
Liczba	35
Wiek [lata]	69 \pm 6
Mężczyźni	28 (80)
Wywiad choroby niedokrwiennej serca	27 (77)
Wywiad zawału serca	24 (69)
Stan po rewaskularyzacji mięśnia serca	22 (63)
LVEF [%]	30 \pm 7
Klasa wg NYHA	
I	6 (17)
II	26 (74)
III	3 (9)
Przyjmowane leki	
– beta–adrenolityki	34 (97)
– ACEI/ARB	33 (94)
– spironolakton / eplerenon	23 (66)
– kwas acetylosalicylowy / kłopidogrel	28 (80)
– antagonistą witaminy K / NOAC	6 (17)
– statyny	33 (94)
– diuretyki	16 (46)
– digoksyna	1 (3)
– antyarytmiczne	4 (11)
– potas	6 (17)
Choroby współistniejące	
– hipercholesterolemia	18 (51)
– migotanie przedsionków	6 (17)
– nadciśnienie tętnicze	21 (60)
– cukrzyca typu 2	10 (29)
Inne cechy	
– nikotynizm w wywiadzie, n [%]	21 (60)
– GFR <60	8 (23)

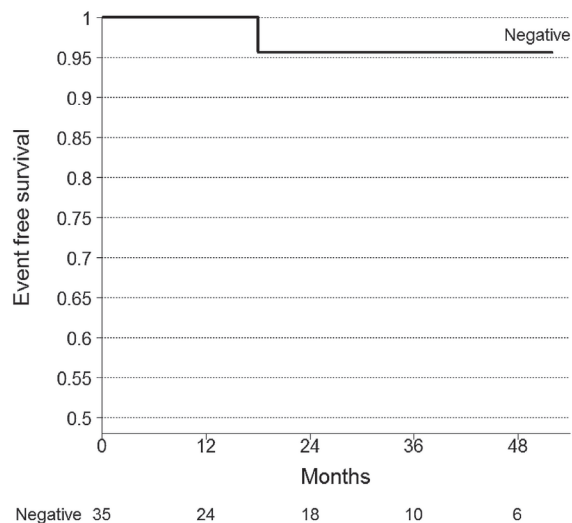


Rycina 1. Prawdopodobieństwo wystąpienia SCD w 3-letnim okresie obserwacji u chorych w wieku podeszłym (≥ 60 r.ż.) z LVEF $\leq 35\%$, zakwalifikowanych do implantacji ICD w prewencji pierwotnej SCD, u których stwierdzono ujemny wynik badania MTWA

Figure 1. The probability of SCD occurrence in the 3-year follow-up period of elderly patients (≥ 60 years old), with a negative MTWA test result, LVEF $\leq 35\%$, suitable for ICD implantation as primary prevention of SCD

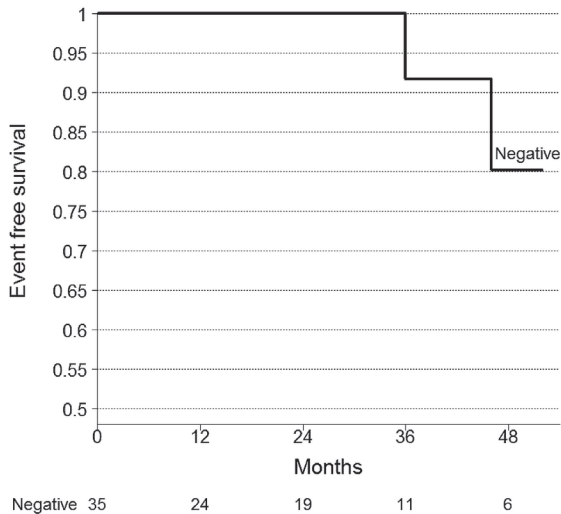
ablację podłoża VT (3D Carto). Prawdopodobieństwo wystąpienia VT/VF przedstawiono na rycinie 2. U dwóch pacjentów stwierdzono zgon z przyczyn kardiologicznych (w pierwszym przypadku pacjent zginął z powodu zaostrzenia niewydolności serca, w drugim z powodu zawału serca). Oba rejestrowane zgony z przyczyn kardiologicznych wystąpiły w czwartym roku obserwacji. Odpowiada to 6% poziomowi ryzyka. Prawdopodobieństwo wystąpienia zgonu kardiologicznego przedstawiono na rycinie 3. U 5 pacjentów stwierdzono zgon z przyczyn ogólnych (pozakardiologicznych) – pierwszy w pierwszym roku obserwacji. Prawdopodobieństwo wystąpienia zgonu z przyczyn ogólnych przedstawiono na rycinie 4.

W trakcie pierwszych 12 miesięcy obserwacji nie rejestrowano SCD, VT/VF, ani zgonów kardiologicznych.



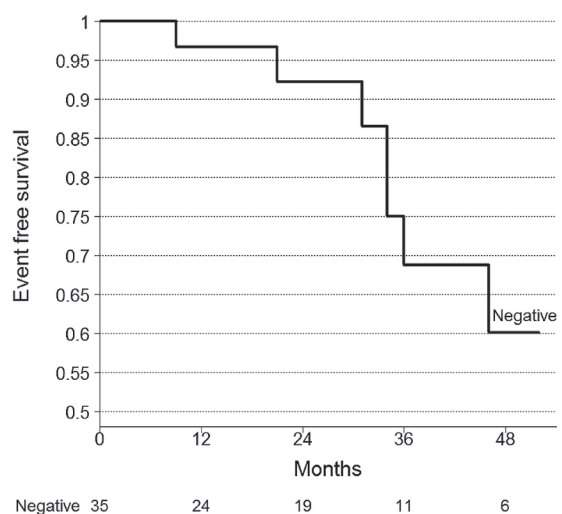
Rycina 2. Prawdopodobieństwo wystąpienia VT/VF w 3-letnim okresie obserwacji u chorych w wieku podeszłym (≥ 60 r.ż.) z LVEF $\leq 35\%$, zakwalifikowanych do implantacji ICD w prewencji pierwotnej SCD, u których stwierdzono ujemny wynik badania MTWA

Figure 2. The probability of VT/VF occurrence in the 3-year follow-up period of elderly patients (≥ 60 years old), with a negative MTWA test result, LVEF $\leq 35\%$, suitable for ICD implantation as primary prevention of SCD



Rycina 3. Prawdopodobieństwo wystąpienia zgonu z przyczyn kardiologicznych w 3-letnim okresie obserwacji u chorych w wieku podeszłym (≥ 60 r.ż.) z LVEF $\leq 35\%$, zakwalifikowanych do implantacji ICD w prewencji pierwotnej SCD, u których stwierdzono ujemny wynik badania MTWA.

Figure 3. The probability of death from cardiac causes in the 3-year follow-up period of elderly patients (≥ 60 years old), with a negative MTWA test result, LVEF $\leq 35\%$, suitable for ICD implantation as primary prevention of SCD.



Rycina 4. Prawdopodobieństwo wystąpienia zgonu z przyczyn pozakardiologicznych w 3-letnim okresie obserwacji u chorych w wieku podeszłym (≥ 60 r.ż.) z LVEF $\leq 35\%$, zakwalifikowanych do implantacji ICD w prewencji pierwotnej SCD, u których stwierdzono ujemny wynik badania MTWA.

Figure 4. The probability of death from non-cardiac causes in the 3-year follow-up period of elderly patients (≥ 60 years old), with a negative MTWA test result, LVEF $\leq 35\%$, suitable for ICD implantation as primary prevention of SCD.

Omówienie

Według aktualnych zaleceń ICD powinien być wszczepiany u wszystkich pacjentów z LVEF $\leq 35\%$ [5], ponieważ są oni zagrożeni złośliwymi arytmiami komorowymi. Znalezienie pacjentów z minimalnym ryzykiem arytmii i zgonu, którzy mogliby bez podwyższonego ryzyka oczekiwać dłużej na implantację ICD pozostaje wyzwaniem mimo wieloletnich badań. Jedynym z parametrów stratyfikacji ryzyka jest badanie MTWA, które aktualnie posiada klasę IIa zaleceń dotyczących stratyfikacji ryzyka chorych z lub narażonych na wystąpienie zagrażających życiu komorowych zaburzeń rytmu [9].

Najważniejszym rezultatem niniejszej pracy jest fakt, że u pacjentów z ujemnym wynikiem badania

MTWA incydenty w postaci VT/VF oraz SCD nie występowały w pierwszych 12 miesiącach obserwacji. Pojawiały się pojedyncze incydenty, ale dopiero w drugim, trzecim i czwartym roku obserwacji. Potwierdza to opisywaną w badaniach naukowych wysoką wartość prognostyczną negatywną tego badania [14] i świadczy o możliwości jego stosowania w celu wyselekcjonowania pacjentów, którzy mogą oczekiwać na implantację ICD z niewielkim ryzykiem zdarzeń arytmicznych, ustępując tym samym miejsca w kolejce pacjentom z wysokim ryzykiem [15].

Jednym z badań dostarczającym dowodów na przydatność MTWA jako sposobu stratyfikacji ryzyka pacjentów ze wskazaniami do implantacji ICD jest badanie ABCD [16]. Do badania zakwalifikowano 566

pacjentów z niedokrwinną dysfunkcją lewej komory oraz bez epizodów złośliwej arytmii komorowej w wywiadzie. Wykonywano u nich test TWA i inwazyjne badanie elektrofizjologiczne (EPS). ICD implantowano u pacjentów z dodatnim wynikiem przynajmniej jednego z nich. Pacjentów obserwowano średnio 1,9 roku. W pierwszym roku zdarzenia arytmiczne występowały w u 7%, a w drugim u 13% badanych. TWA miało tak samo wysoką wartość prognostyczną jak EPS, jednakże najczęściej zdarzenia występowały, jeśli oba testy były dodatnie. Ważnym wynikiem w kontekście niniejszej pracy jest niski poziom ryzyka przy obu negatywnych wynikach badań. Według badania ABCD stratyfikacja chorych zagrożonych SCD powinna być okresowo ponawiana, co zwiększyłoby wartość oceny TWA jako metody nieinwazyjnej [17]. Wyniki niniejszej pracy również potwierdzają konieczność powtarzania badania co 12 miesięcy.

Niedawno opublikowane badania kohortowe (z udziałem min. 100 pacjentów) również potwierdzają wartość MTWA w wyszukiwaniu pacjentów z wysokim ryzykiem i przewidywaniu u nich groźnych incydentów, nawet wyższą niż w przypadku innych markerów, takich jak LVEF, EPS, SAECG, wrażliwość baroreceptorów czy zmienność rytmu serca [12,18-21]. Zgodnie z literaturą MTWA może pomóc w przewidywaniu ryzyka złośliwych arytmii u pacjentów z chorobą niedokrwinną serca [12,22] oraz z kardiomiopatią rozstrzeniową [19].

We wszystkich wymienionych badaniach pacjenci z negatywnym wynikiem TWA mieli niewielkie ryzyko nagłej śmierci sercowej. Alternans wywołany przez wysiłek fizyczny miał najwyższą wartość predykcyjną [22].

Niedawne badanie [23] dotyczące pacjentów z chorobą wieńcową i $LVEF \leq 30\%$ stwierdza, że MTWA może być lepszym wskaźnikiem korzyści z implantacji ICD niż czas trwania QRS. Inne badanie [7], wieloosrodkowe, z udziałem 549 pacjentów z $LVEF \leq 40\%$, z których 49% miało chorobę wieńcową wykazało, że w okresie dwuletniej obserwacji po wykonaniu badania MTWA u pacjentów z negatywnym wynikiem badania ryzyko zgonu lub arytmii komorowej wynosiło jedynie 2,5%, z pozytywnym 12,3% oraz 17,5% przy wyniku nieokreślonym. Podobne wyniki stwierdzono w badaniu obserwacyjnym [24] z udziałem 768 pacjentów z kardiomiopatią niedokrwinną, z $LVEF \leq 35\%$: wynik pozytywny lub nieokreślony świadczył o zwiększonej śmiertelności ogólnej oraz z przyczyn arytmicznych.

Meta-analiza 19 badań (2608 pacjentów) [25] wykazała silny związek negatywnego wyniku MTWA z niskim ryzykiem zdarzeń arytmicznych u pacjentów zarówno z niedokrwinną jak i nieniedokrwinną niewydolnością serca.

O wartości MTWA jako badania przesiewowego świadczyć może refundacja tego badania w USA (przez ubezpieczycieli takich jak Medicare, Aetna, Cigna, czy Humana), na którą zdecydowano się po wcześniejszych dokładnych analizach kosztów.

Jednakże powyższa zgodność badań, stwierdzająca związek wyniku TWA z ryzykiem arytmii, bywa podważana ze względu na wybiórczy charakter pacjentów, niewielką liczbę punktów końcowych, czy złożone punkty końcowe [26] oraz brak randomizacji. Przykładowo w badaniu Marburg Cardiomyopathy Study [27], wynik MTWA nie miał wartości predykcyjnej co do czasu przeżycia bez przeszczepu serca ani epizodów arytmicznych. Inne badanie, SCD-HeFT [28] nie stwierdzało istotnej statystycznie różnicy w ilości zdarzeń arytmicznych u pacjentów z negatywnym lub pozytywnym wynikiem TWA (41% wyników stanowiły wyniki nieokreślone, czyli mniej więcej 2-4 razy więcej niż w innych podobnych badaniach, co wskazuje na ważne ograniczenie metody). Wskazano także na konieczność uproszczenia badania, aby stało się bardziej dostępne w codziennej praktyce klinicznej. Podobnie w badaniu MASTER [29] - nie wykazano związku wyniku MTWA z ryzykiem arytmii komorowych pomimo różnej śmiertelności przy różnych wynikach badania.

Ważnym jest także fakt, że badanie MTWA ze względów metodologicznych (konieczność uzyskania określonej częstości serca bez licznej arytmii komorowej lub okresowego migotania przedsionków, czy zaburzeń przewodzenia elektrycznego przy zwiększonych oporach skóry) nie dla wszystkich osób jest odpowiednie. Pacjenci z migotaniem przedsionków (którzy stanowią 10-50% chorych z niewydolnością serca [30]), pacjenci, którzy nie tolerują wysiłku fizycznego, czy tacy ze stymulacją komorową nie są odpowiedni do badania MTWA, co ogranicza znacznie stosowanie tej metody [31]. W związku z tym, nawet przy dużej wartości diagnostycznej MTWA należy poszukiwać metody odpowiedniej dla takiej grupy pacjentów. Dodatkowo powtarzalność wyników badania MTWA jest umiarkowana i nie przekracza 75%. Badanie MTWA może zostać zakłócone przez nie- lub stosowanie leków. Niedawne badania wykazały, że

odstawienie β -blokerów przed oceną TWA obniża jego wartość prognostyczną prawie 4-krotnie [32]. Ważne w badaniu TWA jest pozostawienie pacjenta na codziennej, przewlekłej terapii, aby maksymalizować wartość prognostyczną badania [33].

W najnowszych publikacjach znaleźć można sceptyczne opinie na temat wartości MTWA jako wskaźnika decydującego o sposobie leczenia pacjentów, czyli implantacji ICD czy nawet określania poziomu ryzyka złośliwych arytmii komorowych u chorych poddawanych badaniu. Jednak nawet w takich publikacjach podkreśla się negatywną prognostyczną wartość MTWA po potwierdzeniu jej w dalszych badaniach [34], co umożliwia, dzięki zastosowaniu tego badania jako wskaźnika ryzyka arytmii komorowych, wybór chorych mogących z niewielkim ryzykiem oczekiwać na implantację ICD.

Warto zwrócić także uwagę na fakt, że większość przypadków SCD stanowią pacjenci z niskim i pośrednim ryzykiem oraz ci bez czynników ryzyka [35]. Pacjenci z najwyższym ryzykiem, na których zwraca się największą uwagę ze względu na duże ryzyko zgonu, stanowią w rzeczywistości niewielki odsetek zgonów rocznie [36]. Należy to brać pod uwagę podczas poszukiwań odpowiedniego do stratyfikacji ryzyka SCD wskaźnika. Już w założeniach terapii prewencyjnej mówiło się o problemie określania zbyt wąskiego ryzyka, co skutkuje wyselekcjonowaniem grupy, która maksymalnie skorzysta z terapii, ale dla społeczeństwa jako całości znaczenie tego faktu będzie minimalne [37].

Mimo że dane literaturowe wspierają użycie TWA jako wskaźnika poziomu ryzyka SCD, jednoznaczna

rola tego badania w postępowaniu klinicznym pozostaje nieokreślona [34]. Wartość badania TWA może zwiększyć się poprzez jego stosowanie łącznie z innymi wskaźnikami [12] i może być przydatnym parametrem w ocenie pacjentów z granicznymi wskazaniem [38].

Wnioski

U chorych w wieku podeszłym z dysfunkcją skurczową lewej komory (LVEF \leq 35%), zakwalifikowanych do implantacji ICD w prewencji pierwotnej SCD ujemny wynik badania MTWA wskazuje na niewielkie ryzyko zdarzeń arytmicznych, zwłaszcza w pierwszym roku obserwacji. Spostrzeżenie to wymaga dalszych badań na większej grupie badawczej, gdyż może okazać się przydatne z praktycznego punktu widzenia, przede wszystkim w ustalaniu kolejności pacjentów do wszczęcia ICD. Potwierdzona również w niniejszej analizie wysoka negatywna wartość prognostyczna badania MTWA pozwala uznać tę metodę za wartościową w wyselekcjonowaniu chorych z niskim ryzykiem złośliwych arytmii komorowych w czasie oczekiwania na implantację ICD, co umożliwi szybsze wykonanie zabiegu u pacjentów z wysokim ryzykiem.

Konflikt interesów / Conflict of interest

Brak/None

Adres do korespondencji:

✉ Agnieszka Niemirycz-Makurat
Klinika Kardiologii i Elektroterapii GUM
ul. Dębinki 7; 80-211 Gdańsk
☎ (+48 58)
✉ anemirycz@wp.pl

Piśmiennictwo

1. Eisenberg MS, Horwood BT, Cummins RO i wsp. Cardiac arrest and resuscitation. *Ann Emerg Med.* 1990;19:179-86.
2. Myerburg RJ, Kessler KM, Castellanos A. Sudden cardiac death: structure, function, and time- dependence of risk. *Circulation.* 1992;8:2-10.
3. Kelly MJ, Thompson PL, Quinlan MF. Prognostic significance of left ventricular ejection fraction after acute myocardial infarction. A bedside radionuclide study. *Br Heart J.* 1985;53:16-24.
4. Moss AJ, Zareba W, Hall WJ i wsp. Prophylactic implantation of a defibrillator in patients with myocardial infarction and reduced ejection fraction. *N Engl J Med.* 2002;346:877-90.
5. McMurray JJ, Adamopoulos S, Anker SD i wsp. The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2012 of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail.* 2012;14:803-69.

6. Baravelli M, Salerno-Uriarte D, Guzzetti D i wsp. Predictive significance for sudden death of microvolt-level T wave alternans in New York Heart Association class II congestive heart failure patients. A prospective study. *Int J Cardiol.* 2005;105:53-57.
7. Bloomfield DM, Bigger JT, Steinman RC i wsp. Microvolt T-wave alternans and the risk of death and sustained ventricular arrhythmias in patients with left ventricular dysfunction. *J Am Coll Cardiol.* 2006;47:456-63.
8. Becker LB, Han BH, Meyer PM i wsp. Racial differences in the incidence of cardiac arrest and subsequent survival. The CPR Chicago Project. *N Engl J Med.* 1993;329:600-6.
9. Zipes DP, Camm AJ, Borggrefe M i wsp. ACC/AHA/ESC 2006 guidelines for management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines. *Eur Heart J.* 2006;27:2099-140.
10. Ikeda T, Saito H, Tanno K i wsp. T-wave alternans as a predictor for sudden cardiac death after myocardial infarction. *Am J Cardiol.* 2002;89:79-82.
11. Costantini O, Hohnloser SH, Kirk MM i wsp. The ABCD (Alternans Before Cardioverter Defibrillator) Trial. *J Am Coll Cardiol.* 2009;53:471-9.
12. Rashba EJ, Osman AF, Macmurdy K i wsp. Enhanced detection of arrhythmia vulnerability using T wave alternans, left ventricular ejection fraction, and programmed ventricular stimulation: a prospective study in subjects with chronic ischemic heart disease. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2004;15:170-6.
13. Salerno-Uriarte JA, De Ferrari GM, Klersy C i wsp. Prognostic value of T-wave alternans in patients with heart failure due to nonischemic cardiomyopathy. Results of the ALPHA Study. *J Am Coll Cardiol.* 2007;50:1896-904.
14. Narayan SM. T-wave alternans and the susceptibility to ventricular arrhythmias. *J Am Coll Cardiol.* 2006;47(2):269-81.
15. Chow T, Kereiakes DJ, Bartone C i wsp. Microvolt T-wave alternans identifies patients with ischemic cardiomyopathy who benefit from implantable cardioverter-defibrillator therapy. *J Am Coll Cardiol.* 2007;49(1):50-8.
16. Costantini O, Rosenbaum DS, Hohnloser SH i wsp. The alternans before cardioverter defibrillator (ABCD) trial: A noninvasive strategy for primary prevention of sudden cardiac death using T-wave alternans. *Circulation.* 2006;114:2426.
17. Trusz-Gluza M, Komorowe zaburzenia rytmu serca i nagła śmierć sercowa: Wytyczne ACC/AHA/ESC/PTK 2006 – komentarz. *Kardiologia Pol.* 2006;64(12).
18. Gold MR, Bloomfield DM, Anderson KP i wsp. A comparison of T-wave alternans, signal averaged electrocardiography and programmed ventricular stimulation for arrhythmia risk stratification. *J Am Coll Cardiol.* 2000;36:2247-53.
19. Hohnloser SH, Klingenstein T, Bloomfield D i wsp. Usefulness of microvolt T-wave alternans for prediction of ventricular tachyarrhythmic events in patients with dilated cardiomyopathy: results from a prospective observational study. *J Am Coll Cardiol.* 2003;41:2220-4.
20. Klingenstein T, Zabel M, D'Agostino RB i wsp. Predictive value of T-wave alternans for arrhythmic events in patients with congestive heart failure. *Lancet.* 2000;356:651-2.
21. Tanno K, Ryu S, Watanabe N i wsp. Microvolt T-wave alternans as a predictor of ventricular tachyarrhythmias: a prospective study using atrial pacing. *Circulation.* 2004;109:1854-8.
22. Rashba EJ, Osman AF, MacMurdy K i wsp. Exercise is superior to pacing for T wave alternans measurement in subjects with chronic coronary artery disease and left ventricular dysfunction. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2002;13:845-50.
23. Bloomfield DM, Steinman RC, Namerow PB i wsp. Microvolt T-wave alternans distinguishes between patients likely and patients not likely to benefit from implanted cardiac defibrillator therapy: a solution to the Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial (MADIT) II conundrum. *Circulation.* 2004;110:1885-9.
24. Chow T, Kereiakes DJ, Bartone C i wsp. Prognostic utility of microvolt T-wave alternans in risk stratification of patients with ischemic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol.* 2006;47:1820-7.
25. Gehi AK, Stein RH, Metz LD i wsp. Microvolt T-wave alternans for the risk stratification of ventricular tachyarrhythmic events: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol.* 2005;46:75-82.
26. Lauer MS, Topol EJ. Clinical trials: multiple treatments, multiple end points, and multiple lessons. *JAMA.* 2003;289:2575-7.
27. Grimm W, Christ M, Bach J i wsp. Noninvasive arrhythmia risk stratification in idiopathic dilated cardiomyopathy: results of the Marburg cardiomyopathy study. *Circulation.* 2003;108:2883-91.
28. Rosenbaum DS. T-Wave Alternans in the Sudden Cardiac Death in Heart Failure Trial Population. Signal or Noise? *Circulation.* 2008;118:2015-8.
29. Chow T, Kereiakes DJ, Onufer J i wsp. MASTER Trial Investigators. Does microvolt T-wave alternans testing predict ventricular tachyarrhythmias in patients with ischemic cardiomyopathy and prophylactic defibrillators? The MASTER (Microvolt T Wave Alternans Testing for Risk Stratification of Post-Myocardial Infarction Patients) trial. *J Am Coll Cardiol.* 2008;52(20):1607-15.
30. The AF-CHF Investigators. Rationale and design of a study assessing treatment strategies of atrial fibrillation in patients with heart failure: the Atrial Fibrillation and Congestive Heart Failure (AF-CHF) trial. *Am Heart J.* 2002;144:597-607.
31. Jackson CE, Myles RC, Cobbe SM i wsp. Microvolt T-wave alternans testing has no role at present in guiding therapy for patients at high risk of ventricular arrhythmias. *J Am Coll Cardiol.* 2012;59(9):856.
32. Chan PS, Gold MR, Nallamothu BK. Do beta-blockers impact microvolt T-wave alternans testing in patients at risk for ventricular arrhythmias? A meta-analysis. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2010;21:1009-14.
33. Verrier RL, Nieminen T. T-wave alternans as a therapeutic marker for antiarrhythmic agents. *J Cardiovasc Pharmacol.* 2010;55:544-554.

34. Verrier RL, Klingenheben T, Malik M i wsp. Microvolt T-Wave Alternans: Physiological Basis, Methods of Measurement, and Clinical Utility—Consensus Guideline by International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology. *J Am Coll Cardiol.* 2011;58(13):1309-24.
35. Myerburg RJ, Mitrani R, Interian A Jr. i wsp. Interpretation of outcomes of antiarrhythmic clinical trials: design features and population impact. *Circulation.* 1998;97:1514-21.
36. Goldenberg I, Vyas AK, Hall WJ i wsp. MADIT-II Investigators; Risk Stratification for Primary Implantation of a Cardioverter-Defibrillator in Patients with Ischemic Left Ventricular Dysfunction. *J Am Coll Cardiol.* 2008;51(3):288-96.
37. Rose GA. *The Strategy of Preventive Medicine.* Oxford, UK: Oxford University Press; 1992.
38. Verrier RL, Klingenheben T, Malik M i wsp. Microvolt T-Wave Alternans Testing Has a Role in Arrhythmia Risk Stratification. *J Am Coll Cardiol.* 2012;59(17):1572-3.