

Chirurgiczna ablacja prądem o częstotliwości radiowej u pacjentów z utrwalonym migotaniem przedsionków. Wyniki krótko- i średnioterminowe wybranych parametrów echokardiograficznych i biochemicznych – doświadczenia własne



Surgical radiofrequency ablation in patients with permanent atrial fibrillation. Short- and mid-term echocardiographic and biochemical results. Our experience

Michał Guzy¹, Michał Krejca¹, Leszek Goliszek², Andrzej Durałek¹, Janusz Skarysz¹, Jarosław Bis¹, Andrzej Bochenek¹

¹I Klinika Kardiologii, Śląski Uniwersytet Medyczny, Katowice

²Oddział Kliniczny Kardiologii i Intensywnej Terapii Pooperacyjnej, Śląski Uniwersytet Medyczny, Śląskie Centrum Chorób Serca, Zabrze

Kardiologia i Torakochirurgia Polska 2007; 4 (4): 355–359

Streszczenie

Wstęp: Migotanie przedsionków (AF) często towarzyszy chorobie niedokrwiennej serca, nadciśnieniu tętniczemu i wadom zastawki mitralnej. Brak funkcji skurczowej przedsionka i nieregularny rytm komór wpływają na frakcję wyrzutową lewej komory (EF). Szacuje się, że AF obniża EF o ok. 20%. Co więcej, AF jest związane ze zwiększonym poziomem w osoczu peptydów natriuretycznych, takich jak przedsionkowy peptyd natriuretyczny (ANP). Uważa się, że przywrócenie rytmu zatokowego (SR) prowadzi do znaczącej poprawy EF lewej komory i normalizacji poziomów ANP.

Cel badania: Ocena zmian parametrów echokardiograficznych oraz osoczowego poziomu ANP po chirurgicznej ablacji AF prądem o częstotliwości radiowej.

Materiał i metody: Badaniem objęto 64 pacjentów (średni wiek 65,6±6,9) z wadą zastawki mitralnej i utrwalonym migotaniem przedsionków, trwającym dłużej niż 6 miesięcy. Chirurgiczna ablacja prądem o częstotliwości radiowej (RFA) była wykonywana jako procedura towarzysząca operacji zastawki mitralnej. Podczas wizyt kontrolnych wykonywano EKG i UKG dla oceny efektywności RFA. Poziom osoczowy ANP oznaczany był przed operacją oraz w 1. i 2. dobie po wykonanej ablacji.

Wyniki: We wczesnym okresie pooperacyjnym rytm zatokowy został przywrócony u 40 (62,5%) pacjentów (grupa SR). U pozostałych w tym czasie utrzymywało się AF (grupa non-SR). Przedoperacyjnie osoczowy poziom ANP był w granicach normy w obydwu grupach. Pooperacyjnie średnie stężenie ANP obniżyło się w grupie SR, lecz nie zmieniło się w grupie non-SR. Co więcej, w 2. dobie średni poziom ANP w grupie non-SR był

Abstract

Background: Atrial fibrillation (AF) often accompanies coronary heart disease, arterial hypertension and mitral valve failure. The absence of atrial systolic function and irregular ventricular rhythm influences left ventricle ejection fraction (EF). It is estimated that AF reduces EF by nearly 20%. Moreover, AF is associated with elevated serum levels of natriuretic factors, such as atrial natriuretic peptide (ANP). It is reported that restoration of sinus rhythm (SR) leads to significant improvement of left ventricle EF and normalizes ANP levels.

Aim: was to evaluate changes in echocardiographic parameters and serum levels of ANP after surgical radiofrequency ablation of AF.

Material and methods: The study group comprised 64 patients (mean age 65.6±6.9) with mitral valve failure and permanent atrial fibrillation lasting more than 6 months. As an additional procedure to mitral valve surgery radiofrequency ablation (RFA) in the left atrium was performed. During follow-up visits ECG and echocardiography were used to assess the effectiveness of RFA. Serum levels of ANP were measured before and on the first and second day after the procedure.

Results: Early after the operation sinus rhythm was restored in 40 (62.5%) patients (SR group). The rest of the patients still suffered from AF during the in-hospital period (non-SR group). Preoperatively the serum levels of ANP were within normal limits in both groups. Postoperatively mean ANP concentration decreased in the SR group but did not in the non-SR group. Moreover, on the second day the mean level in the non-SR group was markedly higher.

Adres do korespondencji: lek. Michał Guzy, I Klinika Kardiologii, Śląski Uniwersytet Medyczny, ul. Ziołowa 45–47, 40-653 Katowice-Ochojec, tel. +48 32 359 86 43, faks +48 32 252 70 66, e-mail: michal.guzy@cardiosurg.pl

znacząco podwyższony. Po roku od operacji liczba pacjentów z SR zwiększyła się do 45 (70,3%). Kontrola echokardiograficzna wykazała w tym czasie statystycznie znamiennej wzrost EF. Ponadto wymiary lewego przedsionka i jego powierzchnia uległy znaczącemu zmniejszeniu.

Wnioski: Utrzymanie rytmu zatokowego w ciągu pierwszego roku po operacji prowadzi do znaczącego wzrostu EF lewej komory oraz zmniejszenia wymiaru lewego przedsionka. Przywrócenie rytmu zatokowego prowadzi do znaczącego obniżenia stężenia ANP we wczesnym okresie pooperacyjnym. Brak rytmu zatokowego w okresie pooperacyjnym może być związany ze wzrostem poziomu ANP.

Słowa kluczowe: migotanie przedsionków, ablacja, przedsionkowy peptyd natriuretyczny.

Wstęp

Najczęściej występującym typem tachyarytmii nadkomorowej jest migotanie przedsionków. Patogeneza tego zjawiska jest złożona i wciąż pozostaje nie do końca wyjaśniona [1, 2]. Uważa się, że ektopowe ogniska, pojedyncze i wielokrotne pętle *re-entry* zaangażowane są w proces wyzwalania i utrzymywania migotania przedsionków [3].

Podstawowe znaczenie lewego przedsionka i żył płucnych w tym procesie zostało dowiedzione eksperymentalnie i w czasie badań klinicznych.

Haïssaguerre i wsp. zademonstrowali w swoich badaniach, że w 94% przypadków napadowe migotanie przedsionków rozpoczyna się od ektopowych impulsów w obrębie żył płucnych [4]. Występuje u pacjentów z chorobą niedokrwienną serca oraz nadciśnieniem tętniczym. Również schorzenia zastawki mitralnej są znaczącym czynnikiem predysponującym do wystąpienia migotania przedsionków. Szacuje się, że do 75% pacjentów poddawanych zabiegom chirurgicznym z powodu zaawansowanej niedomykalności zastawki mitralnej cierpi na migotanie przedsionków [5]. Częstość występowania tej tachyarytmii rośnie wraz z wiekiem populacji, sięgając ok. 10% w grupie powyżej 70. r.ż. Powikłania zatorowo-zakrzepowe związane z jej występowaniem prowadzą do znaczącego wzrostu kosztów hospitalizacji. Frakcja wyrzutowa lewej komory serca zmniejsza się przy migotaniu przedsionków o ok. 20%. Leczenie mające na celu przywrócenie rytmu zatokowego prowadzone jest za pomocą różnych metod: od farmakoterapii, poprzez elektryczną kardiwersję, aż do ablacji przeznaczyniowych oraz chirurgicznych. Te ostatnie są najbardziej skuteczne. Ablacje chirurgiczne są modyfikacją klasycznej metody Coxa *cut and sew*, w której osiąga on za pomocą skalpela ponad 90-procentową skuteczność w leczeniu migotania przedsionków [6–9]. Ponieważ taki model leczenia przedłuża w sposób znaczący operację, wprowadzono metody pozwalające na zastąpienie klasycznych cięć chirurgicznych technikami ablacji prowadzonymi do wytworzenia blizn w obrębie przedsionka serca. Wykorzystuje się do tego energię mikrofal, prąd o częstotliwości radiowej, krioablację czy energię lasera [10]. Kosztem

One year after the operation the number of patients with SR increased to 45 (70.3%). Control echocardiography showed a significant increase in EF within one year of follow-up. Moreover, left atrium diameter and its area decreased during the observation period.

Conclusions: The maintenance of SR within 1 year of follow-up leads to a significant increase of left ventricle EF and decrease of left atrium size. Restoration of sinus rhythm leads to a significant decrease in ANP concentration in the early postoperative period. The lack of sinus rhythm postoperatively may be associated with increased levels of ANP.

Key words: atrial fibrillation, ablation, atrial natriuretic peptide.

niewielkiego zmniejszenia skuteczności uzyskano znaczne skrócenie czasu zabiegu chirurgicznego. Procedura *maze III* Coxa trwa ok. 60 min, natomiast ablacje przedłużają zabieg o kilkanaście minut.

W I Klinice Kardiologii ŚUM w Katowicach ablacje prądem o częstotliwości radiowej są stosowane od 2003 roku. Do lutego 2007 roku włączyliśmy do rocznej obserwacji pooperacyjnej 64 pacjentów.

W latach 80. wyizolowano oligopetyd neurohormonalny – przedsionkowy peptyd natriuretyczny, który jest syntezowany w mięśniu przedsionków, a także w pewnym stopniu komór serca i wydzielany w odpowiedzi na rozciąganie komórek mięśnia. Ponadto wydzielanie peptydu stymuluje również tachykardia, glikosteroidy, hormony tarczycy czy angiotensyna II. U chorych z zawałem serca oraz dysfunkcją lewej komory ANP może być uwalnianie w dużej ilości zarówno przez tkanki przedsionków, jak i komór. ANP zwiększa filtrację kłębuszkową i natriurezę, hamując reabsorpcję zwrotną sodu, rozkurcza mięśniówkę gładką naczyń, powodując zmniejszenie obciążenia następczego i wstępnego serca oraz obniża ciśnienie tętnicze krwi. Hamuje również aktywność układu noradrenergicznego i układu renina-angiotensyna-aldosteron [11, 12].

Oznaczenie ANP znalazło się wśród zaleceń Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego przy rozpoznawaniu niewydolności serca.

Cel pracy

Celem pracy była ocena wpływu leczenia utrwalonego migotania przedsionków (powyżej 6 miesięcy AF) przy zastosowaniu ablacji prądem o częstotliwości radiowej na zmiany wybranych parametrów echokardiograficznych oraz ocena związku stężenia przedsionkowego peptydu natriuretycznego w osoczu ze skutecznością przeprowadzonej ablacji i stanem klinicznym pacjentów.

Materiał i metody

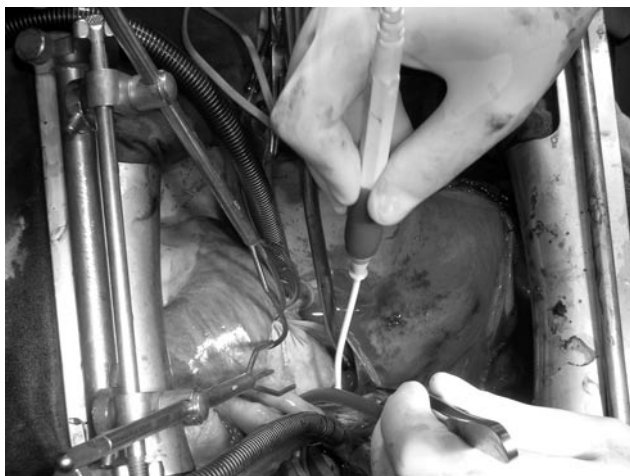
Do badania włączono 64 pacjentów z utrwalonym migotaniem przedsionków utrzymującym się od co najmniej 6 miesięcy. Wszyscy pacjenci mieli wymagającą chirur-

gicznej interwencji wadę zastawki mitralnej. Planowanym zabiegiem podstawowym była wymiana bądź plastyka zastawki mitralnej. U niektórych dodatkowo wykonano plastykę zastawki trójdzielnej, wymianę zastawki aortalnej, korekcję ubytku w przegrodzie międzyprzedsionkowej. Charakterystykę pacjentów przedstawia tabela I.

Do kryteriów wyłączenia z badania należały:

- brak zgody pacjenta na udział w badaniu,
- zapalenie wsierdzia w ciągu ostatnich 30 dni,
- zwapnienie lub znaczne powiększenie lewego przedsionka (>70 mm),
- masywne zwapnienie pierścienia zastawki mitralnej,
- frakcja wyrzutowa lewej komory <25%,
- konieczność pomostowania tętnic wieńcowych (CABG),
- stężenie kreatyniny w surowicy >1,6 mg/dl,
- wiek powyżej 75 lat,
- nałogi (alkoholizm, narkomania),
- podwyższone ryzyko operacyjne (>6 pkt wg Euroscore).

Zabieg operacyjny wykonywano w krążeniu pozaustrojowym, serce zatrzymywano krwistą, zimną kardioplegią. Ablacja była wykonywana jako procedura towarzysząca zabiegom naprawczym (wymianie, plastyce) zastawki mitralnej. Używano irygowanej elektrody monopolarnej systemu



Ryc. 1. Procedura ablacji lewego przedsionka serca. System Cardioblade Medtronic

Tab. I. Charakterystyka pacjentów

Cecha	Wartość
liczba pacjentów (n/K:M)	64/55:9
średni wiek (lata)	65,6±6,9
BMI (kg/m ²)	27,4±3,8
średni czas utrwalonego AF (miesiące)	55,2±38,1
EF (%)	54,6±5,5
LA (mm)	53,6±7,1
LAA (cm ²)	36,7±7,6

AF – migotanie przedsionków; BMI – wskaźnik masy ciała; EF – funkcja wyrzutowa lewej komory; K – kobiety; LA – wymiar lewego przedsionka w osi długiej przymostkowej; LAA – powierzchnia lewego przedsionka; M – mężczyźni

Cardioblade firmy Medtronic. Do aplikacji używano mocy 20 W. Po otwarciu lewego przedsionka wykonywano ablację wokół lewych oraz prawych żył płucnych, a następnie poprowadzono linię łączącą pomiędzy nimi. Prowadzono dodatkową linię do zaszywanego rutynowo uszka lewego przedsionka oraz linię pomiędzy lewymi żyłami płucnymi i pierścieniem mitralnym w kierunku na P3. Średni czas ablacji wynosił 8,6±1,7 min, średni czas zakleszczenia aorty 83,2±19,1 min, a krążenia pozaustrojowego 114,1±17,6 min. Stymulacji pooperacyjnej wymagało 42 (65,6%) pacjentów, a zastosowania kontrapulsacji wewnątrzprzedsionkowej IABP 7 (10,9%). U 1 z pacjentów zaistniała konieczność implantacji stałego układu stymulującego. Dotychczas żaden z pacjentów nie zmarł w trakcie hospitalizacji ani podczas rocznej obserwacji.

Bezpośrednio przed zabiegiem operacyjnym, a następnie 24 godziny oraz 48 godzin po zabiegu u pacjentów był oznaczany poziom ANP. Krew pobierano po minimum 1 godzinie przebywania pacjenta w pozycji leżącej. Od każdego z pacjentów pobrano 3 próbki krwi (każda po 5 ml). Próbki zostały pobrane do nieheparynizowanych probówek i do uzyskania skrzepu były przechowywane w temp. 4°C. Następnie były odwirowywane z prędkością 5000 obr./min przez 10 minut. Uzyskane osocze było przelewane do 2 odpowiednio opisanych probówek typu Eppendorf i zamrażane w temp. -20°C. Do oznaczania stężenia tego hormonu użyto metody immunoenzymatycznej pro ANP 1-98 ELISA, zestaw odczynników firmy BIOMEDICA. Badanie to uzyskało aprobatę Komisji Bioetycznej Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach, a na trzykrotne pobranie krwi wszyscy pacjenci wyrazili świadomą zgodę. Po zebraniu odpowiedniej ilości materiału pozwalającej na optymalne wykorzystanie odczynników materiał rozmrażano i wykonywano oznaczenia stężenia ANP.

Wyniki

We wczesnym okresie pooperacyjnym rytm zatokowy został przywrócony u 40 (62,5%) pacjentów (grupa SR). U pozostałych w tym czasie utrzymywało się AF (grupa non-SR). Zmiany parametrów echokardiograficznych oceniano, porównując 1. miesiąc po zabiegu operacyjnym z 6. oraz 12. miesiącem. Przyjęto, że zmiany wielkości przedsionka w badaniach we wczesnym okresie pooperacyjnym są wynikiem samej procedury chirurgicznej, tzn. rozcinania i zaszywania przedsionka, zaszywania uszka lewego przedsionka oraz implantacji sztucznej zastawki bądź pierścienia. Po roku od operacji liczba pacjentów z SR zwiększyła się do 45 (70,3%). Kontrola echokardiograficzna wykazała w tym czasie znamieny wzrost EF. Ponadto wymiary lewego przedsionka i jego powierzchnia uległy znaczącemu zmniejszeniu. Parametry echokardiograficzne przedstawia tabela II.

Przedoperacyjnie osoczowy poziom ANP był w granicach normy w obydwu grupach. Pooperacyjnie średnie stężenie ANP obniżyło się w grupie SR, lecz nie zmieniło się w grupie non-SR. Co więcej, w 2. dobie średni poziom ANP w grupie non-SR był znacząco podwyższony. Poziom badano ANP przedstawia tabela III.

Tab. II. Parametry echokardiograficzne

	Przed zabiegiem	1 miesiąc po operacji	6 miesięcy po operacji	12 miesięcy po operacji
EF (%)	54,6±5,5	53,8±6,2	60,6±5,8 ¹	61,6±6,1 ¹
LA (mm)	53,6±7,1	46,8±5,6	43,2±5,7 ¹	42,9±5,8 ¹
LAA (cm ²)	36,7±7,6	24,4±5,5	19,7±4,4 ¹	20,1±5,2 ¹

¹ – $p < 0,05$ vs 1 miesiąc po operacji; EF – funkcja wyrzutowa lewej komory; LA – wymiar lewego przedsionka w osi długiej przymostkowej; LAA – powierzchnia lewego przedsionka

Tab. III. Poziom ANP w osoczu (fmol/ml)

Grupa	Przed zabiegiem	1. doba po operacji	2. doba po operacji
SR	1998±821	1556±749 ¹	1632±878 ¹
non-SR	1479±899	1739±828	2198±772, ³

^{1,2} – $p < 0,05$ vs przed zabiegiem; ³ – $p < 0,05$ vs 1. doba po operacji

Dyskusja

Od lat 80. ubiegłego wieku, kiedy zapoczątkowano chirurgiczne leczenie migotania przedsionków, zostało rozwiniętych i udoskonalonych wiele technik operacyjnych oferujących różne sposoby leczenia. Podkreślić należy wysoką skuteczność metod chirurgicznych leczenia migotania przedsionków. Pacjenci ci w większości są leczeni przez kardiologów za pomocą metod farmakologicznych, kardiowersji bądź ablacji przeznaczyńowych.

Po wykonaniu kardiowersji elektrycznej we wczesnym okresie utrzymanie rytmu zatokowego jest dosyć wysokie, jednak już po roku utrzymuje się tylko u ok. 20% chorych [13]. Ablacje przeznaczyńowe pozwalają na utrzymanie stabilnego rytmu zatokowego u ok. 50% [14, 15]. W wypadku ablacji chirurgicznych, w zależności od metody i ośrodka, skuteczność waha się od 65% do 95%. Procentowy udział leczenia chirurgicznego nie był jednak dotychczas zbyt duży ze względu na to, że była to procedura towarzysząca innym zabiegom kardiokirurgicznym. Dopiero od niedawna w Polsce wykonywane są ablacje u pacjentów z izolowanym migotaniem przedsionków. Pierwsze doświadczenia z zastosowaniem bipolarnych elektrod epikardialnych w mało inwazyjnej chirurgicznej ablacji przedstawił zespół doktora Suwalskiego [16].

Metoda *radiofrequency* jest jednym ze sposobów wytwarzania blizny, hamującej przewodzenie bodźców. Podobnie jak inne, posiada kilka modyfikacji, które mogą mieć wpływ na uzyskiwane wyniki. Różnice dotyczą dostępu (od strony wsierdzia lub nasierdziowo), czasu aplikacji oraz wzoru linii ablacyjnych. W niektórych ośrodkach są izolowane tylko żyły płucne i nie stosuje się dodatkowych linii łączących, uzyskując przy tym porównywalne wyniki w przywracaniu rytmu zatokowego. Zastosowanie irygacji umożliwi wykonanie blizny pełnościennej, zanim dojdzie do uszkodzenia termicznego tkanki przedsionka.

Używana przez nas elektroda monopolarna nie daje gwarancji na transmuralność wykonanej blizny. Podczas zabiegu istnieje również pewne ryzyko uszkodzenia termicznego przetyku [17].

Aspektem, na którym skupiliśmy się w prezentowanej pracy, jest poprawa parametrów hemodynamicznych po wykonanej ablacji. Przywrócenie funkcji transportowej przedsionka powoduje w okresie pooperacyjnym znamienny wzrost frakcji wyrzutowej lewej komory serca [18, 19]. Migotanie przedsionków ma istotne znaczenie w spadku rzutu serca i rozwoju niewydolności krążenia. Prawidłowy skurcz przedsionków ma szczególne znaczenie dla prawidłowej funkcji lewej komory, m.in. w przypadku wystąpienia wad zastawkowych serca.

W rocznej obserwacji pacjentów po przeprowadzonej ablacji zaobserwowaliśmy znamienny wzrost frakcji wyrzutowej lewej komory oraz zmniejszanie wymiarów lewego przedsionka, istotnie powiększonego przed zabiegiem.

Częściowo poprawa badanych parametrów hemodynamicznych w naszej grupie badanych jest związana z zabiegiem naprawczym zastawki mitralnej. Uważamy jednak, opierając się na dostępnej literaturze, że przywrócenie rytmu zatokowego odgrywa w tym przypadku również ważną rolę.

Zmniejszenie stężenia peptydu natriuretycznego występujące w grupie z pooperacyjnym rytmem zatokowym wydaje się spowodowane poprawą parametrów hemodynamicznych serca z przywróceniem prawidłowej kurczliwości przedsionka. Około połowa z tych pacjentów wymagała przejściowej pooperacyjnej stymulacji diuretykami. Na wysokość stężenia ANP w osoczu wpływ ma wiele czynników. Staraliśmy się więc ujednolicić warunki pobierania próbek od poszczególnych pacjentów. Każdy materiał był pobierany po przynajmniej godzinny spoczynku pacjenta oraz w tych samych okresach czasu przed operacją, jak i po niej. Analizując stężenie ANP u pacjentów, u których po wykonaniu ablacji nie udało się przywrócić rytmu zatokowego, zauważyliśmy, że jest to grupa, u której takie parametry przedoperacyjne jak rozmiar lewego przedsionka czy czas trwania utrwalonego migotania przedsionków były szczególnie wysokie. Liczebność tej grupy pozwala jednak mówić tylko o pewnych tendencjach bez wyciągania wniosków statystycznych.

Wnioski

Ablacja prądem o częstotliwości radiowej w trakcie zabiegu kardiokirurgicznego jest bezpieczną i skuteczną metodą leczenia utrwalonego migotania przedsionków. Przywrócenie oraz utrzymanie rytmu zatokowego prowadzi do korzystnych zmian parametrów echokardiograficznych: znamiennego statystycznie wzrostu frakcji wyrzutowej lewej komory serca oraz znamiennego zmniejszenia wymiarów lewego przedsionka i przywrócenia jego funkcji transportowej. Przywrócenie rytmu zatokowego prowadzi do znaczącego obniżenia stężenia ANP we wczesnym okresie pooperacyjnym. Brak rytmu zatokowego w okresie pooperacyjnym może być związany ze wzrostem poziomu ANP.

Piśmiennictwo

1. Allessie MA. Atrial electrophysiologic remodeling: another vicious circle? J Cardiovasc Electrophysiol 1998; 9: 1378-1393.

2. Chen PS, Athill CA, Wu TJ, Ikeda T, Ong JJ, Karagueuzian HS. Mechanisms of atrial fibrillation and flutter and implications for management. *Am J Cardiol* 1999; 84: 125R-130R.
3. Nattel S. New ideas about atrial fibrillation 50 years on. *Nature* 2002; 415: 219-226.
4. Haïssaguerre M, Jaïs P, Shah DC, Takahashi A, Hocini M, Quiniou G, Garrigue S, Le Mouroux A, Le Métayer P, Clémenty J. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med* 1998; 339: 659-666.
5. Braunwald E. Valvular Heart Disease. In: Braunwald E. Heart Disease. W.B. Saunders Comp Philadelphia, London, Toronto 1980.
6. Cox JL, Schuessler RB, Lappas DG, Boineau JP. An 8 1/2-year clinical experience with surgery for atrial fibrillation. *Ann Surg* 1996; 224: 267-273.
7. Kobayashi J, Kosakai Y, Nakano K, Sasako Y, Eishi K, Yamamoto F. Improved success rate of the maze procedure in mitral valve disease by new criteria for patients' selection. *Eur J Cardiothorac Surg* 1998; 13: 247-252.
8. Isobe F, Kawashima Y. The outcome and indications of the Cox maze III procedure for chronic atrial fibrillation with mitral valve disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998; 116: 220-227.
9. Arcidi JM, Millar RC. Evolution of the maze III procedure: are modifications necessary? *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 47 (Suppl 3): 362-364.
10. Suwalski P, Suwalski G, Doll N, Majstrak F, Kurowski A, Suwalski KB. Chirurgiczne leczenie migotania przedsionków – przez chirurgiczny labirynt do współczesnych technologii. *Kardiologia po Dyplomie* 2004; 9: 64-68.
11. Engelmann MD, Niemann L, Kanstrup IL, Skagen K, Godtfredsen J. Natriuretic peptide response to dynamic exercise in patients with atrial fibrillation. *Int J Cardiol* 2005; 105: 31-39.
12. Alblåge A, Kennebäck G, van der Linden J, Berglund H. Improved neurohormonal markers of ventricular function after restoring sinus rhythm by the Maze procedure. *Ann Thorac Surg* 2003; 75: 790-795.
13. Guidelines for the management of patients with atrial fibrillation; executive summary. *Circulation* 2001; 104: 2118-2150.
14. Wnuk-Wojnar AM, Trusz-Gluza M, Czerwiński C, Woźniak-Skowerska I, Szydło K, Hoffmann A, Nowak A, Wita K, Konarska-Kuszevska E, Krauze J, Rybicka-Musiałik A, Drzewiecka-Gerber A. Ablacja okrężająca żyły płucne w leczeniu migotania przedsionków: 3-letnie doświadczenia jednego ośrodka. *Kardiologia Pol* 2005; 63: 362-370.
15. Kottkamp H, Hindricks G. Curative treatment of atrial fibrillation 2000: Percutaneous catheter ablation techniques and intraoperative ablation with minimally invasive techniques. *Herzschr Elektrophys* 2000; 11 (Suppl II): II63-II68.
16. Suwalski P, Suwalski G, Wilimski R, Kochanowski J, Scisło P, Gaca H, Popiel Z, Sledz M, Smolarska-Switaj J, Suwalski K. Minimally invasive off-pump video-assisted endoscopic surgical pulmonary vein isolation using bipolar radiofrequency ablation - preliminary report. *Kardiologia Pol* 2007; 65: 370-374.
17. Gillinov AM, Petterson G, Rice TW. Esophageal injury during radiofrequency ablation for atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001; 122: 1239-1240.
18. Ruskin J, McHale PA, Harley A, Greenfield JC Jr. Pressure-flow studies in man: effect of atrial systole on left ventricular function. *J Clin Invest* 1970; 49: 472-478.
19. Shinagawa K, Shi YF, Tardif JC, Leung TK, Nattel S. Dynamic nature of atrial fibrillation substrate during development and reversal of heart failure in dogs. *Circulation* 2002; 105: 2672-2678.