

Ocena wpływu rodzaju i wielkości impulsu kardiowertującego na stopień uszkodzenia miokardium — doświadczenia własne

Impact of type and load of energy delivered during cardioversion on myocardial injury — own experience

Dariusz A. Kosior¹, Tomasz Chwyczko², Mariusz Jasik³, Wiesław Tadeusiak⁴,
Daniel Rabczenko⁵ i Grzegorz Opolski¹

¹I Katedra i Klinika Kardiologii Akademii Medycznej w Warszawie

²II Klinika Choroby Wieńcowej Instytutu Kardiologii w Warszawie

³Katedra i Klinika Gastroenterologii i Chorób Przemiany Materii
Akademii Medycznej w Warszawie

⁴Zakład Diagnostyki Laboratoryjnej Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego w Warszawie

⁵Dział Biostatystyki Medycznej Państwowego Instytutu Higieny w Warszawie

Abstract

Background: *The aim of our study was to assess the impact of type and load of energy delivered in form of a standard monophasic or biphasic shock during cardioversion (CV) of atrial fibrillation (AF) upon myocardial injury as measured by concentration of cardiac troponin I (cTnI) and myoglobin (Myo).*

Material and methods: *consecutive 48 patients with persistent AF (F/M 15/33; mean age 61.4 ± 10.7 years) qualified to elective CV were randomly assigned either to monophasic or biphasic impulse protocol procedure. Plasma levels of cTnI and Myo were measured before and then 6, and 24 hours after the procedure.*

Results: *Biphasic shock CV was performed in 54.2% of studied patients. Biphasic impulse was significantly more effective (100% vs. 88%; $p < 0.04$) and required less energy (187.6 ± 105.3 vs. 348.1 ± 254.1 J, $p < 0.001$) in comparison with monophasic shock procedure. A significant increase in plasma cTnI level during 24 hours (0.23 ± 0.18 vs. 0.41 ± 0.37 ng/ml, $p < 0.04$) and mean Myo concentration during the first 6 hours (38.2 ± 14.2 vs. 221.9 ± 51.3 ng/ml, $p < 0.001$) following the procedure were noted after CV with monophasic impulse delivered. There was no significant difference in Myo and cTnI serum concentration after biphasic CV. Increases of plasma cTnI and Myo concentration in monophasic group correlated closely with cumulative energy delivered ($r = 0.58$, $p < 0.004$ for Myo and $r = 0.67$, $p < 0.001$ for cTnI). As well as a positive correlation between cumulative energy load delivered during cardioversion and increase of studied markers indexed with left ventricular mass was established ($r = 0.45$, $p < 0.02$ for Myo and $r = 0.47$, $p = 0.01$ for cTnI) were recorded.*

Adres do korespondencji: Dr med. Dariusz A. Kosior

I Katedra i Klinika Kardiologii AM

ul. Banacha 1A, 02–097 Warszawa

tel. (0 22) 599 17 58, faks (0 22) 599 19 57

e-mail: dkosior@acn.waw.pl

Nadesłano: 7.04.2005 r.

Przyjęto do druku: 5.05.2005 r.

Conclusions: *Biphasic impulse delivered during CV of persistent AF seems to be more efficient with the lower energy requirement, so may result in less myocardial injury during the procedure.* (Folia Cardiol. 2005; 12: 627–634)

atrial fibrillation, electrical cardioversion, monophasic shock, biphasic shock, troponin I, myoglobin

Wstęp

Kardiowersja elektryczna (CV, *cardioversion*) ze względu na skuteczność i bezpieczeństwo jest metodą z wyboru przywracania rytmu zatokowego (SR, *sinus rhythm*) u chorych z przetrwałym migotaniem przedsionków (AF, *atrial fibrillation*) [1–3]. Impuls elektryczny użyty podczas zabiegu, niezależnie od wpływu na błony komórkowe miocytów, może prowadzić do uszkodzenia ciągłości błon komórkowych, w tym także mięśni szkieletowych. Ze względu na potencjalnie szkodliwy efekt zabiegu zaleca się ograniczyć wielkość energii użytej podczas CV, ale to w istotny sposób może zmniejszyć skuteczność tej metody. Możliwość wykorzystania impulsu dwufazowego podczas CV znacznie wpłynęła na ostateczny efekt zabiegu. Na podstawie dostępnych opracowań trudno jest jednoznacznie ocenić zależność wielkości i rodzaju energii użytej podczas zabiegu CV i stopnia uszkodzenia mięśnia sercowego.

Celem niniejszego badania było prospektywne i bezpośrednie porównanie skuteczności i bezpieczeństwa zabiegu CV przy użyciu impulsu jedno- i dwufazowego u chorych z przetrwałym AF ocenianych na podstawie zdolności przywrócenia SR oraz stopnia uszkodzenia miokardium i mięśni szkieletowych za pomocą dynamiki zmian osoczowych stężeń sercowej frakcji troponiny I i mioglobiny [4, 5].

Material i metody

Do badania włączono chorych z przetrwałym, objawowym AF, zakwalifikowanych do zabiegu przywrócenia SR, w wieku 18–75 lat, u których udało się usunąć lub kontrolować przyczynę arytmii oraz nie stwierdzano przeciwwskazań do przeprowadzenia zabiegu CV i leczenia przeciwwskazowego.

Kryteria wykluczające z badania stanowiły: udokumentowana nietolerancja lub przeciwwskazania do stosowania doustnych antykoagulantów, nieskuteczna kardiowersja AF w wywiadzie, choroby tarzycy, ciąża lub okres laktacji, ostre zapalenie mięśnia sercowego, zaawansowana niewydolność ser-

ca w IV klasie według klasyfikacji *New York Heart Association* (NYHA), nadciśnienie tętnicze niepodlegające się leczeniu (skurczowe ciśnienie tętnicze powyżej 115 mm Hg), hipotensja (ciśnienie skurczowe poniżej 90 mm Hg), nadciśnienie płucne (skurczowy gradient przez zastawkę trójdzielną powyżej 35 mm Hg), wada zastawkowa serca kwalifikująca do leczenia chirurgicznego, odstęp RR powyżej 3 s, rytm o częstości komór poniżej 90/min (bez stosowania leków zwalniających czynność serca), blok odnogi pęczka Hisa, niewydolność wątroby bądź nerek lub uszkodzenie ośrodkowego układu nerwowego, zaawansowana postać choroby oskrzelowo-płucnej lub inne ciężkie schorzenia mogące istotnie wpływać na efekt zabiegu. Z badania wykluczano także pacjentów z implantowanym układem stymulującym serca lub kardioverterem-defibrylatorem, u których wymagane przyłożenie elektrod w pozycji przednio-tylnej mogłoby w istotny sposób wpływać na skuteczność zabiegu [6].

Badanie przeprowadzono w I Katedrze i Klinice Kardiologii Akademii Medycznej w Warszawie. Protokół badania został zaakceptowany przez odpowiednią dla ośrodka badawczego Komisję Bioetyczną. Wszystkich chorych szczegółowo poinformowano o celu i sposobie przeprowadzenia badania. Od każdego pacjenta uzyskano pisemną zgodę na udział w badaniu i osobną zgodę na przeprowadzenie zabiegu kardiowersji elektrycznej.

Protokół kardiowersji elektrycznej

Ze względu na przetrwały charakter zaburzeń rytmu serca każdy zabieg CV poprzedzono co najmniej 4-tygodniową terapią doustnymi antykoagulantami z zalecanymi wartościami międzynarodowego znormalizowanego współczynnika (INR, *international normalized ratio*) wynoszącymi 2–3 [7]. Zabieg wykonywano w krótkotrwałym znieczuleniu ogólnym, jako premedykację, stosując fentanyl *i.v.* (Fentanyl, Polfa; bolus 0,05 mg *i.v.*, czyli pół ampułki w przypadku chorych o masie ciała mniejszej niż 70 kg i jedną ampulkę, czyli 0,1 mg *i.v.* w przypadku osób o masie ciała większej niż 70 kg).

Po 10 minutach jako zasadnicze znieczulenie podawano etomidat (Hypnomidate, Janssen; bolus *i.v.* 0,1–0,3 mg/kg mc. przez 2–3 min) i po zaniknięciu odruchów rzęskowych w sposób klasyczny przeprowadzano kardiwersję. Elektrody o powierzchni 83 cm² lokalizowano w projekcji przedsercowej: w prawej okolicy podobojczykowej i w okolicy koniuszka serca. Zabieg rozpoczynano, korzystając z energii 2 J/kg mc., a następnie w przypadku utrzymywania się AF 2-krotnie stosowano maksymalną energię wynoszącą 360 J, do ustąpienia zaburzeń rytmu lub łącznej dawki 1080 J. Kardiwersję uznawano za skuteczną w przypadku utrzymywania się rytmu zatokowego przez co najmniej 2 godziny po zabiegu. Zabieg przeprowadzano, używając aparatu SERVOCARD firmy Helige, przy wykorzystaniu impulsu jednofazowego lub aparatu LIFEPACK 25 firmy Medtronic wytwarzającego dwufazowy impuls elektryczny. Wyboru rodzaju energii dokonywano w sposób losowy.

Badanie echokardiograficzne

Przed zabiegiem CV u wszystkich chorych wykonywano badanie echokardiograficzne w celu oceny wielkości i funkcji jam serca oraz wykluczenia współistnienia patologii mogących wpływać na wybór lub efekt proponowanego leczenia. Oceny wymiarów jam serca dokonywano w projekcji przykostkowej w osi długiej i krótkiej w prezentacji M w III lub IV międzyżebrowo oraz projekcji koniuszkowej 4-jamowej w prezentacji 2D. Jamy serca mierzono zgodnie z zasadami ustalonymi przez Amerykańskie Towarzystwo Echokardiograficzne [8, 9]. Wynik każdego pomiaru morfologicznego uzyskiwano, uśredniając wartości z pięciu pomiarów cząstkowych rejestrowanych w pięciu kolejnych ewolucjach serca. Frakcję wyrzutową lewej komory obliczano na podstawie wcześniejszych pomiarów lewej komory wykonanych u chorych [10]. Oceniając wielkość frakcji wyrzutowej u pacjentów z odcinkowymi zaburzeniami kurczliwości posługiwano się zmodyfikowaną regułą Simpsona, dokonując pomiarów w projekcji koniuszkowej [11, 12]. Masę lewej komory obliczano za pomocą wzoru Devereux [13].

Badania biochemiczne

Stężenie mioglobiny (Myo) i frakcji sercowej troponiny I (cTnI) oznaczano za pomocą analizatora immunologicznego AXSYM firmy ABBOTT (Stany Zjednoczone; metoda FPIA). Oceny stężenia badanych parametrów biochemicznych dokonywano bezpośrednio przed CV oraz 6 i 24 godziny po zabiegu. Zakres wartości referencyjnych (podawany przez producenta zestawu do oznaczania) dla

Myo wynosił do 116,3 ng/ml. Dla cTnI jako linię odcięcia, zgodnie z zaleceniami producenta, przyjęto stężenie 0,9 ng/ml.

Analiza statystyczna

Wyniki końcowe przedstawiono jako średnie wartości z odchyleniem standardowym — w przypadku zmiennych ciągłych lub jako liczbę i odsetek pacjentów z wyróżnioną cechą — w przypadku zmiennych kategoriowych. Porównania zmienności w czasie w każdej z badanych grup dokonywano przy użyciu testu Friedmana, natomiast do porównań pomiędzy grupami przed CV oraz po 6 i 24 godzinach od zabiegu wykorzystano test Manna-Whitneya. W celu zbadania związku energii użytej w czasie kardiwersji ze zmianami cTnI i Myo obliczano współczynnik korelacji Spearmana i przeprowadzano test jego istotności statystycznej. Za istotne statystycznie uznawano $p < 0,05$.

Wyniki

Do badania włączono kolejnych 48 pacjentów (w tym 15 kobiet i 33 mężczyzn w średnim wieku $61,4 \pm 10,7$ roku) z przetrwałym, niezastawkowym AF, zakwalifikowanych do planowego zabiegu kardiwersji elektrycznej. Średni czas utrzymywania się zaburzeń rytmu serca przed planowanym zabiegiem wynosił $219,6 \pm 114,7$ dnia. Przed CV u każdego chorego w sposób losowy dokonywano wyboru rodzaju zastosowanego impulsu podczas zabiegu. Kardiwersję przy użyciu impulsu jednofazowego wykonano u 22 (45,8%) osób, a prąd dwufazowy zastosowano u kolejnych 26 (54,2%) chorych. Badane grupy nie różniły się pod względem wieku, płci oraz chorób współistniejących. Szczegółową charakterystykę kliniczną i echokardiograficzną pacjentów przedstawiono w tabeli 1.

Zabieg CV przeprowadzono u wszystkich pacjentów włączonych do badania. Średnia liczba impulsów koniecznych do przywrócenia rytmu zatokowego nie różniła się pomiędzy obiema grupami ($2,6 \pm 1,1$ vs. $2,4 \pm 1,3$; $p = 0,64$). Odsetek pacjentów, u których przywrócono SR, wzrastał wraz ze zwiększeniem liczby zastosowanych impulsów w obu badanych grupach. Pomimo że liczba badanych nie była duża, różnica pomiędzy skutecznością przywrócenia SR po trzech próbach pomiędzy obiema grupami była istotna statystycznie: 88% — w grupie, w której zastosowano prąd jednofazowy i 100% — w grupie, w której użyto prądu dwufazowego; ($p < 0,04$). Przywrócenie SR za pomocą impulsu dwufazowego wymagało zastosowania mniejszej całkowitej energii użytej podczas CV ($187,6 \pm 105,3$ vs.

Tabela 1. Charakterystyka badanych grup**Table 1.** Description of the studied groups

Parametr	Liczba impulsów jednofazowych	Liczba impulsów dwufazowych	p
Liczba pacjentów	22	26	NS
Wiek (lata)	61,3 ± 9,1	62,1 ± 10,5	NS
Płeć (kobiety/mężczyźni)	6 (27%)/16 (73%)	9 (35%)/17 (65%)	NS
Średni czas trwania AF (dni)	214,2 ± 104,3	225,4 ± 114,6	NS
Etiologia AF:			
Choroba wieńcowa	5 (22,7%)	7 (26,9%)	NS
Zawał serca	2 (9,0%)	3 (11,5%)	NS
Pomostowanie aortalno-wieńcowe	1 (4,5%)	0 (0,0%)	NS
Nadciśnienie tętnicze	14 (63,5%)	17 (65,3%)	NS
Wada zastawkowa serca	8 (36,4%)	10 (38,5%)	NS
Cukrzyca	3 (13,6%)	5 (19,2%)	NS
Idiopatyczne AF (<i>lone</i> AF)	4 (18,1%)	5 (19,2%)	NS
Kardiowersja elektryczna:			
Skuteczność	88%	100%	0,04
Średnia użyta energia [J]	348,1 ± 254,1	187,6 ± 105,3	0,001
Niewydolność serca (klasa NYHA)			
I	17 (77,0%)	18 (70,0%)	NS
II	4 (18,5%)	6 (23,0%)	NS
III	1 (4,5%)	2 (7,0%)	NS
Parametry echokardiograficzne:			
LAsax [mm]	43,9 ± 2,8	44,1 ± 3,2	NS
IVS [mm]	11,2 ± 0,2	10,5 ± 0,3	NS
PWT [mm]	10,3 ± 0,4	10,8 ± 0,9	NS
LVEDD [mm]	51,8 ± 5,9	52,2 ± 6,8	NS
EF (%)	54,8 ± 6,6	55,2 ± 7,19	NS
LVM [g]	186,7 ± 62,2	175,9 ± 37,3	NS

AF (*atrial fibrillation*) — migotanie przedsionków; LAsax — wymiar lewego przedsionka w osi przednio-bocznej; LVEDD (*left ventricular end-diastolic diameter*) — wymiar końcoworozkurczowy lewej komory serca; EF (*ejection fraction*) — frakcja wyrzutowa; PWD (*posterior wall diameter*) — wymiar ściany tylnej; IVS (*interventricular septum*) — przegroda międzyprzedsionkowa; LVM (*left ventricular mass*) — masa lewej komory serca

348,1 ± 254,1 J; $p < 0,001$). Powikłania po zabiegu były rzadkie i dobrze tolerowane. U 1 pacjenta wystąpił epizod rytmu zastępczego, rytm zatokowy przywrócono po podaniu 1 mg atropiny *i.v.* U 1 chorego konieczne było wszczęcie układu stymulującego serce z powodu bradykardii (tab. 1).

Dynamika osoczowego stężenia troponiny I

W grupie osób, u których kardiowersję wykonano przy użyciu impulsu jednofazowego, średnie osoczowe stężenie cTnI przed zabiegiem wynosiło 0,23 ± 0,18 ng/ml. Nie stwierdzano istotnego wzrostu ocenianego parametru w czasie pierwszych 6 godzin od zabiegu. Średnie stężenie cTnI po 24 godzinach od CV wynosiło odpowiednio 0,41 ± 0,37 ng/ml i było istotnie wyższe w porównaniu z wartościami wyjściowymi ($p < 0,03$) oraz po 6 godzinach od za-

biegu (0,31 ± 0,29 ng/ml; $p < 0,04$). W grupie chorych poddanych kardiowersji z wykorzystaniem impulsu dwufazowego nie stwierdzano istotnych statystycznie zmian średnich wartości osoczowych stężeń cTnI w czasie 24 godzin po zabiegu. Dynamikę zmian średnich wartości cTnI w czasie 24 godzin po CV w zależności od rodzaju użytej energii przedstawiono w tabeli 2.

W grupie chorych, u których zastosowano impuls jednofazowy, wzrost średniego stężenia cTnI między wartością wyjściową a wartością odnotowaną 24 godziny po zabiegu CV ściśle korelował w łączną wielkością użytej energii podczas zabiegu ($r = 0,67$; $p < 0,001$). Dodatkowo zaobserwowano istotnie statystyczną dodatnią korelację pomiędzy łączną wartością użytej do kardiowersji energii i wzrostem badanych markerów przeliczonych na

masę lewej komory serca ($r = 0,47$; $p < 0,01$). Analogiczne zależności nie występowały w grupie, w której zastosowano impuls dwufazowy. Korelacje między łączną użytą energią a zmianami osoczowego stężenia badanych markerów przedstawiono na rycinie 1 i w tabeli 2.

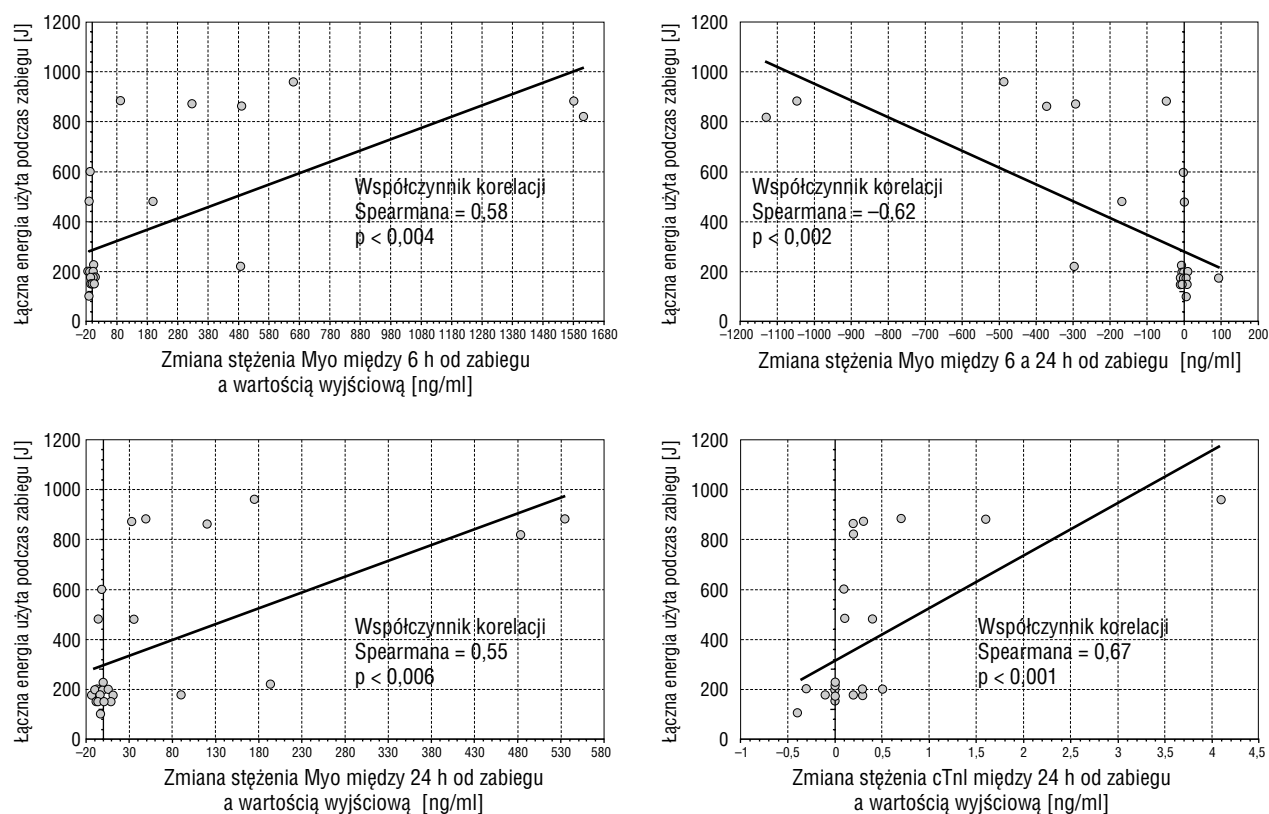
Dynamika osoczowego stężenia mioglobiny

Wyjściowo nie stwierdzono istotnych różnic w zakresie średniego osoczowego stężenia Myo ($38,2 \pm 14,2$ vs. $41,1 \pm 20,9$ ng/ml) między obiema badanymi grupami. U pacjentów poddanych zabiegowi CV z wykorzystaniem impulsu jednofazowego

Tabela 2. Dynamika zmian średnich wartości ocenianych parametrów biochemicznych w czasie 24 godzin po zabiegu kardiowersji w zależności od rodzaju użytej energii

Table 2. Changes dynamics of mean values of assessed biochemical parameters 24 hours after the cardioversion procedure depending on type of impulse used

		Przed kardiowersją	Po kardiowersji		p
			6 h	24 h	
cTnI [ng/ml]	Impuls jednofazowy	$0,23 \pm 0,18$	$0,31 \pm 0,29$	$0,41 \pm 0,37$	0,04
	Impuls dwufazowy	$0,16 \pm 0,12$	$0,17 \pm 0,21$	$0,21 \pm 0,19$	NS
		NS	0,045	0,001	
Myo [ng/ml]	Impuls jednofazowy	$38,2 \pm 14,2$	$221,9 \pm 51,3$	$107,5 \pm 46,1$	0,001
	Impuls dwufazowy	$41,1 \pm 20,9$	$43,5 \pm 30,9$	$42,6 \pm 29,1$	NS
		NS	0,018	0,034	



Rycina 1. Korelacja dynamiki zmian osoczowego stężenia cTnI i Myo z wielkością i rodzajem impulsu kardiowertującego w badanej grupie chorych

Figure 1. Correlation between changes dynamics of serum cTnI and Myo concentration with load and type of CV impulse in the studied patients' group

średnie stężenie Myo zwiększyło się istotnie w czasie pierwszych 6 godzin ($38,2 \pm 14,2$ vs. $221,9 \pm 51,3$ ng/ml; $p < 0,002$). Podczas dalszej obserwacji stwierdzano istotnie statystycznie zmniejszenie średnich wartości stężenia ocenianego parametru, a różnica pomiędzy stężeniem Myo ocenianym po 24 i 6 godzinach od zabiegu była istotna statystycznie ($221,9 \pm 51,3$ vs. $107,5 \pm 46,1$ ng/ml; $p < 0,03$). Pomimo obserwowanych zmian średnie stężenie Myo oceniane po 24 godzinach od zabiegu było nadal istotnie statystycznie wyższe w porównaniu z wartością wyjściową ($p < 0,03$). W grupie chorych leczonych za pomocą CV z zastosowaniem impulsu dwufazowego średnie stężenie Myo utrzymywało się w granicach wartości prawidłowych w czasie całej obserwacji ($41,1 \pm 20,9$ vs. $42,6 \pm 29,1$ ng/ml). Dynamikę zmian średnich wartości Myo w czasie 24 godzin po zabiegu CV w zależności od rodzaju użytej energii przedstawiono w tabeli 2.

Stwierdzano dodatnią korelację pomiędzy zmianami w osoczymym stężeniu Myo przed zabiegiem oraz 6 i 24 godzin po CV a łączną wielkością użytej energii podczas zabiegu z wykorzystaniem impulsu jednofazowego. Początkowy wzrost średniego stężenia Myo w czasie pierwszych 6 godzin obserwacji ($38,2 \pm 14,2$ vs. $221,9 \pm 51,3$ ng/ml; $r = 0,58$; $p < 0,004$) i następujący spadek wartości ocenianego parametru biochemicznego w czasie 24-godzinnej obserwacji ($221,9 \pm 51,3$ ng/ml vs. $107,5 \pm 46,1$ ng/ml; $r = -0,62$; $p < 0,002$) ściśle korelowały z łączną dostarczoną energią podczas zabiegu CV z zastosowaniem impulsu jednofazowego. To samo dotyczy różnic stężeń Myo pomiędzy wartością wyjściową a końcową — po 24 godzinach od CV ($38,2 \pm 14,2$ ng/ml vs. $107,5 \pm 46,1$ ng/ml; $r = 0,55$; $p < 0,006$). Zaobserwowano także istotną statystycznie korelację pomiędzy łączną energią użytą w czasie CV z użyciem impulsu jednofazowego a wzrostem stężenia Myo przeliczonym na masę mięśnia lewej komory serca. Współczynnik korelacji Spearmana opisujący zmiany osocznego stężenia Myo wyjściowo oraz po 6 i 24 godzinach od zabiegu wynosił odpowiednio: $r = 0,54$ ($p < 0,05$) i $r = 0,45$ ($p < 0,02$). Spadek stężenia Myo pomiędzy 6. i 24. godziną po CV także ściśle zależał od łącznej wartości użytej energii ($r = -0,51$; $p = 0,01$). Nie zaobserwowano istotnych zależności pomiędzy łączną wartością użytej energii a stężeniem Myo w grupie pacjentów poddanych CV impulsem dwufazowym.

Dyskusja

Wyniki obserwacji autorów niniejszej pracy dowodzą, że impuls dwufazowy zastosowany pod-

czas zabiegu CV u chorych z przetrwałym AF pozwala na przywrócenie SR w większego odsetka chorych i przy użyciu mniejszej energii w porównaniu z impulsem jednofazowym. Wykazano również, że dzięki wykorzystaniu impulsu dwufazowego uzyskuje się lepsze, wczesne wyniki CV, ale także unika się uszkadzającego wpływu na miokardium i mięśnie szkieletowe w zakresie użytych podczas zabiegu energii. W tym ujęciu niniejsze spostrzeżenia zgodne są z badaniami innych autorów [14, 15].

Zabieg kardiowersji elektrycznej jako metodę przywracania rytmu zatokowego po raz pierwszy wykorzystali i opisali na początku lat 60. Lown i wsp. [8–10]. Kardiowertery dotychczas wyposażone w funkcję wytwarzania impulsu jednofazowego od niedawna zostały zaopatrzone w możliwość wytwarzania impulsu o charakterze dwufazowym. W niniejszej obserwacji potwierdzono dotychczasowe doniesienia wskazujące na większą skuteczność impulsu dwufazowego w przywracaniu SR u chorych z AF w porównaniu z powszechnie stosowanym do tej pory impulsem jednofazowym [14, 16]. Page i wsp. [17] w dużym wieloośrodkowym randomizowanym badaniu, przeprowadzonym metodą podwójnie ślepej próby, obejmującym 200 pacjentów udowodnili, że zabieg CV z zastosowaniem impulsu dwufazowego jest skuteczniejszy, wiąże się z mniejszą liczbą zastosowanych impulsów i mniejszą energią niż CV z wykorzystaniem impulsu jednofazowego. Stopniowany protokół CV zapewniał większe prawdopodobieństwo powodzenia przy zastosowaniu impulsu dwufazowego. Podczas gdy powyżej cytowane prace dotyczyły pacjentów zarówno z trzepotaniem przedsionków, jak i długo lub krótko trwającym AF, niniejszym badaniem objęto jednorodną grupę chorych z przetrwałym AF trwającym od 7 dni do 2 lat. Mniejsza energia użyta w czasie CV może skutkować mniejszym uszkodzeniem mięśni szkieletowych i miokardium. U pacjentów poddanych CV badano wiele standardowych enzymów sercowych i odpowiadających im izoenzymów [18, 19]. Od czasu wprowadzenia markerów uszkodzenia serca, takich jak troponina T oraz I, ich zastosowanie w ocenie uszkodzenia mięśnia sercowego znacząco rozszerzono. W poprzednich badaniach sugerowano użyteczność monitorowania osocznego stężenia troponin sercowych w celu wykrycia uszkodzenia miokardium u pacjentów po zabiegu CV [20, 21]. W kilku małych badaniach wykazano minimalny wzrost powyżej założonego punktu odcięcia lub brak zmian stężenia troponiny I lub T po CV [18–21], podczas gdy inni autorzy stwierdzali, że długo utrzymujący się wzrost stężenia sercowo specyficznych troponin po zabiegu CV może wskazywać na uszkodzenie mięśnia sercowego [20].

Nieodwracalne uszkodzenie miokardium występowało głównie podczas standardowej, jednofazowej kardiowersji elektrycznej. Autorzy niniejszej pracy udowodnili, że zabieg CV z wykorzystaniem impulsu jednofazowego przy użyciu klinicznie istotnych wartości energii powoduje wzrost stężenia troponiny I wynikający z uszkodzenia mięśnia sercowego. Ustalono także istotną zależność pomiędzy stężeniem cTnI a masą lewej komory i łączną wartością zastosowanej energii w czasie CV impulsem jednofazowym.

Myoglobina jest białkiem hemowym obecnym zarówno w mięśniach szkieletowych, jak i w miokardium, które ulega szybkiemu uwalnianiu do krwi w czasie uszkodzenia tych mięśni. W niniejszym badaniu osoczowe stężenie Myo wzrastało istotnie w czasie pierwszych 6 godzin po CV i zmniejszało się podczas dalszej obserwacji. Zmienność osoczowego stężenia badanego markera stwierdzona w czasie zabiegu CV z wykorzystaniem impulsu jednofazowego może wskazywać na uszkodzenie mięśni szkieletowych, co też wykazano w innych badaniach [18, 19]. Jednak dodatnia korelacja między wartością użytej energii a stężeniem Myo przeliczo-

nej na masę lewej komory może wskazywać na bezpośrednie sercowe pochodzenie Myo, co udowodniono w niniejszej pracy, a dotychczas nie stwierdzano w pracach innych autorów [18–21].

Mniejsze wartości energii dwufazowej potrzebnej do przywrócenia rytmu zatokowego i nieobecność wykrywalnego uszkodzenia mięśni szkieletowych i miokardium w niniejszym badaniu sugerują, że zastosowanie impulsu dwufazowego powinno być metodą z wyboru w przezklatkowej kardiowersji elektrycznej u chorych z przetrwałym migotaniem przedsionków.

Wnioski

Impuls dwufazowy użyty podczas zabiegu kardiowersji elektrycznej u chorych z przetrwałym migotaniem przedsionków wymaga zastosowania mniejszej wartości łącznej energii oraz skuteczniej przywraca rytm zatokowy w porównaniu z impulsem jednofazowym. W zakresie użytych energii nie stwierdza się uszkodzenia miokardium podczas zabiegu kardiowersji z zastosowaniem impulsu dwufazowego.

Streszczenie

Wstęp: *Celem badania było porównanie skuteczności i bezpieczeństwa impulsu jedno- i dwufazowego w czasie kardiowersji elektrycznej (CV) przetrwałego migotania przedsionków (AF), ocenianej za pomocą badania dynamiki zmian osoczowych stężeń sercowej frakcji troponiny I (cTnI) oraz mioglobiny (Myo).*

Materiał i metody: *Grupę badaną stanowiło 48 pacjentów z przetrwałym AF, w tym 15 kobiet i 33 mężczyzn w średnim wieku $61,4 \pm 10,7$ roku, zakwalifikowanych do planowego zabiegu CV. U pacjentów losowo wybrano protokół zabiegu z wykorzystaniem impulsu jedno- lub dwufazowego. Osoczowe stężenie cTnI i Myo mierzono przed CV, po 6 i po 24 godzinach od zabiegu.*

Wyniki: *Kardiowersję elektryczną z wykorzystaniem impulsu dwufazowego przeprowadzono u 54,8% chorych; zabieg ten był skuteczniejszy (100% vs. 88%; $p < 0,04$) i wymagał mniejszej energii użytej w celu przywrócenia rytmu zatokowego ($187,6 \pm 105,3$ vs. $348,1 \pm 254,1$ J; $p < 0,001$) niż zabieg z wykorzystaniem impulsu jednofazowego. Zaobserwowano istotny wzrost średnich wartości osoczowego stężenia cTnI po 24 godzinach od zabiegu przy użyciu impulsu jednofazowego ($0,23 \pm 0,18$ vs. $0,41 \pm 0,37$ ng/ml; $p < 0,04$), oraz średniego stężenia Myo ocenianego 6 godzin po zabiegu ($38,2 \pm 14,2$ vs. $221,9 \pm 51,3$ ng/ml; $p < 0,001$). Nie stwierdzano istotnych statystycznie zmian w dynamice ocenianych parametrów po przeprowadzeniu zabiegu CV z wykorzystaniem impulsu dwufazowego. Wzrost stężenia cTnI i Myo po zabiegu CV impulsem jednofazowym korelował istotnie z wartością energii użytej podczas zabiegu ($r = 0,58$; $p < 0,004$ dla Myo i $r = 0,67$; $p < 0,001$ dla cTnI). Zanotowano także dodatnią zależność pomiędzy łączną wartością energii a wzrostem stężenia badanych markerów w zależności od masy lewej komory ($r = 0,45$; $p < 0,02$ dla Myo i $r = 0,47$; $p < 0,01$ dla cTnI).*

Wnioski: *Impuls dwufazowy użyty podczas zabiegu CV u chorych z przetrwałym AF wymaga użycia mniejszej wartości łącznej energii oraz powoduje skuteczniejsze przywrócenie rytmu*

zatokowego w porównaniu z impulsem jednofazowym. W zakresie użytych energii nie stwierdza się uszkodzenia miokardium podczas wykonania CV impulsem dwufazowym. (Folia Cardiol. 2005; 12: 627–634)

migotanie przedsionków, kardiowersja elektryczna, impuls jednofazowy, impuls dwufazowy, troponina I, mioglobina

Piśmiennictwo

1. Pritchett E.L. Management of atrial fibrillation. *N. Engl. J. Med.* 1992; 326: 1264–1271.
2. Levy S. Cardioversion of chronic atrial fibrillation — towards more aggressive approach? *Eur. Heart J.* 2000; 21: 263.
3. Prystowsky E.N. Cardioversion of atrial fibrillation to sinus rhythm: who, when, how and why? *Am. J. Cardiol.* 2000; 86: 326–27.
4. Boriani G., Biffi M., Cervi V. i wsp. Evaluation of myocardial injury following repeated internal atrial shocks by monitoring serum cardiac troponin I levels. *Chest* 2000; 118: 342–347.
5. Lund M., French J.K., Johnson R.N. i wsp. Serum troponins T and I after elective cardioversion. *Eur. Heart J.* 2000; 21: 245–252.
6. Kirchof P., Eckard L., Loh P. i wsp. Anterior-posterior versus anterior-lateral electrode positions for external cardioversion of atrial fibrillation: a randomized trial. *Lancet* 2002; 360: 1257–179.
7. Laupacis A., Albers G., Dalen J. i wsp. Antithrombotic therapy in atrial fibrillation. *Chest* 1995; 108: 352–359.
8. Henry W.L., DeMaria A., Gramiak R. Report of the American Society of Echocardiography Committee on Nomenclature and Standards in Two-Dimensional Echocardiography. *Circulation* 1980; 62: 212–228.
9. Sahn D.J., De Maria A., Kisslo J. i wsp. Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography. Results of survey of echocardiographic measurements. *Circulation* 1978; 58: 1072–1084.
10. Quinones M.A., Pickering E., Alexander J.K. i wsp. Percentage of shortening of the echocardiographic left ventricular dimension. Its use in determining of ejection fraction and stroke volume. *Chest* 1978; 74: 59–65.
11. Gordon E.P., Schnittger I., Fitzgerald P.J. i wsp. Reproducibility of left ventricular volumes by two-dimensional echocardiography. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1983; 2: 506–511.
12. Ribeiro L.G., Quinones M.A., Reduto A.L. i wsp. Assessment of left ventricular regional wall motion with two-dimensional echocardiography and gated cardiac imaging: comparison to angiography. *Circulation* 1979; 59 (supl. III): 137III–141III.
13. Devereux R.B., Alonso D.R., Lutas E.M. Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy comparison necropsy findings. *Am. J. Cardiol.* 1986; 57: 450–454.
14. Mittal S., Ayati S., Stein K.M. i wsp. Transthoracic cardioversion of atrial fibrillation; comparison of rectilinear biphasic versus damped sine wave monophasic shocks. *Circulation* 2000; 101: 1282–1287.
15. Ricard P., Levy S., Boccara G. i wsp. External cardioversion of atrial fibrillation: comparison of biphasic versus monophasic waveform shocks. *Europace* 2001; 3: 96–99.
16. Wysokiński A., Zapolski T. Effects of various methods of conversion of atrial fibrillation to sinus rhythm on systolic and diastolic left ventricular function. *Kardiol. Pol.* 2001; 54: 25–26.
17. Page L.R., Kerber R.E., Russell J.K. i wsp. Biphasic versus monophasic shock waveform for conversion of atrial fibrillation. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2002; 39: 1958–1962.
18. Georges J.L., Spentchian M., Caubel C. i wsp. Time course of troponin I, myoglobin, and cardiac enzyme release after electrical cardioversion. *Am. J. Cardiol.* 1996; 78: 825–827.
19. Vikenes K., Omvik P., Farstad M. i wsp. Cardiac biochemical markers after cardioversion of atrial fibrillation or atrial flutter. *Am. Heart J.* 2000; 25: 690–696.
20. Adams J.E., Bodor G.S., Bavilla-Roman V.G. i wsp. Cardiac troponin I; a marker with high specificity for cardiac injury. *Circulation* 1993; 88: 101–106.
21. Allan J.J., Feld R.D., Russell A.A. i wsp. Cardiac troponin I levels are normal or minimally elevated after transthoracic cardioversion. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1997; 30: 1052–1056.