

©Borgis

Marcin Sidor¹, *Andrzej Tomaszewski², Andrzej Wysokiński²

Zastosowanie echokardiografii w diagnostyce i leczeniu migotania przedsionków

The application of echocardiography in diagnosis and treatment of atrial fibrillation

¹Oddział Kardiologii, Radomski Szpital Specjalistyczny
Ordynator Oddziału: dr med. Piotr Achremczyk

²Katedra i Klinika Kardiologii, Uniwersytet Medyczny, Lublin
Kierownik Kliniki: prof. dr hab. med. Andrzej Wysokiński

Słowa kluczowe

migotanie przedsionków,
echokardiografia przezklatkowa,
echokardiografia przezprzełykową,
echokardiografia wewnątrzsercowa,
echokardiografia 3D

Key words

atrial fibrillation, transthoracic
echocardiography, transoesophageal
echocardiography, intracardiac
echocardiography, 3D echocardiography

Adres/address:

*Andrzej Tomaszewski
Katedra i Klinika Kardiologii UM
ul. Jaczewskiego 8 (SPSK4), 20-090 Lublin
tel. +48 (81) 724-41-51
ajtom@wp.pl

Streszczenie

Migotanie przedsionków (ang. *atrial fibrillation* – AF) stanowi najczęstszą tachyarytmię nadkomorową. Z punktu widzenia epidemiologicznego jak i klinicznego, stanowi istotną jednostkę chorobową. W związku z powyższym ważna jest wczesna diagnoza, wybór odpowiedniej metody leczenia oraz monitorowanie nie tylko samego procesu terapii, ale także ewentualnych powikłań takich jak np. udar mózgu. Częstość występowania migotania przedsionków szacuje się na 0,4-1% i wzrasta wraz z wiekiem nawet do 10% u osób powyżej 70 r.ż. Celem ustalenia przyczyny oraz wyboru odpowiedniej metody leczenia pacjentów z AF rutynowo kieruje się na echokardiograficzne badanie serca. Badanie to jako nieinwazyjne, wykonywane w czasie rzeczywistym, łatwo dostępne i tanie jest dobrą metodą do oceny lewego przedsionka. Najbardziej dokładny i równocześnie powtarzalny pomiar objętości przedsionka można uzyskać wykorzystując technikę 3DE (ang. *three dimensional echocardiography*). Uzyskane pomiary są porównywalne z tymi z tomografii komputerowej i rezonansu magnetycznego. Jednak ze względu na ograniczenia jakie niosą za sobą wspomniane metody, takie jak niska dostępność czy wysoki koszt badania, dwuwymiarowe konwencjonalne badanie echokardiograficzne wciąż pozostaje metodą najczęściej stosowaną w praktyce klinicznej.

Summary

Atrial fibrillation (AF) is the most common supraventricular arrhythmia. Taking into account epidemiological and clinical factors one has to state that atrial fibrillation is a serious illness. Having this in mind one has to pay attention to diagnosis and appropriate method of treatment with adequate control of therapy to prevent such complication as stroke. Atrial fibrillation affects 0,4-1% of the population and its incidence increases with age even to 10% in people who are over 70 years old. Echocardiography is routinely performed in patients suffering from AF to state the cause of this pathology and choose an appropriate method of treatment. As noninvasive, made in real time, easily available and not expensive it is a good examination to define left atrium. The most precise and repeatable measurement of atrial volume is achieved in 3DE technique (three dimensional echocardiography). Measurements performed in 3DE are comparable to those in TK and MR. Due to the limit of those methods such as poor access or high cost of treatment two dimensional conventional echocardiography is the most common in practice.

Migotanie przedsionków (ang. *atrial fibrillation* – AF) stanowi najczęstszą arytmie nadkomorową, która charakteryzuje się nieskoordynowaną aktywnością przedsionków i prowadzi do braku efektywności hemodynamicznej ich skurczu oraz w efekcie do wzrostu objętości i ciśnienia wewnątrzprzedsionkowego (1-3). Często szybka czynność serca oraz brak synchronizacji przedsionkowo-komorowej z jednej strony pro-

wadzą do nieregularnego rytmu komór, z drugiej zaś zmniejszają rzut serca i tym samym ograniczają tolerancję wysiłku (3). Elektrokardiograficzne rozpoznanie migotania przedsionków polega na uwidocznieniu całkowicie nieregularnych odstępów RR (tzw. *arrhythmia absoluta*), nieregularnych fal migotania (tzw. fali f) oraz braku załamków P, zwykle najlepiej widocznych w odprowadzeniach przedsercowych V1-V2 (4). Częstość

występowania tego schorzenia szacuje się na 0,4-1% i wzrasta wraz z wiekiem nawet do 10% u osób powyżej 70. r.ż., przy czym częściej chorują mężczyźni niż kobiety, a ryzyko zgonu rośnie 1,5-krotnie u mężczyzn i 1,9-krotnie u kobiet (4-6). **Ze względu na czas trwania arytmii oraz jej symptomy migotanie przedsionków można podzielić na: rozpoznane po raz pierwszy, napadowe, przetrwałe, przetrwałe długotrwałe oraz utrwalone** (4). Pacjenci z AF szczególnie narażeni są na powstawanie skrzeplin, których głównym miejscem występowania jest uszko lewego przedsionka. Stanowią oni grupę ryzyka narażoną na występowanie powikłania, jakim jest udar mózgu. Szacunkowo 15-20% udarów mózgu spowodowane jest przyczynami sercowo-pochodnymi, najczęściej związanymi z migotaniem przedsionków (7) (ryc. 1).



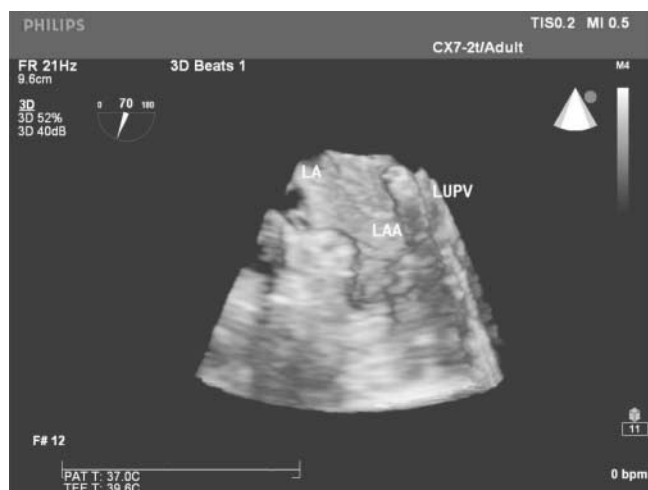
Ryc. 1. Uszko lewego przedsionka 2D, TEE. LA – lewy przedsionek, LAA – uszko lewego przedsionka, LV – lewa komora

Celem ustalenia przyczyny oraz wyboru odpowiedniej metody leczenia pacjentów z AF rutynowo kieruje się na echokardiograficzne badanie serca (8). Badanie to jako nieinwazyjne, wykonywane w czasie rzeczywistym, łatwo dostępne i tanie, jest dobrą metodą do oceny lewego przedsionka. Pozostałe techniki obrazowania takie jak rezonans magnetyczny czy tomografia komputerowa stanowią bardzo cenne uzupełnienie echokardiografii (9). Najbardziej dokładny i równocześnie powtarzalny pomiar objętości przedsionka można uzyskać przy wykorzystaniu techniki 3DE (ang. *three dimensional echocardiography*). Uzyskane pomiary są porównywalne z tymi z tomografii komputerowej i rezonansu magnetycznego. Jednak ze względu na ograniczenia, jakie niosą ze sobą wspomniane metody, takie jak niska dostępność czy wysoki koszt badania, dwuwymiarowe konwencjonalne badanie echokardiograficzne wciąż pozostaje metodą najczęściej stosowaną w praktyce klinicznej (10). Podczas dokonywania badania w trybie obrazowania 2D, ze względu na przestrzenny kształt lewego przedsionka, przydatne są projekcje: przymostkowa w osi długiej oraz koniuszkowe (cztero- i dwujamowa). Oczywiście w miarę możliwości wykorzystuje się

wszystkie dostępne płaszczyzny obrazowania, aby uzyskać jak najwięcej informacji o obecności ewentualnych struktur i kształcie lewego przedsionka (11). Ponadto bardzo cennym uzupełnieniem badania przezklatkowego jest obrazowanie metodą echokardiografii przezprzełykowej (ang. *transesophageal echocardiography* – TEE). Zastosowanie znajduje tutaj zarówno technika dwuwymiarowa (2DE), jak i trójwymiarowa (3DE). Pomimo że podczas wizualizacji przezklatkowej czasami udaje się uwidocznić uszko lewego przedsionka, to dokładność obrazowania jest niewielka w porównaniu z badaniem przezprzełykowym TEE (12-15) (ryc. 2 i 3).



Ryc. 2. Uszko lewego przedsionka 2D, TEE. LAA – uszko lewego przedsionka



Ryc. 3. Uszko lewego przedsionka 3D, TEE. LA – lewy przedsionek, LAA – uszko lewego przedsionka, LUPV – żyła płucna górna lewa

Zaburzenia przepływu krwi podczas migotania przedsionków, szczególnie turbulentny jej przepływ, stanowią ryzyko powstawania zakrzepów w jamie lewego przedsionka, skąd trafiając do krążenia obwodowego, powodują najczęstsze powikłania w postaci zatorowości obwodowej i udaru mózgu. Im większy lewy przedsionek, tym większe ryzyko powstawania w nim skrzeplin. **Najczęstszą lokalizacją skrzeplin jest uszko lewego przedsionka** (ryc. 4 i 5).



Ryc. 4. Skrzeplina w LAA (0,7 cm x 2,45 cm), 2D, TEE.
LA – lewy przedsionek, LAA – uszko lewego przedsionka, LUPV – żyła płucna górna lewa, LV – lewa komora



Ryc. 5. Skrzeplina w LAA, TEE (ta sama co na ryc. 4 w obrazie 3D).

W badaniu TEE przepływ krwi w uszku lewego przedsionka ocenia się przy pomocy badania dopplerowskiego metodą fali pulsacyjnej. Bramkę Dopplera umieszcza się w proksymalnej 1/3 długości uszka. Zmniejszenie prędkości przepływu w uszku lewego przedsionka ≤ 20 cm/s lub upośledzenie jego czynności skurczowej oceniane przy pomocy techniki M-mode stanowi zwiększone ryzyko wystąpienia zatorowości obwodowej u chorych z AF (6, 10). Także obecność samoistnej krwi echogenicznej (ang. *spontaneous echo contrast* – SEC) w lewym przedsionku stanowi ryzyko powstania w nim skrzepliny, a zwłaszcza w jego uszku. Im niższa jest szybkość przepływu krwi, tym intensywniej zaznaczona jest krew echogenna. Przy dużym nasileniu wygląda ona jak kłęby gęstego dymu. Znaczenie SEC nieco wypacza jego zależność od nastawienia aparatu – obniżenie „gainu” może go znacznie zmniejszyć lub sztucznie powiększyć.

Pojawienie się coraz większej ilości parametrów mówiących o różnych składowych funkcjach lewego przedsionka wiąże się z rozwojem echokardiografii. Jako najistotniejsze klinicznie wymienia się takie parametry jak: frakcja wyrzutowa (ang. *left atrial ejection fraction* – LAES), frakcja skraca-

nia (ang. *left atrial fractional shortening* – LAFS) oraz wskaźnik powiększenia przedsionka (15). Niezwykle cennym wskaźnikiem jest wielkość lewego przedsionka, mierzona w projekcji przymostkowej w osi długiej. Pomiaru dokonuje się w fazie maksymalnego wypełnienia w wymiarze przednio-tylnym, wykorzystując obrazowanie w trybie 2D i M-mode. Granica normy dla kobiet wynosi 38 mm, a dla mężczyzn 40 mm (16, 17). Największe znaczenie prognostyczne ma jednak pomiar objętości przedsionka dokonany w fazie końcowo-skurczowej lewej komory. Wartość pola powierzchni przedsionka powinna wynosić ≤ 20 cm². Do tego celu stosuje się metodę Simpsona, która polega na obliczaniu sumy objętości dysków po obrysowaniu maksymalnego (tuż przed otwarciem zastawki mitralnej) i minimalnego (po zamknięciu tej zastawki) obwodu przedsionka (16). Ponadto w ocenie czynności lewego przedsionka stosuje się czynnościową zmianę objętości, spektrum napływu z żył płucnych, prędkości przepływu w uszku lewego przedsionka, rozkurczowe spektrum napływu do lewej komory, spektrum prędkości ruchu fragmentów (przysrodkowego i bocznego) pierścienia zastawki mitralnej, ocenę odkształcenia (*strain*) i tempa odkształcenia (*strain rate*) mięśnia lewego przedsionka. Ostatnia z nich obecnie jest techniką badawczą, która wchodzi do codziennej praktyki klinicznej (18).

Jedną z metod leczenia migotania przedsionków jest kardiowersja elektryczna, którą stosuje się w przypadku braku odpowiedzi na leczenie farmakologiczne. W celu wykonania powyższego zabiegu należy wcześniej przeprowadzić 3-tygodniowy okres leczenia przeciwkrzepliowego, dla którego alternatywą jest TEE, jeśli ośrodek dysponuje wykwalifikowanym zespołem i posiada odpowiedni sprzęt, a także gdy jest konieczność wykonania wcześniejszej kardiowersji, w przypadku braku zgody na leczenie przeciwkrzepliwe, potencjalne ryzyko krwawienia oraz gdy ryzyko powstania skrzepliny w lewym przedsionku jest duże. Ponadto czasami pomocne jest zastosowanie echokardiografii kontrastowej celem wykrycia ewentualnej skrzepliny (4, 6). Jeżeli w lewym przedsionku bądź jego uszku zostanie wykryta skrzeplina, należy włączyć na co najmniej 3 tygodnie leczenie przeciwkrzepliwe antagonistą witaminy K (ang. *vitamin K antagonist* – VKA) pod kontrolą wskaźnika INR, a następnie powtórzyć TEE.

Od stosunkowo niedawna alternatywną możliwością stała się „szybka ścieżka” dla pacjentów nieprzyjmujących leków przeciwzakrzepowych. Stało się to dzięki wprowadzeniu nowych leków przeciwzakrzepowych: dabigatranu (bloker trombiny), riwaroksabanu i apiksabanu (blokery czynnika X), czyli NOAC (ang. *new oral anticoagulants*). W odróżnieniu od klasycznych VKA, nie wymagają one kontroli INR. W tej opcji wykonuje się badanie TEE i przy braku skrzepliny włącza się jeden z tych leków, a następnie wykonuje kardiowersję elektryczną. Naturalnie po kardiowersji lek przeciwzakrzepowy jest stosowany dalej. Ta niezwykle skuteczna droga może być zastosowana przy posiada-

niu sondy przezprzełykowej (TEE) oraz odpowiedniego doświadczenia w wykonywaniu tego badania. Obecność skrzepliny wyklucza możliwość przeprowadzenia kardiowersji elektrycznej i wówczas stosuje się strategię farmakologicznej kontroli częstości rytmu komór (4).

U chorych wysokiego ryzyka udaru mózgu i z przeciwwskazaniem do leczenia przeciwkrzepliwego można rozważyć wykonanie przezskórnego zabiegu zamknięcia uszka lewego przedsionka (19). Lewalter i wsp. (20) podkreślają znaczenie zamknięcia uszka lewego przedsionka (ang. *left atrial appendage closure* – LAAC) u chorych po wystąpieniu krwawienia śródczaszkowego, z mózgową angiopatią amyloidową, małopłytkowością, nawracającym krwawieniem z przewodu pokarmowego i zespołem mielodysplastycznym. Następną grupą pacjentów, którzy mogą skorzystać z tej metody leczenia, są chorzy po implantacji stentu DES, u których wskazane jest dożywnotnie podwójne leczenie przeciwkrzepliwym i mających duże ryzyko krwawienia podczas stosowania potrójnego leczenia przeciwkrzepliwego (21). Aktualnie dostępne są na rynku trzy urządzenia do wykonywania takiego zabiegu: PLAATO (Percutaneous Left Atrial Appendage System), WATCHMAN (Left Atrial Appendage System) i ACP (AMPLATZER Cardiac Plug) (22).

Istotą tej procedury jest wprowadzenie okludera przez żyłę udową, przegrodę międzyprzedsionkową i jamę lewego przedsionka, aż do jego uszka. Urządzenie to zbudowane jest z samorozprężającego się szkieletu nitynolowego, który składa się z dysku połączonego talią z głównym płatem wyposażonym w zaczepy. Fluoroscopia i TEE umożliwiają kontrolę zamykania uszka przedsionka, szczelności zapinki czy obecności ewentualnej skrzepliny na jej powierzchni. Badanie TEE ma decydujące znaczenie w kwalifikacji do zabiegu. W badaniu ocenia się wielkość ujścia uszka, jego morfologię oraz obecność skrzeplin. Ponadto TEE umożliwia dobranie wielkości implantowanej zapinki. Ocenę efektu zabiegu dokonuje się przy pomocy Dopplera kolorowego. W przypadku widocznego dużego przecieku można dokonać korekty położenia okludera bądź wymienić go na większy. Echokardiografia jest bardzo przydatną metodą obrazowania zamykania uszka lewego przedsionka zarówno na etapie diagnostyki, monitorowania zabiegu, jak i kontrolowania jego efektów (21).

Kolejną metodą jest ablacja prądem o wysokiej częstotliwości (ang. *radiofrequency* – RF), którą stosuje się u chorych z opornym na leczenie farmakologiczne migotaniem przedsionków (8). Zakrzewska-Koperska i wsp. (23) na podstawie przeprowadzonych badań podają, że stopień skuteczności ablacji RF zależy od wielkości lewego przedsionka oraz od stopnia jego przebudowy. Zatem uzasadnienie znajduje tutaj fakt kierowania

pacjentów do zabiegu ablacji we wczesnej fazie choroby, przed wystąpieniem nieodwracalnych zmian przebudowy przedsionków. Celem ablacji jest kontrolowane zniszczenie ognisk arytmogennych przy pomocy prądu o częstotliwości radiowej 30-1500 kHz (1). Echokardiografia wewnątrzsercowa (ang. *intracardiac echocardiography* – ICE) umożliwia zaplanowanie takiego miejsca nakłucia przegrody międzyprzedsionkowej, aby uzyskać jak najlepszy dostęp do ujścia żył płucnych podczas ich izolacji. Przy pomocy tego urządzenia można w bardzo precyzyjny sposób określić dokładne położenie elektrody ablacyjnej oraz elektrody diagnostycznej w stosunku do ujścia żył płucnych. Stanowi to kluczowy element w zapobieganiu powikłań i zwiększa skuteczność zabiegu (24, 25). Dzięki zastosowaniu echokardiografii endokawitarnej można osiągnąć dużą skuteczność i znacznie zmniejszyć procent powikłań pozabiegowych. Co ważne, ICE stanowi dobre uzupełnienie skopii rentgenowskiej, a w wyjątkowych przypadkach może ją nawet zastąpić (26, 27).

Zaletą ICE jest wczesne wykrywanie skrzeplin w lewym przedsionku, a wskaźnikiem zwiększającym ryzyko formowania się wspomnianego materiału zatorowego jest spontaniczne kontrastowanie się krwi (25). Wizualizacja struktur wewnątrzsercowych oraz kontaktu elektrod ablacyjnych ze ścianą serca jest bardziej dokładna w ICE niż w TEE. Znamienny jest tutaj również fakt, iż pomimo większej inwazyjności ICE, badanie to jest lepiej tolerowane przez pacjenta, szczególnie podczas długotrwałej procedury (28).

Migotanie przedsionków, z punktu widzenia epidemiologicznego, jak i klinicznego, stanowi istotną jednostkę chorobową (3-6). W związku z powyższym ważne są: wczesna diagnoza, wybór odpowiedniej metody leczenia oraz monitorowanie nie tylko samego procesu terapii, ale także ewentualnych powikłań, takich jak udar mózgu (8). Na każdym z tych etapów nieocenioną pomoc wnosi echokardiografia (TTE, TEE) w formie dwu- lub trójwymiarowego obrazu z zastosowaniem odpowiednich projekcji (12-15).

Pomiary geometryczne objętości lewego przedsionka w echokardiografii dwuwymiarowej obarczone są istotnym ryzykiem błędów. Dlatego w ocenie lewego przedsionka bardziej zasadne wydaje się zastosowanie trójwymiarowej wizualizacji (15). Niestety istotnymi ograniczeniami tej ostatniej metody wciąż pozostają niska dostępność i stosunkowo wysoki koszt badania (10). Techniki takie jak śledzenie markerów akustycznych czy tkankowa echokardiografia dopplerowska dały nowe możliwości oceny lewego przedsionka, wciąż jednak parametry odkształcenia i tempa odkształcenia lewego przedsionka pozostają w sferze badań (11).

PIŚMIENNICTWO

1. Szczeklik A, Tendera M: Kardiologia. Tom 1. Medycyna Praktyczna, Kraków 2009: 423.
2. Leistad E, Christensen G, Ilebakk A: Effects of atrial fibrillation on left and right atrial dimensions pressures and compliance. *Am J Physiol* 1993; 246: 1093-1097.
3. Stefanadis C, Dernellis J, Toutouzas P: A clinical appraisal of left atrial function. *Eur Heart J* 2001; 22: 22-36.
4. Camm AJ, Kirchhof P, Lip GYH et al.: Wytyczne dotyczące postępowania u chorych z migotaniem przedsionków. *Kardiologia Polska* 2010; 68 (supl.VII): 487-566.

5. Kannel WB, Abbott RD, Savage DD: Epidemiologic features of chronic atrial fibrillation: the Framingham study. *N Eng J Med* 1982; 306: 1018-1022.
6. Świątkiewicz I: Zastosowanie echokardiografii w diagnostyce i terapii zatętnowości sercowopochodnej – wybrane aspekty w świetle zaleceń Europejskiego Towarzystwa Echokardiograficznego. *Folia Cardiol Excerpta* 2010; 5(6): 339-352.
7. Go AS, Halek EM, Phillips KA et al.: Prevalence of diagnosed atrial fibrillation in adults: national implications for rhythm management and stroke prevention: the anticoagulation and risk factors in atrial fibrillation study. *Jama* 2001; 285(18): 2370-2375.
8. Lelakowski J, Majewski J, Bigaj E et al.: Wpływ leczenia migotania przedsionków metodą przeszskórnej ablacji RF łącza przedsionkowo-komorowego na wybrane parametry czynności skurczowej mięśnia lewej komory, wydolność wysiłkową i jakość życia chorych. *Przegląd Lekarski* 2009; 66(5): 222-227.
9. To ACY, Flamm SD, Marwick TH, Klein AL: Clinical utility of multimodality LA imaging: assessment of size, function and structure. *JACC Cardiovasc Imaging* 2011; 4(7): 788-798.
10. Piatek AE: Lewy przedsionek – dlaczego nie należy go lekceważyć podczas oceny echokardiograficznej? *Metody pomiaru wielkości i funkcji lewego przedsionka oraz ich znaczenie prognostyczne. Kardio Update* 2014; 4(1): 48-52.
11. Konopka M, Król W, Braksator W: Morfologia i funkcja lewego przedsionka – znaczenie prognostyczne i rola echokardiografii. *Kardiologia po Dyplomie* 2014; 13(5): 27-38.
12. Poutanen T, Ikonen A, Vainio P et al.: Left atrial volume assessed by transthoracic three dimensional echocardiography and magnetic resonance imaging dynamic changes during the heart cycle in children. *Heart* 2000; 83(5): 537-542.
13. Mor-Avi V, Yodwut C, Chattanong Y et al.: Real-time 3D echocardiographic quantification of left atrial volume: multicenter study for validation with CMR. *JACC Cardiovasc Imaging* 2012; 5(8): 769-777.
14. Płońska-Gościński E, Lancellotti P, Habib G: *Cardiology Guidelines 2013: an Echocardiographic Perspective. Medical Tribune Polska, Warszawa* 2013: 145.
15. Roszczyk N, Wierzbowski-Drabik K, Kasprzak JD: Ocena wielkości i funkcji lewego przedsionka. *Kardiologia Polska* 2012; 70(10): 1046-1052.
16. Lang RM, Bierig M, Devereux RB et al.: Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiography* 2005; 18(12): 1440-1463.
17. Feigenbaum H, Armstrong W, Ryan T: *Echokardiografia Feigenbauma. Medipage, Warszawa* 2006: 238-384.
18. Hoit BD: Left atrial size and function: role in prognosis. *J Am Coll Cardiol* 2014; 63(6): 493-505.
19. Urena M, Rodes-Cabau J, Freixa X et al.: Percutaneous left atrial appendage closure with the Amplatzer Cardiac plug device in patients with non-valvular atrial fibrillation and contraindications to anticoagulation therapy. *Journal of American College of Cardiology* 2013; 62(2): 96-102.
20. Lewalter T, Ibrahim R, Albers B, Camm AJ: An update and current expert opinions on percutaneous left atrial appendage occlusion of stroke prevention in atrial fibrillation. *Europace* 2013; 15(5): 652-656.
21. Gziut AI: Rola echokardiografii w obrazowaniu i optymalizacji przeszskórnych zabiegów pozawieńcowych. *Problemy lekarskie* 2011; 48(1): 28-34.
22. Contractor T, Khasnis A: Left atrial appendage closure in atrial fibrillation: a word without anticoagulation? *Cardiology Research and Practice* 2011; 2011: 1-7.
23. Zakrzewska-Koperska J, Derejko P, Walczak F: Early stage of atrium remodeling in long-term follow-up of atrial fibrillation ablation. *Kardiologia Polska* 2014; 72(10): 925-933.
24. Saad EB, Rossillo A, Saad CP et al.: Pulmonary vein stenosis after radiofrequency ablation of atrial fibrillation: functional characterization, evolution, and influence of the ablation strategy. *Circulation* 2003; 108: 3102-3107.
25. Verma A, Marrouche NF, Natale A: Pulmonary vein antrum isolation: intracardiac echocardiography – guided technique. *J Cardiovasc Electro-physiol* 2004; 11: 1335-1340.
26. Urbanek P, Szumowski Ł, Konka M et al.: Zastosowanie echokardiografii endokawitarnej podczas ablacji podłoża migotania przedsionków. *Folia Cardiologica Excerpta* 2006; 1(6): 328-332.
27. Marrouche NF, Wazni OM, Brachmann J: Long-term follow-up after pulmonary vein antral isolation for atrial fibrillation using intracardiac echo guidance technique: a multicenter experience. *Heart Rhythm* 2005; 2 (suppl.): 14.
28. Maciąg A, Szwed H, Pytkowski M et al.: Formowanie skrzeplin w trakcie przeszskórnej ablacji prądem o wysokiej częstotliwości ocenianej za pomocą przezprzelykowego lub wewnątrzsercowego badania echokardiograficznego. *Folia Cardiol* 2006; 13(1): 25-32.

otrzymano/received: 08.06.2015
zaakceptowano/accepted: 09.07.2015