

Hybrydowa, małoinwazyjna ablacja przetrwałego migotania przedsionków – pierwsze doświadczenia

Minimally invasive, hybrid ablation in a patient with persistent atrial fibrillation – early experience

Zbigniew Kalarus¹, Michał Zembala², Oskar Kowalski¹, Radostaw Lenarczyk¹, Piotr Suwalski³, Jerzy Czapla⁴, Adam Nagajewski², Krzysztof Filipiak², Tomasz Hrapkowicz², Jerzy Foremny², Marian Zembala²

¹ Oddział Kliniczny Kardiologii, Katedra Kardiologii, Wrodzonych Wad Serca i Elektroterapii, Śląski Uniwersytet Medyczny, Śląskie Centrum Chorób Serca, Zabrze

² Katedra i Oddział Kliniczny Kardiochirurgii i Transplantologii, Śląski Uniwersytet Medyczny, Śląskie Centrum Chorób Serca, Zabrze

³ Kliniczny Oddział Kardiochirurgii, I Katedra i Klinika Kardiologii, Warszawski Uniwersytet Medyczny

⁴ Oddział Kliniczny Kardioanestezji i Intensywnej Terapii, Śląski Uniwersytet Medyczny, Śląskie Centrum Chorób Serca, Zabrze

Słowa kluczowe: migotanie przedsionków, ablacja przezskórna energią radiową, ablacja epikardialna, terapia hybrydowa
Key words: atrial fibrillation, radiofrequency catheter ablation, epicardial ablation, hybrid therapy

Kardiologia Polska 2009; 67: 1057-1062

Wstęp

Migotanie przedsionków (AF) jest najczęściej występującą arytmia nadkomorową. Wykazano, że chorych z AF charakteryzuje upośledzenie jakości życia i zwiększona śmiertelność w porównaniu z osobami bez arytmii. Leczenie farmakologiczne stosowane w AF jest stosunkowo mało skuteczne i obciążone ryzykiem działania proarytmicznego, szczególnie u chorych z istotnie upośledzoną funkcją skurczową lewej komory serca [1–6]. Głównie z tych powodów w minionych dekadach obserwowaliśmy rozwój i coraz szersze stosowanie inwazyjnych metod leczenia migotania przedsionków.

Historia zabiegowego leczenia AF ma swój początek w latach 80. zeszłego wieku, gdy J. Cox opisał kardiochirurgiczną technikę MAZE, polegającą na nacięciach i zszyciu ścian lewego przedsionka, przez co tworzy się barierę uniemożliwiającą krążenie licznych fal *macro-reentry* [7]. Pomimo bardzo dobrych wyników, ze względu na duży stopień trudności samego zabiegu i obciążenia dla chorych, jest to metoda stosowana dzisiaj wyjątkowo rzadko, wymaga sternotomii i zastosowania krążenia pozaustrojowego. Przetomem w leczeniu arytmii było wdrożenie do praktyki klinicznej zabiegów przezskórnej ablacji z zastosowaniem energii o częstotliwości radiowej (RFCA). Znalazła ona również zastosowanie w leczeniu chorych z AF.

Technikę tę po raz pierwszy zastosował i rozwinął francuski zespół M. Haissaguerre'a. Idea zabiegu polega na wykonaniu selektywnej izolacji elektrycznej żył płucnych poprzez ablację połączeń mięśniowych wnikających z żył do przedsionka lub ognisk ekotopowych [8, 9]. Zespół C. Pappone'a opracował natomiast technikę izolacji okężnej żył płucnych i izolacji okężnej wykonywanej w lewym przedsionku. Zabiegi te przeprowadzane są z zastosowaniem systemów mapowania przestrzennego [10, 11].

Przezskórna ablacja jest obecnie najszerzej stosowaną metodą inwazyjnego leczenia AF, ma jednak pewne ograniczenia – przede wszystkim długi czas ekspozycji radiologicznej oraz niższą skuteczność w porównaniu z ablacjami wykonywanymi w innych typach arytmii. Dlatego celowe wydaje się poszukiwanie nowych metod inwazyjnego leczenia AF, które te ograniczenia zminimalizują.

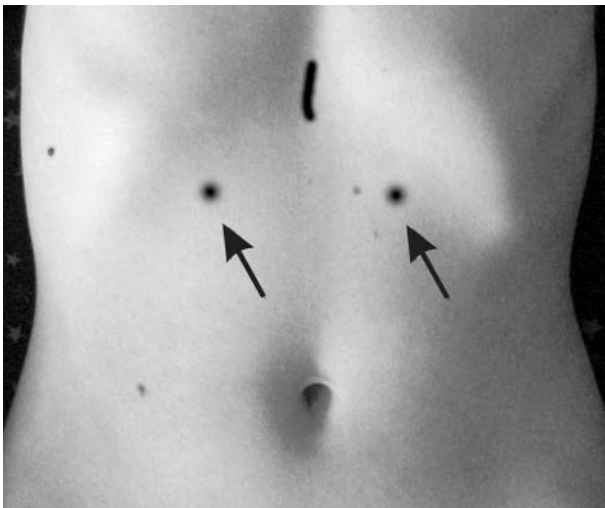
Niniejszy artykuł przedstawia opis wykonania i wczesne wyniki zabiegu jednoczesnej ablacji przetrwałego AF metodą chirurgiczną i przezskórną z zastosowaniem systemu mapowania przestrzennego.

Opis przypadku

Leczeniu hybrydowemu poddano 62-letnią chorą z przetrwałym, opornym na leczenie farmakologiczne AF. Pacjentka w minionych kilku latach była wielokrotnie hospitalizo-

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. n. med. Marian Zembala, Śląskie Centrum Chorób Serca, ul. Szpitalna 2, 41-800 Zabrze, tel.: +48 32 373 36 19, faks: +48 32 272 26 79, e-mail: m.zembala@scchs.pl, sek.kch@scchs.pl



Rycina 1. Miejsce cięcia oraz ułożenia portów roboczych (strzałki)



Rycina 2. Otwarcie worka osierdziowego z dostępu transabdominalnego



Rycina 3. Moment aplikacji. Dobrze widoczny sposób „zassania” epikardium przez zastosowane w elektrodzie ablacyjnej podciśnienie

wana z powodu arytmii, kilkakrotnie w celu umiarkowania wykonano kardiwersję elektryczną. Pierwsze epizody arytmii wystąpiły ok. 5 lat temu, AF rozpoznano w 2005 r., wtedy to chora była po raz pierwszy hospitalizowana z takim rozpoznaniem. W okresie minionych 4 lat w leczeniu farmakologicznym stosowano chinidynę, sotalol oraz amiodaron. Terapia amiodaronem była powikłana jatrogenną nadczynnością tarczycy. Przed zabiegiem chora znajdowała się w stanie eutyreozы. W wywiadzie stwierdzono nadciśnienie tętnicze, aktualnie dobrze kontrolowane farmakologicznie z zastosowaniem leków blokujących receptory beta-adrenergiczne i inhibitorów konwertazy angiotensyny. W farmakoterapii w okresie bezpośrednio przed zabiegiem, oprócz wyżej wymienionych leków hipotensyjnych, stosowano propafenon w dawce 3×150 mg na dobę oraz acenokumarol jako profilaktykę przeciwzakrzepową przez 3 miesiące, z INR pomiędzy 2 a 3.

W badaniu echokardiograficznym wykonanym bezpośrednio przed zabiegiem stwierdzono prawidłowe wymiary i funkcję skurczową lewej komory serca, lewy przedsionek nieznacznie powiększony (do 44 mm), małą niedomykalność zastawki mitralnej – powierzchnia fali zwrotnej 2,5 cm². Wykazano ponadto dysfunkcję rozkurczową lewej komory i cechy podwyższonego ciśnienia w lewym przedsionku.

Przebieg zabiegu

Znieczulenie

Chora otrzymała standardową premedykację doustną midazolamem na godzinę przed zabiegiem. Znieczulenie ogólne prowadzone było techniką dożylną (TIVA). Do indukcji użyto propofolu w dawce 1,5 mg/kg oraz fentanylu w dawce 10 mg/kg. Zwiótczenie mięśni uzyskano przez podanie atrakurium (0,5–0,6 mg/kg). Po zaintubowaniu pacjentkę wentylowano mieszaniną tlenu i powietrza 50/50%. Znieczulenie podtrzymywano wlewem z propofolu w dawce 10 mg/kg/godz. przez pierwsze 10 min zabiegu, a następnie redukowano do 5 mg/kg/godz. Wlew propofolu wyłączono na 10 min przed zakończeniem zabiegu. Dla zapewnienia analgezji pooperacyjnej przy zamknięciu powłok i w godzinę po przyjęciu na oddział pooperacyjny chora otrzymywała dożylnie morfinę, w dawce 0,1 mg/kg m.c.

Technika operacyjna

Chorą umieszczono na stole operacyjnym w pozycji na wznak. Pole operacyjne obłożono w taki sposób, aby było dostępne zarówno dla kardiochirurga, jak i elektrofizjologa. Cięcie skórne o długości 3–4 cm wykonano 2–3 cm poniżej wyrostka mieczykowatego mostka w linii pośrodkowej. Po wypreparowaniu tkanki podskórnej oraz powięzi mięśniowych otwarto jamę otrzewnową. Następnie, pod kątem 45° ku dołowi i bocznie, w odległości ok. 10 cm od cięcia skórniego, wprowadzono dwa trokary 5 mm sta-

nowiące porty robocze (Rycina 1). Port lewy umieszczono podobnie, zwracając uwagę na więzadło sierpowate.

Przez nacięcie wprowadzono trokar 5 mm stanowiący w pierwszym etapie zabiegu port endoskopu (optyka prosta, 5 mm, Storz, Niemcy). Poprzez port roboczy prowadzono insuflację jamy otrzewnowej (do 15 mmHg ciśnienia wewnątrzbrzusznego). Nacięcie przepony wykonano w części przedniej środka ścięgnistego przepony, horyzontalnie, na długości ok 3 cm, stosując nóż harmoniczny (Ethicon, USA, Rycina 2.).

Po otwarciu worka osierdziowego porty robocze usunięto. W miejsce portu endoskopu wprowadzono port główny nContact (tubus, średnica 30 mm, nContact, USA), który poprzez wykonane wcześniej nacięcie w przeponie wprowadzono do worka osierdziowego. Port główny dzięki zespolonemu układowi prowadnika oraz kanału ssącego stanowił jednocześnie podporę dla optyki, elektrody ablacyjnej oraz ssaka zewnętrznego. Elektroda do ablacji nasierdziejowej (nContact, USA) o długości 30 mm została połączona z układem podciśnienia. Takie rozwiązanie, z jednoczesną irygacją elektrody 0,9-procentowym roztworem NaCl, pozwala nie tylko na ścisłe przyleganie elektrody do powierzchni mięśnia sercowego, ale przede wszystkim, poprzez obniżenie ciśnienia w pobliżu elektrody, obniża próg termicznej denaturacji tkanki, zwiększając skuteczność ablacji. Elektroda wykorzystuje energię o częstotliwości radiowej (RF). Po wprowadzeniu portu do worka osierdziowego przystąpiono do właściwego zabiegu ablacji.

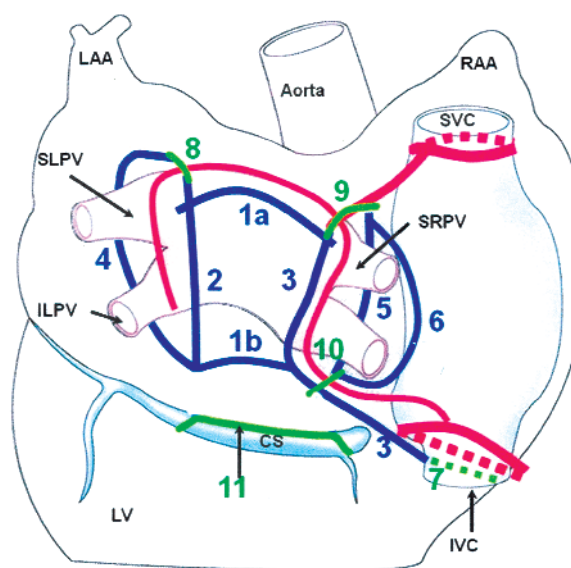
Poprzez jednoczesną manipulację prowadnikiem i elektrodą urządzenie umieszcza się w wybranych obszarach lewego przedsionka. Włączenie podciśnienia pozwala przytwierdzić elektrodę do nasierdza oraz unieruchomić i rozpocząć 90-sekundową aplikację energii RF (Rycina 3.). Skuteczność denaturacji tkanki potwierdza obraz impedancji/rezystencji wyświetlany na komputerze sterującym elektrodą. Po ukończonym cyklu podciśnienie zostaje wyłączone, a elektroda przesunięta w kolejne miejsce. Cykl powtarza się do uzyskania pełnych, wyraźnych linii aplikacyjnych, zgodnych ze schematem (Ryciny 4. i 5.).

Z przyczyn anatomicznych szczytową powierzchnię górnych żył płucnych (niedostępne, zamknięte przez zdwojoną blaszkę osierdza – zachyłki osierdza) oraz dolną powierzchnię żyły płucnej prawej dolnej (połączonej osierdziem z żyłą główną dolną) pozostawiono do uzupełnienia metodą ablacji wsierdziejowej. Po ukończeniu procedury port został usunięty, otrzewna zamknięta szwem ciągłym. Zamknięcie warstwowe powłok po wcześniejszej hemostazie zakończyło część kardiologiczną. Przez cały okres zabiegu chora była stabilna hemodynamicznie. Zabieg przebiegł bez powikłań.

Bezpośrednio po tym etapie wykonano przezskórną ablację uzupełniającą. Poprzez nakłucie i kaniulację żyły szyjnej wewnętrznej lewej wprowadzono do zatoki wieńcowej typowy cewnik diagnostyczny 10-polowy, 6 F. Z dostępu z żyły udowej prawej wprowadzono do żyły głównej górnej ze-



Rycina 4. Moment przemieszczania elektrody ablacyjnej. Dobrze widoczne blizny po wcześniejszych aplikacjach

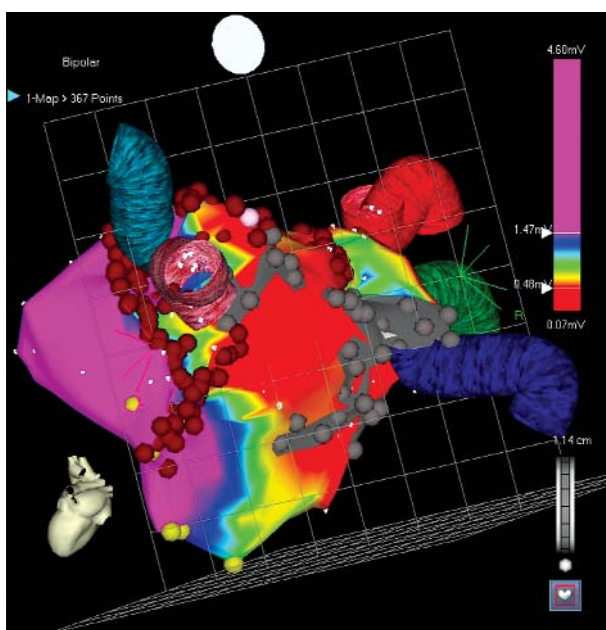


Rycina 5. Schemat linii aplikacyjnych, epikardialnych, wykonanych w pierwszej – kardiologicznej części zabiegu

LA – lewy przedsionek, LAA – uszko lewego przedsionka, RAA – uszko prawego przedsionka, LV – lewa komora, SLPV – żyła płucna górna lewa, ILPV – żyła płucna dolna lewa, SRPV – żyła płucna górna prawa, SVC – żyła główna górna, IVC – żyła główna dolna

staw do nakłucia przegrody międzyprzedsionkowej. Pod kontrolą ciśnień w sposób typowy wykonano punkcję transseptalną. Po podaniu heparyny w dawce 10 000 j. wprowadzono do lewego przedsionka elektrodę mapującą-ablacyjną NaviStar, cool-tip, 8 F (Navi-Star, USA).

Wykonano mapę anatomiczną przedsionka, uwzględniając obszary nisko- i bezpotencjałowe, odpowiadające



Rycina 6. Potencjałowa mapa elektroanatomiczna lewego przedsionka w projekcji P-A. Linie z punktami w kolorze szarym to linie aplikacyjne wykonane epikardialnie przez kardiochirurga. Punkty czerwone – aplikacje uzupełniające, wykonane przez elektrofizjologa endokardialnie

wykonanym uprzednio przez kardiochirurga liniom aplikacyjnym. Stosując energię do 40 W przy temperaturze do 45°C wykonano aplikacje uzupełniające, w obszarach nad sklepieniem żył płucnych górnych po stronie lewej i prawej oraz w cieśni lewoprzedsionkowej, pomiędzy żyłą płucną dolną lewą a pierścieniem mitralnym (Rycina 6.). Szczelność linii ablacyjnych okrążających żyły płucne potwierdzono stymulacją ciągłą o cyklu 500 ms z obszarów wewnątrz linii aplikacyjnych, a skuteczność całego zabiegu szybką stymulacją z zatoki wieńcowej o cyklu do 200 ms, nie indukując AF. Po zabiegu usunięto elektrody i koszulki naczyniowe z kilkuminutowym uciskiem. W miejscach wkłuć założono typowe opatrunki.

Chorą wybudzono jeszcze na stole operacyjnym, ok. 15–30 min po ukończonej ablacji przezskórnej i przekazano na oddział intensywnej terapii pooperacyjnej. Łączny czas trwania zabiegu wyniósł ok. 4 godz.

Przebieg pooperacyjny

Po zabiegu chora była w stanie ogólnym dobrym. W badaniu holterowskim wykonanym w 5. dobie po zabiegu utrzymywał się rytm zatokowy, bez epizodów AF. Podobny dobry wynik badania uzyskano miesiąc później. Utrzymano stosowane uprzednio leczenie farmakologiczne, włącznie z acenokumarolem. W tym okresie chora nie zgłaszała dolegliwości, nie odczuwała kołatań serca. Zaplanowano kolejne badanie metodą Holtera, tym razem 7-dniowe, 3 miesiące po zabiegu.

Dyskusja

Leczenie chorych z AF stanowi istotny problem kliniczny, co wynika ze stosunkowo dużej częstości występowania tej arytmii (ok. 0,5% całej populacji) i z niekorzystnych jej następstw [1–4]. Z metod inwazyjnych bez wątplenia dominującą jest obecnie technika ablacji przezskórnej. Metody chirurgicznej ablacji AF mają swoją uznaną pozycję w przypadkach współistnienia arytmii z chorobą wieńcową czy wadami zastawkowymi, wymagającymi leczenia operacyjnego [12, 13]. Wykonanie dodatkowo ablacji podczas rewaskularyzacji kardiochirurgicznej czy operacji zastawkowej jest i powinno być postępowaniem rutynowym.

Czy jest zasadne wykonanie zabiegu ablacji chirurgicznej w leczeniu chorych jedynie z tą arytmia, bez innych schorzeń wymagających interwencji kardiochirurga? Uważamy, że jest to ważny i otwarty do dyskusji temat co najmniej z kilku powodów.

Populacja chorych z wysoce objawowym i opornym na leczenie farmakologiczne AF, a więc ze wskazaniami do leczenia metodą ablacji, jest bardzo liczna. Możliwości elektrofizjologii klinicznej są wciąż ograniczone i w najbliższym czasie nie będzie możliwe leczenie większości z tych chorych metodą ablacji przezskórnej. Należy pamiętać o istotnych praktycznych ograniczeniach ablacji przezskórnej. Zabiegi te są długotrwałe, a przede wszystkim wymagają długiego czasu ekspozycji radiologicznej, wg publikowanych danych nawet ok. 60 min. Dotyczy to głównie zabiegów selektywnej izolacji żył płucnych. Skrócenie tego czasu umożliwia zastosowanie systemów mapowania przestrzennego [8–11]. Czas ekspozycji radiologicznej jest ważny zarówno dla chorego poddanego zabiegowi, jak i operatorów, którzy na ekspozycję narażeni są przecież wielokrotnie. W opisanym przez nas przypadku druga część zabiegu, składowa elektrofizjologiczna, zajęła operatorowi 37 min, w tym czas ekspozycji radiologicznej wyniósł tylko 8 min, bowiem działania elektrofizjologa ograniczone zostały tylko do uszczelnienia linii aplikacyjnych wykonanych przez kardiochirurga. Porównując te dane z czasami uzyskiwanymi w trakcie rutynowo wykonywanych ablacji przezskórnych przez tego samego operatora, możemy stwierdzić, że są one zdecydowanie krótsze.

Kolejnym ważnym elementem w dyskusji jest skuteczność zabiegów. Publikowane dane, pochodzące z wiodących ośrodków, wykazują wysoką, bo nawet ok. 80–90-procentową, skuteczność [8–14]. Bardziej zbliżone do życia codziennego dane, pochodzące z wieloośrodkowego rejestru, opublikował R. Cappato w 2005 r. Z ponad 8700 chorych z AF poddanych ablacji przezskórnej, skutecznie leczono 52%, a co czwarty chory wymagał powtórnego zabiegu [14]. Ten sam autor na konferencji AFIB ALLIANCE' w 2008 r. przedstawił wyniki kolejnego rejestru. Ocenie poddano skuteczność i bezpieczeństwo ablacji przezskórnych wykonanych w populacji ponad 23 tys. chorych. Skuteczność wyniosła średnio 64,2% bez konieczności stosowania leków antyarytmicznych, a dalszych 15,4%

chorych po zastosowaniu farmakoterapii było wolnych od arytmii. Łącznie skutecznie leczono 79,6% chorych. Autorzy wykazali, że skuteczność zależy od postaci AF. Najwyższą uzyskano w grupie chorych z postacią napadową – 85,8%, w postaci przetrwałej 75% i w utrwalonej 60%. Co ważne, istotne powikłania zabiegowe, w tym udary mózgu, perforacje z tamponadą serca, masywne infekcje płuc, przetoki przedsionkowo-przetykowe, wystąpiły u 4% chorych. Śmiertelność w badanej populacji wyniosła 0,98 na 1000 chorych poddanych ablacji [15]. Porównując dane z tych dwóch światowych rejestrów, można wnioskować, że skuteczność zabiegów przezskórnych ablacji AF na przestrzeni lat wzrosła, wciąż wysoki jest natomiast odsetek groźnych powikłań. W naszej ocenie zabiegi te należą do trudniejszych z zakresu elektroterapii, wymagają stosunkowo długiego okresu szkolenia operatorów i właśnie wzrost doświadczenia oraz postęp technologiczny w dziedzinie stosowanego sprzętu umożliwił poprawę uzyskiwanych wyników. Czy przedstawioną skuteczność należy uznać za wysoką? Z jednej strony tak, bowiem dotyczy leczenia trudnej, złożonej arytmii, ale musimy również pamiętać, że w leczeniu innych arytmii za zadowalającą uważa się skuteczność ok. 90%.

Chirurgiczne metody leczenia AF przeszły także pewien proces ewolucji, związany przede wszystkim z potrzebą zastosowania coraz doskonalszych urządzeń oraz minimalizacją dostępu chirurgicznego. Wprowadzenie techniki całkowicie endoskopowej (Flex 10) pokazało, że chirurg jest w stanie wykonać izolację żył płucnych, nie otwierając klatki piersiowej, oferując tym samym doskonały efekt kosmetyczny, bardzo szybką rehabilitację i powrót do codziennej aktywności. Metoda ta, wykorzystująca elektrodę mikrofalową Flex 10, okazała się bezpieczna, lecz jej skuteczność nie przekraczała 45% w obserwacji odległej [16]. Zastosowanie energii bipolarnej i dostępu przez minitorakotomię boczną obustronną umożliwiło Edgertonowi i wsp. poprawę skuteczności leczenia do 86% w przypadku chorych z napadowym AF w obserwacji 6-miesięcznej. Z grupy 32 pacjentów z przetrwałą formą AF 56% pozostało wolnym od arytmii [17]. Zastosowana w niniejszym przypadku metoda została wprowadzona do praktyki klinicznej w 2008 r. przez Kiserę i wsp. Wykazali oni bezpieczeństwo i skuteczność epikardialnej ablacji typu Maze (*extracardiac Maze, Ex-Maze*), wykonując ją u 54 pacjentów, z czego aż 41 chorych cierpiało na utrwalone AF (*long-standing persistent*). Rok po zabiegu u 88% pacjentów utrzymywał się rytm zatokowy. Leki antyarytmiczne odstawiono aż u 74% chorych [18].

Przedstawione dane dotyczące skuteczności zabiegów i czasu ekspozycji radiologicznej pokazują, że celowe jest poszukiwanie nowych technik zabiegowego leczenia chorych z AF. Wciąż za mało jest udokumentowanych danych oceniających skuteczność małoinwazyjnych technik ablacji chirurgicznej u chorych z AF. Przedstawiona metoda, mało obciążająca dla chorych, może być alternatywą szcze-

gólnie dla pacjentów z przetrwałym i utrwalonym AF, a więc w przypadkach bardziej zaawansowanej choroby. Współpraca kardiochirurga i elektrofizjologa skutkuje redukcją czasu skopii, wydaje się, że zwiększa szansę na wykonanie ciągłych linii aplikacyjnych. Ocena skuteczności przedstawionej terapii hybrydowej wymaga dalszych badań. Prezentowana metoda stanowi także przykład niespotykanej dotąd małej inwazyjności chirurgicznej, ograniczonej tylko do jednego 3-centymetrowego nacięcia, poprzez które z zastosowaniem metody wideotorakoskopowej wykonuje się rzeczywiście zabieg COX MAZE, który nadal ma ugruntowaną pozycję jako najskuteczniejszy w leczeniu AF. Wspólne, jednoczesne działanie w wybranej trudnej grupie chorych z opornym AF to przede wszystkim szansa dla naszych pacjentów, ale także dla nas – odpowiedzialnych za ich leczenie.

Piśmiennictwo

1. Chugh SS, Blacksear JL, Shen WK, et al. Epidemiology and natural history of atrial fibrillation: clinical implications. *J Am Coll Cardiol* 2001; 37: 371-8.
2. Jahangir A, Lee V, Friedman PA, et al. Long-term progression and outcomes with aging in patients with lone atrial fibrillation. A 30-year follow-up study. *Circulation* 2007; 115: 3050-6.
3. Benjamin EJ, Wolf PA, D'Agostino RB, et al. Impact of atrial fibrillation on the risk of death the Framingham heart study. *Circulation* 1998; 98: 946-52.
4. Miyasaka Y, Barnes ME, Bailey KR, et al. Mortality trends in patients diagnosed with first atrial fibrillation. A 21-year community-based study. *J Am Coll Cardiol* 2007; 49: 986-92.
5. Wolf PA, Dawber TR, Thomas HE, et al. Epidemiologic assessment of chronic atrial fibrillation and risk of stroke: the Framingham study. *Neurology* 1978; 28: 973-7.
6. Wazni OM, Marrouche NF, Martin DO, et al. Radiofrequency ablation vs antiarrhythmic drugs as first-line treatment of symptomatic atrial fibrillation: a randomized trial. *JAMA* 2005; 293: 2634-40.
7. Cox JL, Ad N, Palazzo T, et al. Current status of maze procedure for the treatment of atrial fibrillation. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2000; 12: 15-9.
8. Jais P, Haissaguerre M, Shah D, et al. A focal source of atrial fibrillation treated by discrete radiofrequency ablation. *Circulation* 1997; 95: 572-6.
9. Haissaguerre M, Jais P, Shah D, et al. Electrophysiological breakthroughs from the left atrium to the pulmonary veins. *Circulation* 2000; 102: 2463-5.
10. Pappone C, Oreto G, Lamberti F, et al. Catheter ablation of paroxysmal atrial fibrillation using a 3D mapping system. *Circulation* 1999; 100: 1203-8.
11. Pappone C, Oreto G, Rosanio S, et al. Atrial electroanatomic remodeling after circumferential radiofrequency pulmonary vein ablation: efficacy of an anatomic approach in a large cohort of patients with atrial fibrillation. *Circulation* 2001; 104: 2539-44.
12. Zembala M, Lenarczyk R, Kalarus Z, et al. Early and late outcome after microwave ablation for chronic valvular atrial fibrillation. *The Heart Surgery Forum* 2003; 6: 5.
13. Hrapkiewicz T, Bisleri G, Kubacki K, et al. Całkowicie torakoskopowa chirurgiczna ablacja izolowanego migotania przedsionków metodą miktortalową – pierwsze polskie doświadczenia. *Kardiochir Torakochir Pol* 2007; 4: 360-5.

14. Suwalski P, Suwalski G, Wilimski R, et al. Minimally invasive off-pump video-assisted endoscopic surgical pulmonary vein isolation using bipolar radiofrequency ablation – preliminary report. *Kardiologia Polska* 2007; 65: 370-4.
15. Cappato R, Calkins H, Chen SA, et al. Worldwide survey on the methods, efficacy and safety of catheter ablation for human atrial fibrillation. *Circulation* 2005; 111: 1100-5.
16. Pruitt JC, Lazzara RR, Ebra G. Minimally invasive surgical ablation of atrial fibrillation: the thoracoscopic box lesion approach. *J Interv Card Electrophysiol* 2007; 20: 83-7.
17. Edgerton JR, Edgerton ZJ, Weaver T, et al. Minimally invasive pulmonary vein isolation and partial autonomic denervation for surgical treatment of atrial fibrillation. *Ann Thorac Surg* 2008; 86: 35-8.
18. Kiser AC, Wimmer-Greinecker G, Kapelak B, et al. Achieving metrics during beating-heart ex-maze procedures improves outcomes. *Heart Surg Forum* 2008; 11: E237-42.