

Ocena skuteczności kardiowersji przezklatkowej i przezprzełykowej wykonanej impulsem dwufazowym w przerywaniu migotania i trzepotania przedsionków

Comparison of transthoracic and transesophageal cardioversion effectiveness in interruption of atrial fibrillation and atrial flutter performed by biphasic electrical shock

Background: Comparison of an effectiveness of electrical cardioversion (CV) carried out by transthoracic (TT-CV) and transesophageal (TE-CV) ones. Both cardioversion types were performed in patients with atrial fibrillation (AF) and atrial flutter (AFL).

Methods: Fifty one patients (24 females, 27 males, average age 59 ± 10.5 years) with atrial fibrillation (AF) and atrial flutter (AFL) lasting at least 24 hours were studied. After decision of cardioversion patients were included to study.

Results: 23 TT-CV and 23 TE-CV were carried out on patients with AF, 3 patients also had single TE-CV after ineffective TT-CV. Effectiveness of cardioversion for TT-CV was 87% and for TE-CV — 91%. After analyzing effectiveness of both cardioversion types for individual component energy, higher effectiveness in TE-CV than in TT-CV was found in energy ranges smaller than maximum ($p < 0.05$). In AF TT-CV average energy needed to abort AF was 137 J and it was significantly higher ($p < 0.03$) than in TE-CV (75 J). In multivariate analysis the relationship between ma-

ximum energy used and patient's weight, was detected in TE-CV group (for TE-CV $r_i = 0.48$, $p < 0.02$; for TT-CV $r_i = 0.2$; $p < 0.1$) and between maximum energy used and size of left atrium (only for both cardioversion types considered together ($p < 0.04$ and $r_i < 0.3$). TT-CV was performed in 3 persons and TE-CV in 2 people in AFL group. Effectiveness of both cardioversion types was 100%. Average effective energy in TE-CV was 15 J and it was significantly smaller ($p < 0.03$) than in TT-CV (60 J). Effectiveness of both cardioversion types between AF and AFL groups was not significantly different. However average effective energy for individual types of cardioversion for patients with AFL in comparison with patients with AF was significantly smaller.

Conclusions: Cardioversion of atrial fibrillation and atrial flutter performed by biphasic electrical shock using transthoracic method is as much effective as performed using transesophageal method. Effectiveness of cardioversion of atrial fibrillation in submaximal energy ranges is higher in transesophageal

method. Average effective energy is significantly higher with transthoracic method than with transesophageal method and it is higher in each cardioversion type in atrial fibrillation group than in atrial flutter group.

Key words: atrial fibrillation, atrial flutter, transthoracic cardioversion, transesophageal cardioversion, biphasic shock, effectiveness

WSTĘP

Kardiowersję elektryczną (CV, *cardioversion*) po raz pierwszy zastosowali Lown i wsp. w pierwszej połowie lat 60. XX wieku [1, 2]. Jest to bezpieczna i skuteczna metoda pozwalająca na szybkie przywrócenie rytmu serca u pacjentów z wszystkimi arytmiami nadkomorowymi i komorowymi, z wyjątkiem migotania komór [3]. Skuteczność CV wyraża się powrotem rytmu zatokowego, na co składa się przerwanie arytmii po wywołanym impulsie oraz narzucenie rytmu przez rozrusznik zatokowy. Te dwa procesy nie zawsze współwystępują. Dotychczas jednoznacznie nie zdefiniowano relacji między nimi, aby można było uznać CV za skuteczną. W różnych pracach zastosowano odrębne kryteria skuteczności CV lub w ogóle się ich nie podaje [4].

Obecnie wyróżnia się 3 podstawowe sposoby przeprowadzenia CV: tradycyjną przezklatkową (TT-CV, *transthoracic cardioversion*), przezprzełykową (TE-CV, *transesophageal cardioversion*) i wewnątrzsercową. Kardiowersję można wykonać, stosując impuls jednofazowy — ma on wtedy charakter jednofazowej tłumionej fali sinusoidalnej. Nowszą metodą jest kardiowersja impulsem o charakterze dwufazowej, obciętej fali wykładniczej. W wielu pracach porównujących skuteczność TT-CV u osób z migotaniem przedsionków (AF, *atrial fibrillation*) wykazano istotnie większą skuteczność przy użyciu impulsu dwufazowego w porównaniu z jednofazowym. Również energia potrzebna do osiągnięcia tego celu w przypadku impulsu dwufazowego była mniejsza niż podczas użycia impulsu jednofazowego [5–9]. Większość artykułów na temat TE-CV dotyczyła użycia impulsu jednofazowego [10–12]. Prace opisujące skuteczność TE-CV z użyciem impulsu dwufazowego są nieliczne [13]. Celem niniejszego badania było określenie skuteczności TT-CV i TE-CV przy użyciu impulsu dwufazowego w grupie osób z AF i trzepotaniem przedsionków (AFL, *atrial flutter*).

MATERIAŁ I METODY

Badaną grupę stanowiło 51 osób (24 kobiety i 27 mężczyzn) w wieku średnio $59 \pm 10,5$ roku. Do wykonania CV kwalifikowano chorych z arytmia trwającą ponad 24 godziny. U osób, które nie stosowały leków przeciw-

krzepliwych, wykonywano ją do 48 godzin od początku wystąpienia arytmii, a u pozostałych — po przynajmniej 4-tygodniowej terapii przeciwkrzepliwej, z udokumentowanym wzrostem INR w tym czasie do co najmniej 2,0. Przynajmniej 12 godzin przed wykonaniem zabiegu pacjenci odstawili leki antyarytmiczne, zaś digoksynę — przynajmniej 24 godziny przed zabiegiem. Z udziału w badaniu wyłączano także chorych z objawami klinicznymi lub elektrokardiograficznymi ostrego zespołu wieńcowego lub z wywiadem sugerującym przebyte takiego incydentu w ciągu ostatnich 4 tygodni, pacjentów z niewydolnością nerek, objawowymi wadami serca, wszczepioną sztuczną zastawką serca, niewydolnością serca (IV klasa wg klasyfikacji NYHA), podejrzeniem zatorowości płucnej, zapaleniem mięśnia sercowego, po urazie klatki piersiowej, ze zmianami wysypkowymi na skórze klatki piersiowej oraz chorobami śródpiersia i przełyku. Oba rodzaje kardiowersji wykonywano z użyciem defibrylatora firmy Medtronic — LIFEPAK 12, impulsem dwufazowym. W czasie TT-CV standardowe elektrody przykładano w pozycji przednio-bocznej. Do wykonania TE-CV zastosowano zestaw firmy ITAM Zabrze, w którym elektroda przełykowa jest katodą, o powierzchni około 6 cm², a elektrody zewnętrzne są anodami o powierzchni 50 cm² każda [14]. Położenie końcówki elektrody przezprzełykowej każdorazowo określano na podstawie wewnątrzprzełykowego zapisu EKG. Wybierano taką głębokość wprowadzenia elektrody, aby potencjały przedsionkowe były największe przy braku lub najmniejszej amplitudzie potencjałów komorowych. Jeśli były widoczne tylko sygnały komorowe, miejsce to określano w momencie zmniejszania się ich amplitudy podczas wycofywania elektrody. Po zapoznaniu się z celem badania i uzyskaniu świadomej zgody pacjentów kolejno przydzielano do grupy TT-CV lub TE-CV. Kardiowersję elektryczną przeprowadzano na sali intensywnej nadzoru kardiologicznego Kliniki Kardiologii i Chorób Wewnętrznych Szpitala Uniwersyteckiego w Bydgoszczy. Zabieg wykonywano w znieczuleniu ogólnym (stosowano midazolam w dawce 0,2 mg/kg mc.). Kardiowersję przezklatkową rozpoczynano od energii 5 J, następnie stosowano energie: 20, 50, 100, 200 i 360 J. Zabieg uznawano za skuteczny, gdy powrót rytmu zatokowego nastąpił zaraz po impulsie elektrycznym lub wkrótce po ustąpieniu wywołanych kardiowersją zaburzeń automatyzmu zatokowego (bradykardia lub zahamowanie zatokowe) i utrzymywał się przynajmniej 2 godziny po kardiowersji. Gdy nie stwierdzano powrotu rytmu zatokowego po zastosowaniu impulsu lub w ciągu 2 godzin po zabiegu arytmia nawracała, kardiowersję uznawano za nieskuteczną. W przypadku powrotu rytmu zatokowego i ponownego nawrotu arytmii w ciągu 2–5 min od zabiegu ponownie wyzwalano

ostatni skuteczny bodziec. Gdy po tym impulsie nie uzyskiwano powrotu rytmu zatokowego lub po jego powrocie ponownie w ciągu 5 min arytmia nawracała, stosowano maksymalny bodziec przewidziany w tej grupie. Jeśli po zastosowaniu maksymalnego bodźca 360 J TT-CV nadal była nieskuteczna, zakładano elektrodę przezprzełykową i wykonywano TE-CV bodźcem 100 J, a następnie 200 J (w badanej grupie taką procedurę przeprowadzano u 3 pacjentów).

W grupie TE-CV pierwszy impuls wynosił 5 J, następnie stosowano energie: 20, 50, 100 i 200 J. Zasady oceny skuteczności zabiegu i dalszy sposób postępowania były takie same jak w grupie TT-CV. Jeśli kardiowersja bodźcem 200 J okazałaby się nieskuteczna, zaplanowano wyładowanie metodą przezklatkową w wykorzystaniem energii 300 J, a następnie 360 J (w niniejszym badaniu takiej sytuacji jednak nie było).

Odstęp między kardiowersjami do wartości energii impulsu 100 J wynosił przynajmniej 1 min, w przypadku energii wyższych czas ten nie był krótszy niż 3 min. Maksymalna energia zastosowana u 1 pacjenta nie mogła przekroczyć 1080 J. Na przeprowadzenie badania uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej.

Analiza statystyczna

Dla zmiennych ilościowych (ciągłych i skokowych) wyznaczano zakres i rozstęp, średnią arytmetyczną, medianę oraz odchylenie standardowe. W przypadku małej liczby danych (< 5) podawano jedynie parametry zakresu zmiennych. Dla zmiennych jakościowych wyliczano frakcje poszczególnych wartości nominalnych. Analizę statystyczną przeprowadzono, wykorzystując oprogramowanie STATISTICA, wersja 7.1 PL firmy StatSoft, Inc., 2005. Zgodność rozkładów zmiennych ciągłych z rozkładem normalnym oceniano na siatce rozkładu normalnego i weryfikowano za pomocą testu zgodności Kołmogorowa-Smirnowa. W celu porównania par średnich ze zmiennych o rozkładzie normalnym wykorzystano testy oparte na rozkładzie *t*-Studenta lub analizę wariancji dla większej liczby grup. Wieloczynnikową analizę wariancji stosowano również w celu potwierdzenia współzależności między badanymi czynnikami a zastosowaną energią kardiowersji przezprzełykowej i przezklatkowej. Zależność badanych czynników jakościowych oraz zgodność rozkładów takich zmiennych oceniano za pomocą testu χ^2 lub na podstawie rozkładu dwumianowego. Różnice rozkładów zmiennych nieciągłych w skali interwałowej określano, wykorzystując test zgodności Kołmogorowa-Smirnowa dla dwóch prób (taką metodę zastosowano, porównując wartości skutecznej energii TE-CV i TT-CV).

Za pomocą analizy regresji identyfikowano czynniki istotnie wpływające na wartość skutecznej energii kar-

diowersji przezprzełykowej i przezklatkowej. Wpływ czynników na daną zmienną dychotomiczną (skuteczność testowanej wartości energii kardiowersji) oceniano, stosując analizę regresji logistycznej. Za poziom istotności przyjęto α mniejsze od 0,05.

WYNIKI

Do badań włączono 46 osób z AF (u 23 wykonano TT-CV, a u 23 TE-CV) oraz 5 chorych z AFI (u 2 pacjentów wykonano TT-CV, a u 3 TE-CV). W grupie AF u 3 chorych po nieskutecznej TT-CV wykonano także TE-CV. Wyodrębnione grupy poszczególnych rodzajów kardiowersji u osób z AF nie różniły się pod względem wieku, płci, wskaźnika masy ciała, frakcji wyrzutowej lewej komory, wymiaru końcoworozkurczowego lewej komory, wymiaru lewego przedsionka, czasu trwania arytmii, nawrotowości arytmii, stężenia sodu, potasu, magnezu i hemoglobiny w surowicy krwi oraz obecności chorób współistniejących. Szczegółową charakterystykę badanych grup przedstawiono w tabeli 1. Ze względu na małą liczebność nie wykonano porównań statystycznych między podgrupami osób z trzepotaniem przedsionków.

Skuteczność kardiowersji

Skuteczność obu rodzajów kardiowersji w grupie AF nie różniła się istotnie między poszczególnymi typami kardiowersji i w przypadku TT-CV była równa 87%, a w przypadku TE-CV — 91%. W grupie AFI skuteczność obydwu rodzajów kardiowersji była taka sama i wynosiła 100% (tab. 2). U 3 pacjentów z AF po nieskutecznej TT-CV wykonano także TE-CV. U 1 z tych osób (po zastosowaniu impulsu 200 J) przywrócono rytm zatokowy. Porównując skuteczność obu rodzajów kardiowersji między grupami AF i AFI, nie wykazano istotnych róż-

Tabela 1A. Charakterystyka grupy z migotaniem przedsionków

Współistniejące choroby	TE-CV	TT-CV
Nadciśnienie tętnicze	15	15
Choroba wieńcowa	7	6
Wada serca	3	3
Cukrzyca	4	3
Kardiomiopatia rozstrzeniowa	0	3
Samoistne migotanie przedsionków	1	1
Płeć		
Kobiety	13	7
Mężczyźni	10	16
Nawrotowość arytmii		
Pierwszy epizod arytmii	3	5
Wielokrotne epizody arytmii	20	18

Tabela 1B. Charakterystyka grupy z migotaniem przedsionków cd.

Pozostałe		Śr.	SD	Min.	Maks.	Rozstęp	Mediana
Wiek [lata]	TE-CV	62,5	8,7	46	77	31	64
	TT-CV	57,3	12,3	26	74	48	58
Wskaźnik masy ciała	TE-CV	28,7	4,2	22,3	40,2	17,9	28,3
	TT-CV	29,2	5,0	22,3	40,2	17,9	28,4
Fracja wyrzutowa lewej komory	TE-CV	51%	8,4%	30%	70%	40%	50%
	TT-CV	51%	8,8%	30%	70%	40%	50%
Wymiar końcoworozkurczowy lewej komory [mm]	TE-CV	50	11	38	82	44	48
	TT-CV	50	7	41	67	26	48
Wymiar lewego przedsionka [mm]	TE-CV	46	6	36	60	24	46
	TT-CV	45	6	36	60	24	46
Czas trwania arytmii (dni)	TE-CV	93	182	1	850	849	14
	TT-CV	130	240	1	720	719	14
Stężenie sodu w surowicy krwi [mmol/l]	TE-CV	143,2	3,3	137,0	148,8	11,8	143,6
	TT-CV	143,4	3,6	134,0	152,0	18,0	143,9
Stężenie potasu w surowicy krwi [mmol/l]	TE-CV	4,61	0,47	3,58	5,44	1,86	4,69
	TT-CV	4,39	0,44	3,50	5,33	2,04	4,48
Stężenie hemoglobiny w surowicy krwi [g/dl]	TE-CV	14,3	1,6	12,0	18,5	6,5	14,0
	TT-CV	14,3	1,2	12,3	16,8	4,3	14,0
Stężenie magnezu w surowicy krwi [mmol/l]	TE-CV	0,91	0,13	0,64	1,10	0,46	0,91
	TT-CV	0,90	0,12	0,66	1,08	0,42	0,92

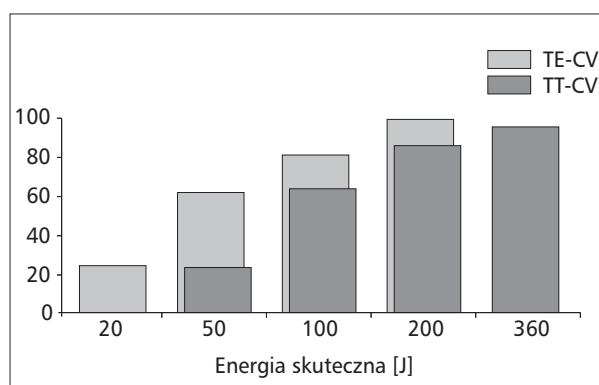
TT-CV (*transthoracic cardioversion*) — kardiowersja przezklatkowa; TE-CV (*transesophageal cardioversion*) — kardiowersja przezprzełykowa; SD (*standard deviation*) — odchylenie standardowe

Tabela 2. Skuteczność rodzajów kardiowersji w poszczególnych grupach

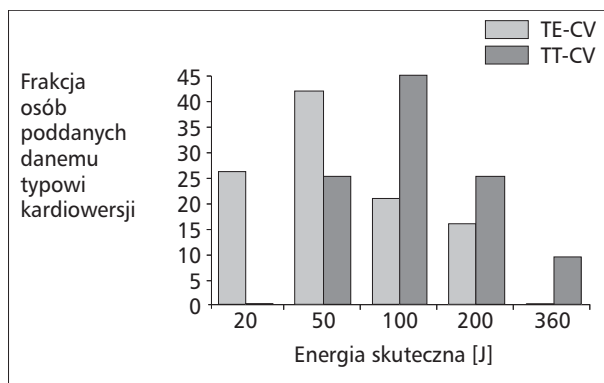
	Migotanie przedsionków				Trzepotanie przedsionków		
	N	Sukces	Niepowodzenie		N	Sukces	Niepowodzenie
Kardiowersja przezprzełykowa	23	91%	9%	NS	3	100%	0%
Kardiowersja przezklatkowa	23	87%	12%		2	100%	0%

NS — nieistotne statystycznie

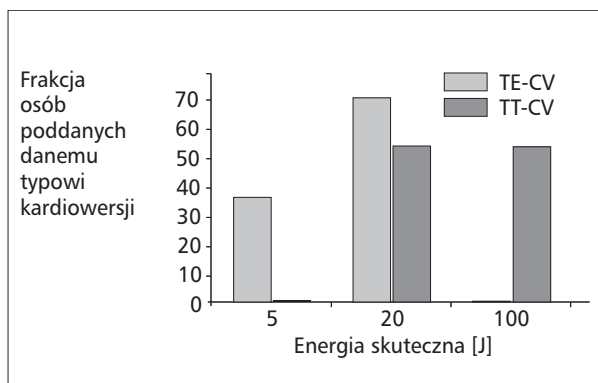
nic, jednak znacznie różnią się one liczebnością. U osób z AF przeanalizowano także skuteczność kardiowersji dla kolejnych wyładowań. Energia 20 J nie była skuteczna u żadnej z osób w grupie TT-CV, natomiast była skuteczna u 22% pacjentów w grupie TE-CV. Energia 50 J okazała się skuteczna u 21% osób w grupie TT-CV i u 57% pacjentów w grupie TE-CV, energia 100 J — u 58% chorych w grupie TT-CV i u 73% pacjentów w grupie TE-CV, a energia 200 J — u 79% osób w grupie TT-CV i 85% chorych w grupie TE-CV. Stwierdzono istotnie większą skuteczność kardiowersji przezprzełykowej niż przezklatkowej ($p < 0,05$) w zakresie energii mniejszych od maksymalnych (ryc. 1).



Rycina 1. Rozkład skumulowanej frakcji skutecznych kardiowersji w zależności od wielkości energii dla poszczególnych rodzajów kardiowersji w grupie osób z migotaniem przedsionków



Rycina 2. Rozkład energii skutecznych w grupie osób z migotaniem przedsionków



Rycina 3. Rozkład energii skutecznych w grupie osób z trzepotaniem przedsionków

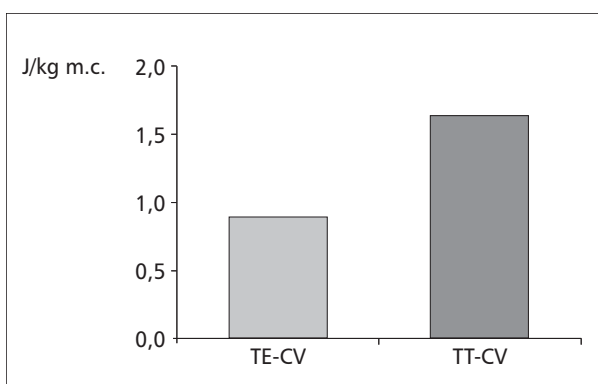
Średnie skuteczne energie

W grupie pacjentów z AF poddanych TE-CV średnia skuteczna energia wynosiła 75 J, a u osób u których zastosowano TT-CV — 137 J. Energie te różnią się istotnie ($p < 0,03$) i są 2-krotnie większe u osób poddanych TT-CV niż TE-CV (ryc. 2 i 3 tab. 3). W obliczeniach nie uwzględniono 3 osób, u których przeprowadzono oba rodzaje kardiowersji.

Grupa AFL była zbyt mała, aby dokonać w jej obrębie porównań statystycznych, jednak różnica między TT-CV i TE-CV jest w tym przypadku największa. Średnia skuteczna energia w podgrupie TT-CV wynosiła 60 J, a w podgrupie TE-CV — 15 J.

Przeliczając skuteczną energię na masę ciała pacjentów z AF, uzyskano istotnie niższe wartości ($p < 0,04$) w grupie TE-CV (0,87 J/kg mc.) niż w grupie TT-CV (1,60 J/kg mc.) (tab. 3, ryc. 4).

Porównując oba rodzaje kardiowersji między grupami AF i AFL, wykazano zastosowanie mniejszych skutecznych energii w grupie AFL ($p < 0,07$), jednak duża różnica w liczebności grup AF i AFL (40 vs. 5) obniża wartość tego porównania.



Rycina 4. Rozkład energii skutecznych w grupie osób z migotaniem przedsionków w przeliczeniu na masę ciała

W grupie AF przeprowadzono także analizę zależności wielkości skutecznej energii od parametrów użytych w charakterystyce poszczególnych grup (wzrost, masa ciała, wiek, czas trwania arytmii i jej nawrotowość, wskaźnik masy ciała, hematokryt, liczba białych krwinek, liczba płytek krwi, stężenie sodu, potasu, magnezu i hemoglobiny, frakcja wyrzutowa lewej komory, wymiar

Tabela 3. Skuteczna energia u pacjentów z migotaniem i trzepotaniem przedsionków

Migotanie przedsionków		Śr.	SD	Min.	Maks.	Rozstęp	Mediana	p
Energia skuteczna	TE-CV	75	59	20	200	180	50	< 0,03
	TT-CV	137	90	50	360	310	100	
Energia skuteczna w przeliczeniu na masę ciała [J/kg mc.]	TE-CV	0,87	0,63	0,18	2,5	2,32	0,75	< 0,04
	TT-CV	1,60	1,04	0,58	4,18	3,6	1,21	
Trzepotanie przedsionków								
Energia skuteczna	TE-CV	15	–	5	20	15	20	
	TT-CV	60	–	20	100	20	60	

TT-CV (*transthoracic cardioversion*) — kardiowersja przezklatkowa; TE-CV (*transesophageal cardioversion*) — kardiowersja przezprzetykową; SD (*standard deviation*) — odchylenie standardowe

końcoworozkurczowy lewej komory, wymiar lewego przedsionka) i rodzaju kardiowersji. Wykazano, że istnieje zależność zastosowania liczby maksymalnych skutecznych energii (360 J dla TT-CV i 200 J dla TE-CV) od masy ciała, przy czym w przypadku TE-CV korelacja ta jest silniej wyrażona niż w TT-CV (dla TE-CV $r_i = 0,48$; $p < 0,02$; dla TT-CV $r_i = 0,2$; $p < 0,1$). Oprócz masy ciała silnym czynnikiem wpływającym w sposób proporcjonalny na liczbę zastosowanych maksymalnych skutecznych energii okazał się wymiar lewego przedsionka; zależność tę wykazano w grupie obejmującej zarówno pacjentów poddanych TT-CV, jak i chorych, u których wykonano TE-CV ($r_i = 0,3$; $p < 0,04$).

DYSKUSJA

Wśród chorób towarzyszących AF najczęściej stwierdzano nadciśnienie tętnicze, a także chorobę wieńcową, wadę serca i kardiomiopatię rozstrzeniową. Najmniejszy odsetek chorych stanowili pacjenci bez współistniejących schorzeń. Taki rozkład, według danych z piśmiennictwa, odpowiada współwystępowaniu arytmii z wymienionymi chorobami [4, 15]. Stosunkowo mały odsetek osób z samoistnym AF (5%) przy znacznie większej jego szacowanej częstości w populacji ogólnej (ok. 20–25% w grupie przetrwałego AF) może wynikać z rzadszego kwalifikowania tych chorych do kardiowersji elektrycznej jako metody przywracania rytmu zatokowego. Stosunkowo częste występowanie cukrzycy w badanej grupie (9%) opisywano także w innych pracach [9]. W 5-osobowej grupie AFL u wszystkich pacjentów stwierdzono 1 z 3 chorób: nadciśnienie tętnicze, chorobę wieńcową lub wadę serca. Częste współwystępowanie tych schorzeń z AFL odpisywano także w literaturze [16, 17].

Skuteczność przezklatkowej kardiowersji elektrycznej migotania przedsionków podana w wytycznych *American College of Cardiology*, *American Heart Association* i *European Society of Cardiology* wynosi 70–90% i dotyczy impulsu jednofazowego [4]. Tak znaczną rozbieżność tłumaczy się dużymi różnicami w charakterystyce chorych biorących udział w badaniach, na których oparli się autorzy, a także niejednorodną definicją skuteczności kardiowersji. Okres utrzymywania się rytmu zatokowego świadczący o skuteczności zabiegu, przyjmowany w literaturze, jest różny. Według niektórych autorów decyduje sam fakt przerwania arytmii i pojawienie się załamka P; według innych — okres ten powinien wynosić nawet kilka dni [4, 18]. W niniejszej pracy, podobnie jak w innych doniesieniach [9], przyjęto, że czas ten powinien wynosić 2 godziny. Maksymalna energia pojedynczego impulsu dla TT-CV w niniejszym badaniu wynosiła 360 J, co jest zgodne z wytycznymi wspomnianych wyżej towarzystw kardiologicznych. W przypadku TE-

-CV energia ta wynosiła 200 J, podobnie jak w innych pracach [5, 8–10].

W niniejszej pracy skuteczność TT-CV z zastosowaniem średniej energii impulsu 137 J w grupie AF wynosiła 87%. Nieco lepszą skuteczność uzyskali Dorian [5] oraz Koster i wsp. [6] — w przypadku impulsu dwufazowego 97%, przy średniej energii impulsu 200 J. W pracy Kosiora i wsp. [9] skuteczność ta była równa 100%, a średnia energia impulsu — 187,6 J. W przytoczonych doniesieniach analizowane grupy były podobne pod względem liczby chorych i charakterystyki do populacji przedstawionej w niniejszej pracy; odmienny był natomiast protokół stosowania kolejnych bodźców, dlatego pojawiły się nieznaczące różnice w określeniu średniej skutecznej energii. W pierwszym z cytowanych badań stosowano kolejno wyładowania: 70, 100, 200 i 360 J [6]; w drugim rozpoczynano kardiowersję od energii 2 J/kg mc., a następnie stosowano maksymalnie 2-krotnie energię 360 J [9]. Przyjęcie protokołu rozpoczynania zabiegu od mniejszych energii pozwoliło autorom niniejszej pracy wyodrębnić grupę osób, u których przerywano arytmie impulsem o mniejszej energii.

Skuteczność TE-CV w grupie AF wynosiła 91%, przy średniej energii 75 J. Zardo i wsp. [13] w grupie 30 pacjentów poddanych TE-CV za pomocą impulsu dwufazowego uzyskali 96,7-procentową skuteczność, przy średniej energii 50,6 J. Opisana przez tych badaczy grupa badanych była podobna pod względem obecności chorób towarzyszących, wieku i czasu trwania arytmii do pacjentów badanych przez autorów niniejszej pracy. Istotnie różnił się natomiast protokół zakładania elektrody przełykowej — jej położenie Zardo i wsp. [13] określili na podstawie obrazu fluoroskopowego w pracowni elektrofizjologicznej. Umożliwiło to bardzo dokładną ocenę położenia elektrody w okolicy lewego przedsionka i w konsekwencji mogło wpłynąć na nieco większą skuteczność.

W dostępnym piśmiennictwie nie ma więcej prac dotyczących kardiowersji przezprzełykowej wykonanej bodźcem dwufazowym. We wspomnianych wyżej wytycznych *American College of Cardiology*, *American Heart Association* i *European Society of Cardiology* nie odniesiono się do kardiowersji przezprzełykowej [4]. Istnieje natomiast wiele opracowań oceniających TE-CV wykonaną z użyciem impulsu jednofazowego. W badaniach Poleszaka i wsp. [10] skuteczność tego typu kardiowersji była równa 97%, a średnia energia potrzebna do osiągnięcia tego celu w zależności od czasu trwania arytmii wynosiła 33,9–71,4 J [10]. Zwraca uwagę fakt, że mimo użycia impulsu jednofazowego są to wartości podobne do przedstawionych w niniejszej pracy oraz w badaniu Zardo i wsp. [13].

Porównując skuteczność TT-CV (87%) i TE-CV (91%) w grupie z AF, nie wykazano istotnej różnicy. Odmienne były natomiast średnie energie potrzebne do przerwania arytmii — w grupie TT-CV jest ona 2-krotnie wyższa niż w grupie TE-CV (odpowiednio: 137 J i 73,8 J). Podobną istotną zależność wykazano po przeliczeniu tych energii na masę ciała pacjentów. Wyniki dotyczące skuteczności i energii, a także pojedynczego impulsu użytego w uzyskaniu powrotu rytmu zatokowego są podobne do danych opublikowanych w innych pracach [6, 9, 13].

Porównując skuteczność energii w poszczególnych rodzajach kardiowersji z rozbiciem ich na kolejno stosowane wielkości wyładowań, wykazano jednak istotną różnicę między TE-CV a TT-CV. W zakresie mniejszych energii impulsu (zwłaszcza 20 J i 50 J) TE-CV okazała się skuteczniejsza niż TT-CV ($p < 0,05$).

W grupie pacjentów AFL poddanych TT-CV skuteczność wynosiła 100%, a średnia energia impulsu — 60 J. W pracy Doriana [5] oraz Kostera i wsp. [6] skuteczność TT-CV wykonanej impulsem dwufazowym u 7 badanych z AFL także była równa 100%, a średnia skuteczna energia — 70 J.

W grupie osób z AFL poddanych TE-CV skuteczność wynosiła 100%, a średnia energia impulsu — 15 J. W dostępnym piśmiennictwie nie ma danych na temat użycia impulsu dwufazowego w TE-CV u pacjentów z trzepotaniem przedsionków.

Zheng i wsp. [12], którzy przeprowadzili kardiowersję przezprzełykową bodźcem jednofazowym u 53 pacjentów z AFL, wykazali 92,5-procentową skuteczność, przy czym średnia energia była równa 22,7 J [12].

Porównując TT-CV i TE-CV w grupie AFL, autorzy niniejszej pracy wykazali identyczną skuteczność obu metod, wynoszącą 100%. Różniła się natomiast energia impulsu potrzebnego do przerwania arytmii — odpowiednio: 60 J i 15 J. Mała liczba pacjentów w grupie z AFL ($n = 5$) nie pozwala na porównania statystyczne. Uzyskane wyniki są podobne do opublikowanych w dostępnych pracach, zwłaszcza do danych uzyskanych przez Doriana [5] oraz Kostera i wsp. [6]. Zwraca uwagę fakt, że skuteczność kardiowersji przezprzełykowej wykonanej impulsem dwufazowym i potrzebne do tego celu wielkości energii są podobne do opisywanych w piśmiennictwie z zastosowaniem impulsu jednofazowego [12].

U 3 pacjentek z AF po nieskutecznej TT-CV wykonano TE-CV. Impuls 100 J nie przywrócił rytmu zatokowego u żadnej osoby, natomiast impuls 200 J pozwolił skutecznie przerwać AF u 1 chorego. Również Poleszak i wsp. [10] przyjęli w swej pracy założenie wykonywania TE-CV po nieskutecznej TT-CV i TT-CV po nieskutecznej TE-CV, jednak nie przedstawili rezultatów takiego postępowania.

Skuteczność kardiowersji elektrycznej migotania przedsionków zależy od wielu czynników. Autorzy wytycznych

American College of Cardiology, American Heart Association i European Society of Cardiology zwracają uwagę na zależność między skutecznością kardiowersji a charakterem choroby leżącej u podłoża tej arytmii oraz gęstością prądu dostarczonego do mięśnia przedsionków [4]. Istotnym elementem jest też impedancja na drodze impulsu poprzez klatkę piersiową. Ta z kolei zależy od rodzaju elektrod, substancji przewodzącej między powierzchnią elektrod a skórą klatki piersiowej, od odległości między elektrodami, wielkości ciała pacjenta, fazy oddychania, liczby wyzwolonych impulsów i odstępów czasowych między nimi [4].

Przeprowadzono analizę czynnikową korelacji wielkości skutecznej energii zastosowanej w grupie AF od parametrów charakterystyki poszczególnych grup (wzrost, masa ciała, wiek, czas trwania arytmii i jej nawrotowość, wskaźnik masy ciała, hematokryt, liczba białych krwinek, liczba płytek krwi, stężenie sodu, potasu, magnezu i hemoglobiny, frakcja wyrzutowa lewej komory, wymiar końcoworozkurczowy lewej komory, wymiar lewego przedsionka) oraz od rodzaju kardiowersji. Stwierdzono dość silną proporcjonalną zależność liczby użytych maksymalnych skutecznych energii w każdym rodzaju kardiowersji (w TT-CV — 360 J; w TE-CV — 200 J) od masy ciała pacjentów i wielkości lewego przedsionka.

Wpływ masy ciała, wielkości lewego przedsionka i czasu trwania arytmii na skuteczność TT-CV wykonanej impulsem jednofazowym opisywano w kilku pracach [19–21]. Natomiast Van Gelder i wsp. [22] w dużej grupie chorych stwierdzili taką zależność także w odniesieniu do wieku pacjentów. Również trzepotanie przedsionków istotnie zwiększało skuteczność kardiowersji [22]. Ze względu na bardzo małą liczbę nieskutecznych kardiowersji analiza zależności skuteczności tego zabiegu od wspomnianych wyżej czynników w niniejszej pracy nie jest uzasadniona.

WNIOSKI

1. Kardiowersja elektryczna migotania oraz trzepotania przedsionków wykonana impulsem dwufazowym metodą przezklatkową jest tak samo skuteczna jak wykonana metodą przezprzełykową.
2. Skuteczność kardiowersji migotania przedsionków w zakresie energii mniejszych od maksymalnych jest większa przy zastosowaniu metody przezprzełykowej niż przezklatkowej.
3. Średnie wartości energii impulsu potrzebne do przerwania migotania i trzepotania przedsionków są istotnie wyższe w kardiowersji przezklatkowej niż przezprzełykowej.
4. Średnie wartości energii impulsu stosowane zarówno w kardiowersji przezklatkowej, jak i przezprzełykowej potrzebne do przerwania migotania przedsionków są istotnie wyższe niż te używane do przerwania trzepotania przedsionków.

Wstęp: Celem badania było porównanie skuteczności kardiowersji elektrycznej (CV) wykonanej metodą przezklatkową (TT-CV) i przezprzetykową (TE-CV). Oba rodzaje kardiowersji przeprowadzono u osób z migotaniem (AF) i trzepotaniem przedsionków (AFL). **Materiał i metody:** Badaną grupę stanowiło 51 pacjentów (24 kobiety i 27 mężczyzn) z AF i AFL trwającym co najmniej 24 godziny zakwalifikowanych do planowej kardiowersji. Średnia wieku wynosiła $59 \pm 10,5$ roku.

Wyniki: U pacjentów z AF wykonano 23 TT-CV i 23 TE-CV, u 3 osób po nieskutecznej TT-CV przeprowadzono TE-CV. Skuteczność TT-CV wynosiła 87%, a TE-CV — 91% (różnica nieistotna). Po przeanalizowaniu skuteczności obu rodzajów kardiowersji w przypadku poszczególnych składowych energii stwierdzono jednak większą skuteczność TE-CV w porównaniu z TT-CV w zakresie energii mniejszych od maksymalnych ($p < 0,05$). Średnia energia potrzebna do przerwania AF wykorzystana podczas TT-CV wynosiła 137 J i była istotnie wyższa ($p < 0,03$) niż w TE-CV (75 J). W analizie czynnikowej stwierdzono jedynie istotną zależność liczby maksymalnych skutecznych energii od masy ciała pacjentów, silniej wyrażoną w przypadku TE-CV niż TT-CV (dla TE-CV $r_i = 0,48$, $p < 0,02$; dla TT-CV $r_i = 0,2$, $p < 0,1$), oraz od wymiaru lewego przedsionka (tylko dla obu rodzajów kardiowersji łącznie: $p < 0,04$ i $r_i = 0,3$). W grupie osób z AFL u 3 pacjentów wykonano TT-CV, a u 2 chorych — TE-CV. Skuteczność obu rodzajów kardiowersji wynosiła 100%. Średnia energia skuteczna podczas TE-CV wynosiła 15 J i była istotnie mniejsza ($p < 0,03$) niż w TT-CV (60 J). Skuteczność obu rodzajów kardiowersji nie różniła się istotnie między grupami pacjentów z AF i AFL. Znacznie mniejsze były natomiast średnie skuteczne energie w poszczególnych rodzajach kardiowersji u osób z AFL niż u chorych z AF.

Wnioski: Kardiowersja elektryczna AF i AFL wykonana impulsem dwufazowym metodą przezklatkową jest tak samo skuteczna jak przeprowadzona metodą przezprzetykową. Skuteczność kardiowersji u pacjentów z AF w zakresie energii mniejszych od maksymalnych jest większa podczas stosowania metody przezprzetykowej. Średnie wartości skutecznej energii są istotnie większe w przypadku metody przezklatkowej, a w grupie osób z AF większe dla poszczególnych rodzajów kardiowersji niż w grupie chorych z trzepotaniem przedsionków.

Słowa kluczowe: migotanie przedsionków, trzepotanie przedsionków, kardiowersja elektryczna przezklatkowa, kardiowersja elektryczna przezprzetykowa, impuls dwufazowy, skuteczność

PIŚMIENNICTWO

1. Lown B., Amarasingham R., Neuman J. New method for terminating cardiac arrhythmias: use of synchronized capacitor discharge. *J. Am. Med. Assoc.* 1962; 182: 548–555.
2. Lown B., Kleiger R., Wolf G. The technique of cardioversion. *Am. Heart J.* 1964; 67: 282–284.
3. De Silva R.A., Graboyes T.B., Podrid P.I. i wsp. Cardioversion and defibrillation. *Am. Heart J.* 1980; 100: 88–895.
4. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines and Policy Conferences (Committee to develop guidelines for the management of patients with atrial fibrillation) developer in collaboration with the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Eur. Heart J.* 2001; 22: 1852–1923.
5. Dorian P. External cardioversion of atrial fibrillation with biphasic shocks requires less current and causes less patient discomfort. *Acad. Emerg. Med.* 2001; 8: 543–544.
6. Koster R.W., Dorian P., Chapman F.W. i wsp. A randomized comparing monophasic and biphasic waveform shock for external cardioversion of atrial fibrillation. *Am. Heart J.* 2004; 147: e20.
7. Koster R.W., Adams R., Chapman F.W. Biphasic truncated exponential shocks provide a high rate of success for external cardioversion of atrial fibrillation. *Resuscitation* 2000; 45: 52 (streszczenie).
8. 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: 25–30.
9. Kosior D.A., Chwyczko T., Jasik M. i wsp. Ocena wpływu rodzaju i wielkości impulsu kardiowersyjowego na stopień uszkodzenia miokardium — doświadczenia własne. *Folia Cardiol.* 2005; 12: 627–642.
10. Poleszak K., Kutarski A., Koziara D. i wsp. Kardiowersja przezprzetykowa w migotaniu przedsionków — doświadczenia własne. *Folia Cardiol.* 1999; 6: 175–184.
11. Prochaczek F., Ramsey M., Gątecka J. Niskoenergetyczna przezprzetykowa kardiowersja migotania przedsionków. Część I: założenia teoretyczne. *Folia Cardiol.* 1999; 6: 12–20.
12. Zheng F., Qi X., Liu H. i wsp. Transesophageal cardioversion of atrial flutter and atrial fibrillation using an electric balloon electric system. *Chin. Med. J. (Engl.)* 2003; 116: 1325–1328.
13. Zardo F., Brieda M., Hrovatin E. i wsp. Transesophageal electrical cardioversion of persistent atrial fibrillation: a new approach for an old technology. *Ital. Heart J.* 2002; 3: 354–359.
14. Prochaczek F., Ramsey M., Gątecka J. Niskoenergetyczna przezprzetykowa kardiowersja migotania przedsionków. Część II: zagadnienia praktyczne. *Folia Cardiol.* 1999; 6: 129–136.
15. Kannel W.B., Abbot R.D., Savage D.D. i wsp. Epidemiologic features of chronic atrial fibrillation: the Framingham study. *N. Engl. J. Med.* 1982; 306: 1018–1022.
16. Levis T. Observations upon curious and not uncommon form of extreme acceleration of the auricle: atrial flutter. *Heart* 1913; 4: 17–78.
17. Wellens H.J.J. Contemporary management of atrial flutter. *Circulation* 2002; 106: 649–652.
18. Chwyczko T., Kosior D., Pałka E. i wsp. Ocena wpływu kardiowersji elektrycznej przetrwałego migotania przedsionków impulsem jednofazowym na stopień uszkodzenia mięsian sercowego. *Folia Cardiol.* 2003; 10: 625–632.
19. Lip G.Y., Watson R.D., Singh S.P. Cardioversion of atrial fibrillation. *Br. Med. J.* 1996; 312: 112–115.

20. Fick M., Frykman V., Jensen-Urstad M. i wsp. Factors predicting success rate and recurrence of atrial fibrillation after first electrical cardioversion in patients with persistent atrial fibrillation. *Clin. Cardiol.* 2001; 24: 238–244.
21. Alt E., Ammer R., Lehmann G. i wsp. Patient characteristics and underlying heart disease as predictors of recurrent atrial fibrillation after internal and external cardioversion in patients treated with oral sotalol. *Am. Heart J.* 1997; 134: 419–425.
22. Van Gelder I.C., Crijns H.J., Van Gilst W.H. i wsp. Prediction of uneventful cardioversion and maintenance of sinus rhythm for direct-current electrical cardioversion of chronic atrial fibrillation and flutter. *Am. J. Cardiol.* 1991; 68: 41–46.