

Czynniki warunkujące zmienność rytmu serca u chorych z przewlekłym migotaniem przedsionków

Determinants of heart rate variability in chronic atrial fibrillation

Maciej Sosnowski, Ewa Boczkowska-Gaik, Janina Skrzypek-Wańha i Michał Tendera

III Katedra i Klinika Kardiologii Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach

Abstract

Background: Analysis of heart rate variability (HRV) is a reliable method of noninvasive estimation of cardiac autonomic control in patients with sinus rhythm. In these patients determinants of HRV have been already recognised. The authors propose a new index based on a numerical evaluation of the return map, HRV fraction (HRVF), which can be successfully applied in the presence of atrial fibrillation (AF). The aim of this study was to characterise the determinants of HRV in chronic AF.

Material and methods: 155 consecutive patients with chronic AF were examined (93 male, 62 female, mean age 64 ± 11 years, range 25–84). In each patient a 24-hour ECG was performed and standard time-domain HRV parameters, as well as HRVF, were obtained. Two groups were compared: patients with HRVF within normal limits ($\geq 35\%$, $n = 114$) and those with low HRVF ($< 35\%$, $n = 38$). Multifactorial analysis was performed, taking into account the following parameters: age (< 65 , ≥ 65), gender, clinical diagnosis (dilated cardiomyopathy, uncomplicated CAD, previous MI and others than CAD, non-CAD), diabetes (yes, no), β -blockers use (yes, no), NYHA class (I–II, III–IV), left ventricular ejection fraction (LVEF < 30 , 30–49, ≥ 50), left ventricular end-diastolic diameter (LVEDD > 60 , ≤ 60) and heart rate (< 70 , 70–89, ≥ 90 bpm).

Results: Age and gender did not influence HRV in patients with AF. However, low HRV was more frequently observed in patients aged ≥ 65 years. Previous MI appeared to be a significant determinant of HRV, being twice more frequent in patients with low HRV. Conversely, non-ischaemic aetiology was associated with higher HRV. Decreased HRV was more frequent in patients with higher NYHA classes (III–IV). The presence of diabetes coexisted with low HRV. No relationship between beta-blockers use and HRV was observed. The most significant determinant of HRV was LVEF. Low HRV was 2 times more frequent in those with LVEF $< 30\%$, while normal HRV was associated with normal LVEF. Almost half of patients with cardiomegaly (> 60 mm) had reduced HRV compared with 80% of those characterised by normal LVEDD and normal HRV. Heart rate was the second most significant determinant of HRV in AF. Reduced HRV was associated with heart rate > 90 bpm in almost 50% of patients compared with $\sim 80\%$ of patients with normal HRV who had heart rate < 90 bpm.

Adres do korespondencji: Dr hab. med. Maciej Sosnowski
 III Katedra i Klinika Kardiologii Śl. AM
 ul. Ziołowa 47, 40–635 Katowice
 tel./faks (0 32) 252 39 30, e-mail: msos@poczta.onet.pl
 Nadesłano: 8.04.2004 r. Przyjęto do druku: 1.07.2004 r.

Conclusions: *Left ventricular dysfunction and accelerated heart rate are two independent determinants of HRV in patients with chronic AF. Less important factors influencing HRV are ischaemic aetiology of AF, diabetes and older age. Therefore, it seems that factors determining HRV in patients with chronic AF are actually the same, as in patients with sinus rhythm.* (Folia Cardiol. 2004; 11: 625–631)

heart rate, atrial fibrillation, left ventricular function

Wstęp

Analiza zmienności rytmu serca (HRV, *heart rate variability*) jest uznaną metodą pozwalającą na nieinwazyjną ocenę nerwowej regulacji rytmu serca. Określa się ją na podstawie 24-godzinnej zapisu EKG metodą Holtera. Pozwala ona na uwzględnienie wszystkich czynników warunkujących HRV, lecz przede wszystkim dostarcza cennych danych, wykorzystywanych w prognozowaniu zdarzeń u chorych z zawałem serca i niewydolnością serca [1–6]. Wiarygodna analiza HRV w dziedzinie czasu i częstotliwości wymaga obecności niezakłóconego rytmu zatokowego w okresie rejestracji EKG. Obecność licznych zaburzeń rytmu czyni tę analizę mniej przydatną, a obecność migotania przedsionków (AF, *atrial fibrillation*) wyklucza możliwość standardowej analizy HRV. W standardach NASPE, dotyczących rejestracji i analizy ambulatoryjnego EKG metodą Holtera, wymienia się analizę HRV jako nieprzydatną w razie utrwalonego AF [1, 7]. Dane patofizjologiczne wskazują jednak, że HRV w migotaniu przedsionków, nawet wówczas gdy ocenia się ją za pomocą standardowych czasowych parametrów HRV, uwarunkowana jest aktywnością nerwu błędnego [8, 9]. Mniej poznane są natomiast kliniczne uwarunkowania HRV w migotaniu przedsionków. Autorzy opracowali metodę analizy HRV na podstawie numerycznego przetwarzania mapy powrotu. Wprowadza ona wskaźnik zwany frakcją HRV (HRVF) wyrażoną w procentach [10]. Upřednio dowiedziono, że wiarygodny pomiar HRVF jest u chorych z AF nie tylko możliwy, lecz pozwala na jej określenie w podobnym zakresie jak u osób z rytmem zatokowym [11]. Ta właściwość HRVF uzasadnia podjęcie próby oceny klinicznych uwarunkowań HRV w migotaniu przedsionków.

Materiał i metody

Do badań włączono 155 chorych z przewlekłym AF, w tym 93 mężczyzn i 62 kobiety w wieku 25–84 lat (śr. 64 ± 11 lat), leczonych w III Klinice Kardiologii Śl. AM, u których wykonano 24-godzinne

badanie holterowskie w okresie od lipca 1997 roku do października 2001 roku. W grupie badanych najczęstszą przyczyną AF była choroba wieńcowa (96 chorych, w tym 51 z przebyłym zawałem serca). U 7 chorych przyczyną AF była pierwotna kardiomiopatia rozstrzeniowa, a u pozostałych 52 pacjentów — inne schorzenia (głównie wady serca). Do badań nie włączono chorych z idiopatycznym AF. Cechy niewydolności serca odnotowano u 2/3 badanych, niemniej chorzy z III i IV klasą NYHA stanowili 22% ogółu. Istotną dysfunkcją skurczową lewej komory, określoną wielkością frakcji wyrzutowej lewej komory (LVEF, *left ventrion low ejection fraction*) poniżej 30%, stwierdzono u 19% badanych, a kardiomegalię u 24%. Cukrzycę stwierdzono u 28 chorych (18%).

U każdego badanego wykonano 24-godzinną rejestrację EKG. Analizie poddano standardowe czasowe parametry HRV oraz HRVF, którą obliczano na podstawie numerycznej analizy mapy powrotu (znanej jako wykres Lorenza). Dokładny opis metodyki podano we wcześniejszej pracy [12]. Skrótowno, wskaźnik HRVF opisuje globalną zmienność jako odsetek (*fraction*), jaki stanowi zmienność po odjęciu dwóch dominujących zakresów RR, zależnych od rytmu snu i czuwania. Różnica ta znormalizowana jest względem całkowitej liczby interwałów RR, pomniejszona o wskaźnik NN_{50} , zawierający sąsiadujące interwały różniące się czasem trwania o mniej niż 50 ms. Prawidłowy zakres wartości wskaźnika HRVF określono upřednio u osób zdrowych. Dolną granicę HRVF, wynoszącą 35%, wyznaczono jako wartość 2,5 percentyla [12]. W zależności od wartości tego wskaźnika grupę badanych podzielono na chorych z prawidłową ($\geq 35\%$, $n = 117$) i obniżoną HRVF ($< 35\%$, $n = 38$).

W celu oceny uwarunkowań HRV w AF przeprowadzono analizę jedno- i wieloczynnikową. Pod uwagę wzięto następujące parametry jakościowe, których związek z parametrami HRV dowiedziono w licznych badaniach u osób z rytmem zatokowym: wiek (< 65 , ≥ 65), płeć (M, K), rozpoznanie [pierwotna kardiomiopatia rozstrzeniowa (DCM, *dilated cardiomyopathy*), niepowikłana choroba wieńcowa (CAD, *coronary artery disease*), przebyty zawał ser-

ca, inna niż niedokrwienna etiologia AF (NCAD, *non-CAD*), cukrzyca (tak, nie), stosowanie β -adrenolityków (tak, nie), klasa NYHA (I–II, III–IV), wartość LVEF (< 30 , 30 – 49 , ≥ 50), wymiar końcoworozkurczowy lewej komory — LVEDD (*left ventricular end-diastolic diameter*) (> 60 , ≤ 60) oraz częstość rytmu serca (< 70 , 70 – 89 , ≥ 90 bpm).

Zależności między parametrami ilościowymi oceniano testami korelacji rang, natomiast między parametrami jakościowymi za pomocą testu χ^2 . Ze względu na różny od normalnego rozkład większości wskaźników HRV ich analizę ilościową przeprowadzono z zastosowaniem testu Kołmogorowa-Smirnowa. Poziom istotności statystycznej różnic przyjęto dla $p < 0,05$. W analizie statystycznej wykorzystano pakiet Statistica for Windows 5.1 (Stat-Soft Polska).

Wyniki

Wiek i płeć nie wpływały istotnie na HRV u chorych z AF. Niemniej niską HRV obserwowano nieznamienne częściej u osób powyżej 64 rż. (tab.1). Przebyty zawał serca był istotnym czynnikiem HRV (był 2-krotnie częściej odnotowywany u chorych z niską HRV), a grupa pacjentów po za-

wale serca stanowiła ponad połowę liczby chorych z AF i niską HRV (tab.1). Odwrotnie było w przypadku NCAD — wiązała się ona z wyższą HRV. Spośród 58 chorych z NCAD tylko u 9 (16%) odnotowano niską HRV. Występowanie zredukowanej HRV nie różniło się znamienne w zależności od klasy NYHA. Cukrzyca wiązała się z niską HRV (występowała 2,5-krotnie częściej w tej grupie niż u osób bez cukrzycy). Nie obserwowano zależności między HRV a stosowaniem β -adrenolityków. Najsilniejszym czynnikiem warunkującym HRV okazała się LVEF (tab. 1). Niską HRV obserwowano 2-krotnie częściej u chorych z LVEF $< 30\%$, podczas gdy w grupie z prawidłową HRV chorzy z zachowaną i miernie upośledzoną LVEF stanowili 85% ogółu badanych. U 40% chorych z kardiomegalią (LVEDD > 60 mm) stwierdzono obniżoną HRV w porównaniu z 80% chorych z prawidłową HRV i LVEDD. Częstość rytmu serca była drugim (obok LVEF) najistotniejszym czynnikiem warunkującym wielkość HRV w AF. Obniżoną HRV obserwowano prawie u połowy chorych z częstością rytmu serca wynoszącą powyżej 90 bpm w porównaniu z 85% prawidłowej HRV przy częstości rytmu poniżej 90 bpm (tab. 1).

Tabela 1. Analizowane czynniki kliniczne w grupach z niską i prawidłową wartością zmienności rytmu serca
Table 1. Clinical characteristic of the groups with normal and reduced heart rate variability

	HRVF $< 35\%$ (n = 38)	HRVF $\geq 35\%$ (n = 117)	p
Wiek	66 \pm 9	63 \pm 11	NS
Wiek ≥ 65 rż.	25 (66%)	58 (50%)	$< 0,082$
Płeć męska	26 (68%)	67 (57%)	NS
Etiologia:			$< 0,05$
pierwotna kardiomiopatia rozstrzeniowa	1 (7%)	6 (5%)	
niepowikłana choroba wieńcowa	9 (24%)	36 (31%)	
przebyty zawał serca	20 (52%)	31 (26%)	
nie-niedokrwienna etiologia migotania przedsionków	8 (21%)	44 (38%)	
Cukrzyca (tak)	12 (32%)	16 (14%)	$< 0,05$
Beta-blokery (nie)	16 (42%)	40 (34%)	NS
Klasa NYHA > 2	9 (24%)	25 (21%)	NS
Frakcja wyrzutowa lewej komory	36,2 \pm 13,1	45,9 \pm 13,7	$< 0,001$
$< 30\%$	12 (32%)	18 (15%)	$< 0,01$
30 – 49%	18 (47%)	37 (32%)	
$\geq 50\%$	8 (21%)	62 (53%)	
Wymiar końcoworozkurczowy lewej komory	56,9 \pm 8,7	54,9 \pm 7,0	NS
> 60	15 (39%)	22 (18%)	$< 0,05$
≤ 60	23 (61%)	95 (81%)	
Częstość rytmu serca	90,8 \pm 15,0	75,8 \pm 13,1	$< 0,001$
< 70 bpm	1 (3%)	46 (39%)	$< 0,001$
70 – 89 bpm	19 (50%)	54 (46%)	
≥ 90 bpm	18 (47%)	17 (15%)	

HRVF (*heart rate variability fraction*) — frakcja zmienności rytmu serca

Tabela 2. Standardowe wskaźniki zmienności rytmu serca u chorych z migotaniem przedsionków i niską bądź prawidłową frakcją zmienności rytmu serca (HRVF)**Table 2.** Standard heart rate variability measures in the atrial fibrillation patients with normal and reduced heart rate variability fraction (HRVF)

	HRVF < 35% (n = 38)	HRVF ≥ 35% (n = 117)	p
SDNN	156 ± 45	209 ± 53	< 0,001
SDNN < LNL	0	0	NA
SDANN	83 ± 38	128 ± 45	< 0,001
SDANN < LNL	22 (58%)	12 (10%)	< 0,001
SDNNI	130 ± 40	164 ± 41	< 0,001
SDNNI < LNL	0	0	NA
RMSSD	156 ± 50	193 ± 54	< 0,001
RMSSD < LNL	0	0	NA
pNN ₅₀	55,4 ± 11,2	64,7 ± 11,0	< 0,001
pNN ₅₀ < LNL	0	0	NA

LNL (*lower normal limit*) — dolna granica normy u osób z rytmem zatokowym; Wskaźniki standardowe: SDNN — odchylenie standardowe wszystkich „normalnych” odstępów RR [ms], SDANN — odchylenie standardowe średnich odstępów RR z 5-minutowych okresów rejestracji [ms], SDNNI — odchylenie standardowe zmienności odstępów RR z 5-minutowych okresów rejestracji [ms], RMSSD — pierwiastek średniej sumy kwadratów różnic między sąsiadującymi odstępami RR [ms], pNN₅₀ — odsetek sąsiadujących odstępów RR różniących się o 50 ms i więcej [%], NA — niedające się porównać (nieoceniane)

Obniżona HRVF (< 35%) u chorych z AF wiązała się z istotnie niższymi średnimi wartościami standardowych czasowych wskaźników HRV (tab. 2). Zwraca uwagę, że średnie te, z wyjątkiem SDANN, mieściły się całkowicie w granicach norm dla poszczególnych wskaźników (określonych jedynie dla rytmu zatokowego), a dla parametrów odzwierciedlających wpływ wagalne (RMSSD i pNN₅₀) znacznie je przekraczały; SDANN był jedynym parametrem czasowym, którego wartości poniżej dolnej granicy normy odnotowano u osób chorych z AF, głównie u osób z niską HRVF (tab. 2).

Zmienność rytmu serca, określana wielkością jej frakcji, nie korelowała z wiekiem w badanej populacji chorych z AF (tab. 3). Dodatnia istotna statystycznie korelacja z LVEF była słaba. Z wartością HRVF ujemnie korelowała częstość rytmu serca, a dodatnio — parametry standardowe HRV. Najsilniej skorelowanym parametrem czasowym był wskaźnik SDANN (R = 0,618).

Analiza wieloczynnikowa, w której uwzględniono uprzednio wymienione czynniki kliniczne, wykazała, że niezależnymi istotnymi czynnikami warunkującymi HRV w AF były częstość rytmu serca i frakcja wyrzutowa lewej komory (ryc. 1).

Dyskusja

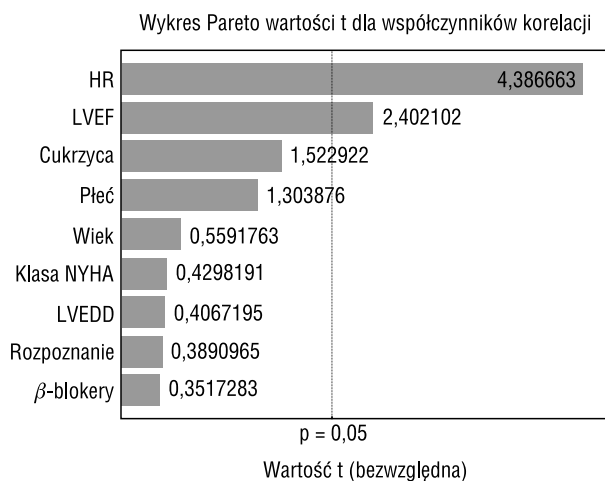
Niniejsza praca jest jednym z nielicznych oryginalnych opracowań, dotyczących klinicznych warunkowań HRV u chorych z AF, pomimo upływu ponad dwóch dekad analiz HRV. Nieliczne badania nad

Tabela 3. Korelacje między wybranymi parametrami klinicznymi a wartością frakcji zmienności rytmu serca (HRVF) u chorych z migotaniem przedsionków**Table 3.** Correlations between heart rate variability fraction (HRVF) and selected clinical parameters atrial fibrillation patients

	HRVF*	p
Wiek	-0,109	NS
LVEF	0,276	< 0,001
LVEDD	-0,087	NS
HR	-0,527	< 0,001
SDNN	0,603	< 0,001
SDANN	0,618	< 0,001
SDNNI	0,523	< 0,001
RMSSD	0,461	< 0,001
pNN ₅₀	0,462	< 0,001

*Wartości przedstawiają współczynniki R korelacji rang Spearmana; LVEF — frakcja wyrzutowa lewej komory, LVEDD — wymiar końcoworozkurczowy lewej komory, HR — częstość rytmu serca; pozostałe skróty jak w tabeli 2

zjawiskiem HRV w AF wskazują, że jest ono w podobnym stopniu, a nawet silniej, zależne od aktywności układu wegetatywnego i pobudzenia nerohumoralnego [8, 9, 13–16]. Obecne podejście do tematu związane jest ściśle z wprowadzeniem nowego wskaźnika HRV — frakcji HRV — która pozwala na oszacowanie globalnej zmienności rytmu serca niezależnie od jego zaburzeń [12]. Pozostaje też



Rycina 1. Niezależne czynniki warunkujące wartość frakcji zmienności rytmu serca u chorych z migotaniem przedsionków; wyjaśnienia skrótów jak w tabelach 2 i 3

Figure 1. Independent determinants of the heart rate variability fraction in patients with atrial fibrillation

w sprzeczności z ugruntowaną opinią o braku przydatności analizy HRV w przypadku AF [1, 7]. Zwraca uwagę, że definicja niskiej HRV przyjęta w pracy opierała się na normach określonych u osób zdrowych (z rytmem zatokowym) [12]. Oznacza to, że HRVF jako jedyny wskaźnik wyznacza zakres prawidłowej i patologicznej HRV, niezależnie od obecności zaburzeń rytmu serca. Znaczenie tych właściwości HRVF najlepiej uwidacznia odsetek chorych eliminowanych z badań dotyczących HRV, wynoszący 6–32% [6]. Dotyczy to zwłaszcza populacji chorych z niewydolnością serca, w której odsetek chorych z AF jest istotnie wysoki — tym wyższy, im cięższa niewydolność serca — sięgając 40–50% chorych w IV klasie NYHA [17, 18].

Wyodrębnione w niniejszej pracy dwie główne determinanty HRV w AF — częstość rytmu serca i LVEF — są w swej istocie tożsame z głównymi czynnikami warunkującymi HRV u osób z niezakłóconym rytmem zatokowym [1, 7, 19–22]. Podobnie jak u chorych z zachowanym rytmem zatokowym, niską HRVF obserwowano u chorych z AF po zawale serca, z kardiomegalią i cukrzycą [1, 7, 23–26].

Streszczenie

Wstęp: Przyjmuje się, że zmienność rytmu serca (HRV) należy oceniać wyłącznie u chorych z rytmem zatokowym. W tych warunkach czynniki determinujące HRV są dobrze poznane. Autorzy wprowadzili wskaźnik — frakcję HRV — oparty na numerycznym przetworzeniu mapy powrotu, który z powodzeniem można stosować do oceny HRV w migotaniu przedsionków (AF). Celem badania była ocena uwarunkowań HRV w przewlekłym AF.

Stwierdzenie obniżonej HRVF u chorych z AF i współistniejącą cukrzycą może być podstawą rozpoznania neuropatii autonomicznej, częstego powikłania cukrzycy. Jak dotąd jest to możliwe jedynie u pacjentów z zachowanym rytmem zatokowym [1]. Brak istotnego związku z klasą NYHA, opisywaną przez niektórych badaczy u chorych z rytmem zatokowym, wydaje się zaskakujący, może jednak znaleźć pełne wytłumaczenie w trudnościach z określeniem, na ile główne subiektywne objawy kliniczne niewydolności serca są związane ze stanem wydolności krążenia, a na ile z obecnością migotania przedsionków *per se* [27, 28].

Choć wszystkie standardowe parametry czasowe HRV były istotnie obniżone w grupie osób z AF i niską HRVF, wyniki niniejszej pracy potwierdzają faktyczną ich całkowitą nieprzydatność, gdyż obserwowane wartości tych wskaźników mieściły się bądź przekraczały normy ustalone u osób z rytmem zatokowym. Wyjątkiem wydaje się wskaźnik SDANN, który dość swoiście identyfikował 50% chorych z niską HRVF, i pod tym względem przewyższał wszystkie inne parametry czasowe HRV.

Przedstawiona praca ma charakter poznawczy, nie pozwala zatem sformułować wniosków na temat przydatności klinicznej w ocenie rokowania. Zważywszy, że wartość rokowniczą HRV w AF wykazano jednak z zastosowaniem zarówno parametrów czasowych [14], jak i nieliniowych [15], można oczekiwać, że HRVF okaże się wskaźnikiem rokowniczym w migotaniu przedsionków. Wymaga to dalszych prospektywnych badań w ściśle określonych stanach klinicznych, tym bardziej że rokowanie wydaje się bardziej zależeć od etiologii niż współistniejących zaburzeń rytmu serca.

Wnioski

Dysfunkcja skurczowa lewej komory i przyspieszona częstość rytmu serca są jedynymi niezależnymi czynnikami warunkującymi wartość HRV u chorych z AF. Mniejsze znaczenie mają etiologia niedokrwienności, obecność cukrzycy i zaawansowany wiek. Wydaje się zatem, że uwarunkowania HRV w AF są właściwie podobne jak przy zachowanym rytmie zatokowym.

Materiał i metody: Przebadano 155 chorych z przewlekłym AF, w tym 93 mężczyzn i 62 kobiety w wieku 25–84 lat (śr. 64 ± 11 lat). U każdego badanego wykonano 24-godzinną rejestrację EKG. Analizie poddano standardowe czasowe parametry HRV oraz frakcję HRV (HRVF). W zależności od wartości tego wskaźnika grupę badanych podzielono na chorych z prawidłową ($\geq 35\%$, $n = 114$) i obniżoną HRVF ($< 35\%$, $n = 38$). W celu oceny uwarunkowań HRV w AF przeprowadzono analizę wieloczynnikową. Pod uwagę wzięto następujące parametry jakościowe: wiek (< 65 , ≥ 65), płeć (M, K), rozpoznanie (DCM, CAD, NCAD, przebyty zawał serca), cukrzycę (tak, nie), stosowanie β -adrenolityków (tak, nie), klasę NYHA (I–II, III–IV), wartość frakcji wyrzutowej lewej komory (LVEF < 30 , 30 – 49 , ≥ 50), wymiar końcoworozkurczowy lewej komory (LVEDD > 60 , ≤ 60) oraz częstość rytmu serca (< 70 , 70 – 89 , ≥ 90 bpm).

Wyniki: Wiek i płeć nie wpływały istotnie na HRV u chorych z AF. Niemniej niską HRV obserwowano częściej u osób w wieku 65 lat i więcej. Przebyty zawał serca był istotną determinantą HRV, występował 2 razy częściej u chorych z niską HRV. Odwrotnie, inna niż niedokrwienność etiologia AF łączyła się z wyższą HRV. Zredukowana HRV była częstsza u chorych z III–IV klasą NYHA. Obecność cukrzycy silnie wiązała się z niską HRV. Nie obserwowano zależności między HRV a stosowaniem β -adrenolityków. Najsilniejszym czynnikiem warunkującym HRV była LVEF. Niska HRV występowała 2-krotnie częściej u chorych z LVEF $< 30\%$, podczas gdy prawidłowa HRV wiązała się z LVEF $> 50\%$. Prawie połowa chorych z kardiomegalią (> 60 mm) charakteryzowała się obniżoną HRV w porównaniu z 80% pacjentów z prawidłową HRV i LVEDD. Częstość rytmu serca była drugą niezależną determinantą HRV w AF. Obniżoną HRV obserwowano prawie u połowy chorych z częstością rytmu serca > 90 bpm w porównaniu z 80% osób z prawidłową HRV, przy częstości rytmu serca < 90 bpm.

Wnioski: Dysfunkcja skurczowa lewej komory i przyspieszona częstość rytmu serca są jedynymi niezależnymi czynnikami warunkującymi wartość HRV u chorych z AF. Mniejsze znaczenie mają etiologia niedokrwienność, obecność cukrzycy i zaawansowany wiek. Wydaje się zatem, że uwarunkowania HRV w AF są właściwie podobne jak przy zachowanym rytmie zatokowym. (Folia Cardiol. 2004; 11: 625–631)

częstość rytmu serca, migotanie przedsionków, czynność lewej komory

Piśmiennictwo

1. Task Force of the European Society for Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretations and clinical use. *Circulation* 1996; 93: 1043–1065.
2. La Rovere M.T., Bigger J.T. Jr., Marcus F.I., Mortara A., Schwartz P.J. Baroreflex sensitivity and heart-rate variability in prediction of total cardiac mortality after myocardial infarction. ATRAMI (Autonomic Tone and Reflexes After Myocardial Infarction) Investigators. *Lancet* 1998; 351: 478–484.
3. Jokinen V., Tapanainen J.M., Seppänen T., Huikuri H.V. Temporal changes and prognostic significance of measures of heart rate dynamics after acute myocardial infarction in the beta-blocking era. *Am. J. Cardiol.* 2003; 92: 907–912.
4. Casolo G., Balli E., Taddei T., Amuhasi J., Gori C. Decreased spontaneous heart rate variability in congestive heart failure. *Am. J. Cardiol.* 1989; 64: 1162–1167.
5. Ponikowski P., Anker S.D., Chua T.P. i wsp. Depressed heart rate variability as an independent predictor of death in chronic congestive heart failure secondary to ischemic or idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am. J. Cardiol.* 1997; 79: 1645–1650.
6. Huikuri H.V., Mäkikallio T., Airaksinen K.E.J., Mitrani R., Castellanos A., Myerburg R.J. Measurement of heart rate variability: a clinical tool or a research toy? *J. Am. Coll. Cardiol.* 1999; 34: 1878–1883.
7. ACC/AHA Guidelines for ambulatory electrocardiography: executive summary and recommendations. *Circulation* 1999; 100: 886–893.
8. Nagayoshi H., Janota T., Hnatkova K., Camm A.J., Malik M. Autonomic modulation of ventricular rate

- in atrial fibrillation. *Am. J. Physiol.* 1997; 272 (Część 2): H1643–H1649.
9. Van den Berg M.P., Haaksma J., Brouwer J. i wsp. Heart rate variability in patients with atrial fibrillation is related to vagal tone. *Circulation* 1997; 96: 1209–1216.
 10. Sosnowski M., Latif S., Clark E., Tendera M., Macfarlane P.W. A new index of heart rate variability. *Eur. Heart J.* 1999; 20 (supl.): 335 (streszczenie).
 11. Sosnowski M., Khand A., Macfarlane P.W., Tendera M. Heart rate variability dependence on systolic left ventricular function: a comparison between patients with sinus rhythm and atrial fibrillation. *Eur. Heart J.* 2001; 22 (supl.): 295 (streszczenie).
 12. Sosnowski M., Czyż Z., Skrzypek-Wańha J., Boczkowska-Gaik E., Tendera M. Age-adjustment of HRV measures and its prognostic value for risk assessment in patients late after myocardial infarction. *Int. J. Cardiol.* 2002; 86: 249–258.
 13. Hayano J., Yamasaki F., Sakata S., Okada A., Mukai S., Fujinami T. Spectral characteristics of ventricular response to atrial fibrillation. *Am. J. Physiol.* 1997; 273: H2811–H2816.
 14. Stein K.M., Borer J.S., Hochreiter C., Devereux R.B., Kligfield P. Variability of the ventricular response in atrial fibrillation and prognosis in chronic nonischemic mitral regurgitation. *Am. J. Cardiol.* 1994; 74: 906–911.
 15. Yamada A., Hayano J., Sakata S. i wsp. Reduced ventricular response irregularity is associated with increased mortality in patients with chronic heart failure. *Circulation* 2000; 103: 300–306.
 16. Tuinenburg A.E., Van Veldhuisen D.J., Boomsma F., Van Den Berg M.P., De Kam P.J., Crijns H.J.G.M. Comparison of plasma neurohormones in congestive heart failure patients with atrial fibrillation versus patients with sinus rhythm. *Am. J. Cardiol.* 1998; 81: 1207–1210.
 17. Benjamin E.J., Wolf P.A., Kannel W.B. The epidemiology of atrial fibrillation. W: Falk R.H., Podrid P.J. (red.) *Atrial fibrillation: mechanisms and management*. Wyd. 2. Lippincot-Raven Publishers, Philadelphia 1997: 1–22.
 18. Knight B.P. Atrial fibrillation in patients with congestive heart failure. *PACE* 2003; 26 (Część II): 1620–1623.
 19. Umetani K., Singer D.H., McCraty R., Atkinson M. Twenty-four hour time domain heart rate variability and heart rate: relations to age and gender over nine decades. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1998; 31: 593–601.
 20. Tsuji H., Venditti F.J. Jr., Manders E.S. i wsp. Determinants of heart rate variability. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1996; 28: 1539–1546.
 21. Copie X., Hnatkova K., Staunton A., Fei L., Camm A.J., Malik M. Predictive power of increased heart rate versus depressed left ventricular ejection fraction and heart rate variability for risk stratification after myocardial infarction. Results of a two-year follow-up study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1996; 27: 270–276.
 22. Hedman A.E., Poloniecki J., Camm A.J., Malik M. Relation of mean heart rate and heart rate variability in patients with left ventricular dysfunction. *Am. J. Cardiol.* 1999; 84: 225–228.
 23. Nolan J., Flapan A.D., Capewell S., MacDonald T., Neilson J.M.M., Ewing D.J. Decreased cardiac parasympathetic activity in chronic heart failure and its relation to left ventricular function. *Br. Heart J.* 1992; 67: 482–486.
 24. Azevedo E.R., Parker J.D. Parasympathetic control of cardiac sympathetic activity: normal ventricular function versus congestive heart failure. *Circulation* 1999; 100: 274–279.
 25. Minamihaba O., Yamaki M., Tomoike H., Kubota I. Severity in myocardial dysfunction contributed to long-term fluctuation in heart rate, rather than short-term fluctuations. *Ann. Noninvas. Electrocardiol.* 2003; 8: 132–138.
 26. Stein P.K., Domitrovich P.P., Kleiger R.E. for the CAST Investigators. Including patients with diabetes mellitus coronary artery bypass grafting decreases association between heart rate variability mortality after myocardial infarction. *Am. Heart J.* 2004; 147: 309–316.
 27. Pardaens K., Van Cleemput J., Vanhaecke J., Fagard R.H. Atrial fibrillation is associated with a lower exercise capacity in male chronic heart failure patients. *Heart* 1997; 78: 564–568.
 28. Pitzalis M.V., Mastropasqua F., Massari F. i wsp. Dependency of premature ventricular contractions on heart rate. *Am. Heart J.* 1997; 133: 153–161.