

Argon cryoablation for the surgical treatment of atrial fibrillation – early experience and short-term results



Marek Gwozdziewicz¹, Petr Němec¹, Martin Troubil¹, Marian Benčat¹, Milan Elfmark²

¹Department of Cardiac Surgery, University Hospital, Olomouc, Czech Republic

²Faculty of Physical Culture, Palacký University Olomouc, Czech Republic

Kardiochirurgia i Torakochirurgia Polska 2007; 4 (4): 350–354

Abstract

Background: Atrial fibrillation (AF) represents a disorder that increases the morbidity and mortality of patients undergoing heart surgery. The aim of this study was to evaluate a method of surgical argon cryoablation (CA) for the treatment of AF.

Methods: A retrospective review was performed on 80 patients undergoing CA with concomitant cardiac operations from June 2004 to July 2006.

Results: At discharge, 64 (80%) patients were free from AF, 61 (76.3%) were in normal SR, 2 (2.5%) had junction rhythm

and 1 (1.2%) had atrial flutter. At early-A follow-up (3-6 months) 73.7% of patients were in SR. Atrial flutter was present in 6 (7.5%) patients. At late-B follow-up (9-12 months) 78.8% of patients had SR with the rest of the group remaining in AF. Two (2.5%) patients required permanent pacemaker implantation due to atrioventricular 3rd degree block.

Conclusion: This observational study documents the efficacy of CA for the treatment of AF.

Argon cryoablation technique provides good short-term results with a very short learning curve.

Introduction

Atrial fibrillation (AF) is present in 1-6% of patients undergoing cardiac surgery [1] and occurs in approximately 50% of patients undergoing mitral valve surgery [2]. If left untreated it is associated with increased morbidity and mortality due to adverse consequences of irregular rhythm and altered haemodynamics [3]. Loss of coordinated atrial contraction creates a predisposition for thrombus formation and increased thromboembolic risk [4].

To replace the traditional “cut and sew” Cox maze procedure different techniques that rely on alternate energy sources to create lines of conduction block have been developed. Apart from radiofrequency, microwave, ultrasound and laser, cryoablation (CA) has been developed to make continuous, transmural ablations [5].

The aim of this study was to evaluate our early experience with argon cryoablation for the treatment of atrial fibrillation.

Material and methods

A total of 80 patients, who underwent left sided surgical cryoablation for AF between June 2004 and July 2006, at our department, were retrospectively reviewed. Emergency procedures were excluded. Patients with a complete heart block or with history of flutter were excluded.

There were 41 (51.2%) patients with permanent AF, 16 (20%) patients with persistent AF and 23 (28.8%) with

paroxysmal AF, preoperatively. Of the total group 31 (38.7%) patients were in sinus rhythm (SR) at the time of surgery. The study cohort comprised 47 (58.7%) men and 33 (41.3%) women. The preoperative clinical profile of the patients related to AF is listed in Table I.

Surgical technique

All operations were performed at the same institution by different surgeons. A median sternotomy was used in all patients and all procedures were performed utilizing cardio-

Tab. I. Clinical profile of patients

Variable	n (%) of patients
age (mean)	68.7
female	33 (41.3)
type of AF	
paroxysmal	23 (28.8)
persistent	16 (20)
permanent	41 (51.2)
SR at the time of surgery	31 (38.8)
LA (mm)	46.8±8.8
LVEDD (mm)	51.5±7.2
NYHA III	36 (45)
EF	48.5±10.3

AF – atrial fibrillation; EF – ejection fraction; LA – left atrium; LVEDD – left ventricular end-diastolic dimension; NYHA – New York Heart Association; SR – sinus rhythm

Address for correspondence: Marek Gwozdziewicz M.D., Ph.D., University Hospital Olomouc, I. P. Pavlova 6, 775 15 Olomouc, Czech Republic, phone +420 72 425 37 45, fax +420 58 585 23 77, Email: gwozdziewicz@email.cz

pulmonary bypass at moderate hypothermia (32°C). Cardiac arrest was achieved with antegrade cold crystalloid cardioplegia. The operation started with dissection of Waterston's groove to avoid incomplete ablation lesion around right pulmonary veins owing to placing the probe over the right atrial wall. After placing the aortic cross-clamp the left atrial appendage was amputated to provide better access to the left pulmonary veins and for left ventricular venting.

The ablation lines were created using the argon-based device Cryocath (Endocare Inc, Irvine, CA, USA). Individual circumferential ablation lesions were placed around the right and left pulmonary veins with the interconnecting lesion between both sets of pulmonary veins. The final ablation lesion was placed from the left inferior pulmonary vein across the isthmus to the posterior mitral valve annulus. The left atrium was closed and concomitant surgical procedure was subsequently performed. No concomitant left reduction atrioplasty was performed. Temporary ventricular pacing wires were routinely used in all patients.

Pharmacological protocol

All patients with AF, after weaning from bypass and failed intra-operative electro-cardioversion, were treated with i.v. infusion of amiodarone (900 mg/50 at 2 ml/h). On the 1st postoperative day amiodarone oral administration (200 mg three times a day) was started in these patients, and continued for the next three months as per standard protocol. The administration of amiodarone was postponed or omitted in the presence of AV block, severe bradycardia or junctional rhythm. All patients in AF rhythm were treated with warfarin, to maintain the international normalized ratio between 2.5 and 3.5. Warfarin was started after removal of chest drains and continued for the next three months, when it was discontinued in the presence of SR.

Follow-up

Follow-up information regarding clinical and rhythm status was obtained from subsequent clinic visits or con-

tacting patients and their practitioners by telephone. The postoperative rhythm status was assessed in two periods: A-early (3-6 months postoperatively) and B-late (9-12 months postoperatively).

Statistical analysis

The recorded data were statistically analyzed using Statistica 6.0 software (StatSoft, Tulsa, OK). The relations between recorded variables were analyzed using contingency tables and t-test. Statistical significance was considered as *p* less than 0.05.

Results

All patients had the surgical AF treatment as a part of the combined heart procedure. The most common concomitant surgical procedure performed at the time of cryo-maze (CA) operation was aorto-coronary bypass grafting – 43 patients (53.7%). The concomitant procedures are listed in Table II. Ischaemic heart disease requiring revascularization alone occurred in 19 patients (23.7%) and in combination with mitral valve surgery in 15 (18.7%) patients. From the 26 (32.5%) patients who had CA combined with mitral valve surgery, 13 (16.2%) had mitral valve repair and 13 (16.2%) had mitral valve replacement. Three (3.7%) patients were treated for aorto-mitral disease.

Recurrence of AF in the immediate postoperative period (before hospital discharge) has been found in 53 (66.2%) patients. Before discharge from hospital 11 (13.7%) patients were electro-cardioverted, with a success rate of 63%. At hospital discharge sinus rhythm was present in 61 (76.2%) patients. Accelerated junction rhythm occurred in 2 (2.5%) patients, with no need for pacemaker implantation in the follow-up period. Another 2 (2.5%) patients required permanent pacemaker implantation due to atrioventricular 3rd degree block.

At discharge, 64 (80%) patients were free from AF, 61 (76.3%) were in normal SR, 2 (2.5%) had junction rhythm and 1 (1.2%) had atrial flutter. At early-A follow-up (3-6 months) 73.7% of patients were in SR. Atrial flutter was present in 6 (7.5%) patients. At late-B follow-up (9-12 months) 78.8% of patients had SR with the rest of the group remaining in AF.

All patients in SR at the time of surgery were in SR postoperatively (periods A and B). Similarly, all patients with paroxysmal type of AF preoperatively were in SR in

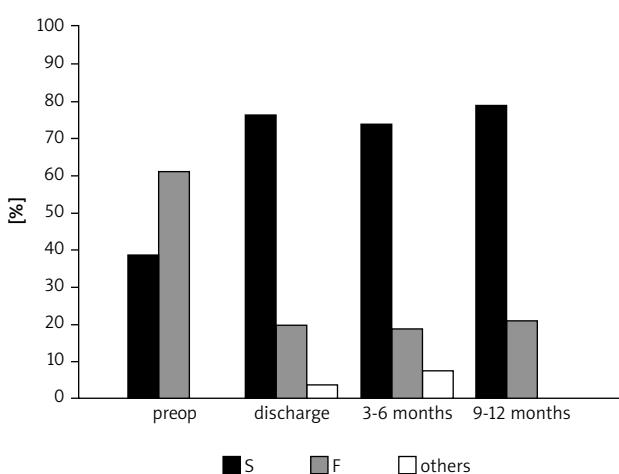


Fig. 1. Development of heart rhythm. F – atrial fibrillation; S – sinus rhythm

Tab. II. Concomitant surgical procedures to Maze operation

Procedure	n (%)
CABG	19 (23.8)
CABG + mitral valve	15
valves	
mitral plasty	16 (20)
mitral replacement	16 (20)
aortic replacement	23 (28.7)
others	6 (7.5)

CABG – coronary artery bypass grafting

both follow-up periods. Of 16 patients with persistent and 41 patients with permanent AF, 81.2% and 67.6% were in SR during the follow-up, respectively.

There was no significant relation between the size of the LA and the type of the rhythm postoperatively. Patients with mitral valve related procedures did not have significantly greater AF recurrence. There was no relation between the gender and the type of heart rhythm both preoperatively and postoperatively. There were no instances of postoperative myocardial infarction. Three (3.7%) patients required re-exploration for bleeding, one of them presenting with tamponade. Stroke occurred in 2 (2.5%) patients. In-hospital mortality was 3.7%. There were two deaths due to heart failure and one owing to multi-organ dysfunction. Seven patients (8.7%) had sternal wound infection.

Discussion

Atrial fibrillation represents a disorder that increases the morbidity and mortality of patients undergoing heart surgery. The first operation designed to restore sinus rhythm as well as atrial contractility was the maze procedure introduced by Cox [6]. Although this procedure is still considered as a gold standard in the surgical treatment of AF, other techniques have been developed to simplify surgical ablation and to make minimally invasive off-pump surgical ablation safe and reliable in the future. The efficacy of these techniques is based on the achievement of a transmural scar. Cryoablation utilizing argon to create transmural ablation lesions represents one of the alternatives to the classical “cut and sew” maze procedure for AF treatment. In this study we have presented our early experience with cryoablation for AF treatment using a Cryocath device (Endocare Inc, Irvine, CA, USA).

In our series 78.8% of patients were in SR in the period 9-12 months after the procedure with 66.7% of those who presented with AF at the time of surgery. Patients with paroxysmal AF had the highest probability for a rhythm conversion, with a 100% success rate at 9-12 months postoperatively. There was no relation between the size of the LA and the type of postoperative rhythm. This was probably caused by insignificant LA dilatation in the fibrillation group (mean 49.1 mm). SR was, surprisingly, not less durable for patients undergoing combined maze with mitral valve surgery.

A limitation of this study was the inability to obtain clinical follow-up regarding the state of atrial contractility, which would assess the atrial transport function.

In conclusion, this observational retrospective study documents the efficacy of argon CA for the treatment of AF. Although we have not reached the 90% freedom from AF that is achieved with the traditional Cox-maze operation, this technique is safe and provides good short-term results with a very short learning curve.

References

1. Gillinov AM, Saltman AE. Ablation of atrial fibrillation with concomitant cardiac surgery. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2007; 19: 25-32.
2. Manasse E, Gaita F, Ghiselli S, Barbone A, Garberoglio L, Citterio E, Ornaghi D, Gallotti R. Cryoablation of the left posterior atrial wall: 95 patients and 3 years of mean follow-up. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003; 24: 731-740.
3. Stulak JM, Sundt TM 3rd, Dearani JA, Daly RC, Orsulak TA, Schaff HV. Ten-year experience with the Cox-maze procedure for atrial fibrillation: how do we define success? *Ann Thorac Surg* 2007; 83: 1319-1324.
4. Rogers CA, Angelini GD, Culliford LA, Capoun R, Ascione R. Coronary surgery in patients with preexisting chronic atrial fibrillation: early and midterm clinical outcome. *Ann Thorac Surg* 2006; 81: 1676-1682.
5. Kolek M, Brat R. Effect of surgical treatment of atrial fibrillation on the attainment and maintenance of sinus rhythm in patients undergoing concomitant cardiac surgery – short – term results. *Cas Lek Cesk* 2007; 146: 383-392.
6. Cox JL. Atrial fibrillation II: Rationale for surgical treatment. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 126: 1693-1699.

Komentarz

dr n. med. Piotr Suwalski

Klinika Kardiochirurgii I Katedry Kardiologii Akademii Medycznej w Warszawie



Pracę Marka Gwoździewicza i wsp. przeczytałem z uwagą i satysfakcją. Gratuluję autorom podjęcia coraz szerszej poruszanego tematu ablacji migotania przedsięwzięć w kardiochirurgii, co więcej nie tylko w „klasycznej” grupie pacjentów z wadą mitralną, ale także u chorych z innymi schorzeniami serca. Po drugie, cieszę się, iż na łamach polskiej literatury poruszamy temat krioterapii, gdyż to źródło energii, mimo że dość szeroko stosowane, znajduje stosunkowo małą reprezentację w doniesieniach

naukowych i jest rzadko wykorzystywane w Polsce, zapewne przede wszystkim z przyczyn natury ekonomicznej i logistycznej (nietypowe w Polsce butle z argonem o podwyższonym ciśnieniu).

Krioablacja jest jednym z najstarszych i najlepiej udokumentowanych źródeł energii stosowanych w medycynie, nie wyłączając kardiochirurgii. W przeszłości używana była z powodzeniem w chirurgicznym leczeniu komorowych zaburzeń rytmu, zespołu Wolffa-Parkinsona-White'a, później także rutynowo jako część klasycznej metody „labiryntowania”. Popularność tej metody na świecie jest mniejsza niż prądu o częstotliwości radiowej, choć jest ona dość szeroko

stosowana, szczególnie w Stanach Zjednoczonych, gdzie ugruntowała swoją pozycję kilka lat temu, w okresie pytań o bezpieczeństwo innych źródeł energii.

Krioablacja ma bardzo dobry profil histologiczny. W przeciwnieństwie do cieplnych źródeł energii powoduje ona martwicę komórek mięśnia sercowego, zachowując szkielet tkanki, a co najważniejsze – nie niszczy warstwy wsierdzia. Ta ostatnia cecha może mieć znaczenie dla tworzenia się skrzeplin na powierzchni blizny po ablacji, nie udowodniono jednak jej znaczenia klinicznego.

Innym korzystnym elementem krioablacji jest mały potencjał zwężania żył płucnych w trakcie tworzenia się blizny, a także małe ryzyko uszkodzenia przełyku (nie obserwowano takiego przypadku). Przydatna jednak może być rada, aby w trakcie wykonywania linii ablacyjnej pomiędzy prawymi a lewymi żyłami płucnymi unieść lekko tkankę przedsionka zaraz po jej „przyklejeniu się” do aplikatora.

O ile jednak krioterapia posiada wiele zalet w ablacji endokardialnej, w którym to układzie jest w stanie wytworzyć w pełni przezścienną linię (co znajduje również odbicie w wynikach klinicznych), o tyle ablacja z dostępu nasierdziowego, a szczególnie na bijącym sercu, nie zdaje egzaminu. Obecnie w użyciu znajduje się urządzenie w kształcie klemu umożliwiające na wzór elektrod bipolarnych *radiofrequency* zaciśnięcie ablowanej tkanki między branszami. Pierwsze wyniki są zachęcające, choć wymagają obiektywnego potwierdzenia. Jestem ciekaw, jaki czas aplikacji wybrali autorzy pracy. Według naszego doświadczenia, do skutecznej krioablacji endokardialnej wystarczy 1 minuta.

Od lat w literaturze toczy się dyskusja, czy lepsza jest ablacja tylko lewego czy obu przedsionków. Oba podejścia są z pewnością uprawnione, natomiast omawiana praca zwraca uwagę na występowanie trzepotania przedsionków po ablacji jednostronnej z częstością zgodną z wieloma doniesieniami z innych ośrodków (7–10%). Z pewnością jest to cena, jaką trzeba zapłacić za pewne zalety ograniczenia rozległości ablacji, choć w wypadku współpracy z preżną pracownią elektrofizjologii jest ona stosunkowo niewysoka.

Chciałbym zwrócić również uwagę na istotność amputowania uszka lewego przedsionka. Jeden z pionierów chirurgicznego leczenia migotania przedsionków, prof. Guiraudon, nazywa je „najbardziej śmiertelnościem ludzkim przydatkiem”, czemu trudno nie przyznać racji w świetle ogromnej roli tej struktury w powstawaniu skrzeplin. Właśnie zatorowość, szczególnie ośrodkowego układu nerwowego (ok. 5-krotnie zwiększoną u chorych z migotaniem przedsionków) jest istotnym, jeśli nie najistotniejszym celem naszego leczenia, a jednocześnie oręzem, którego nie posiadają inne specjalności lekarskie. Jeśli nie zawsze, to w przypadkach wątpliwości przy ablacji – zamykajmy uszko lewego przedsionka.

Dokładną i wiążącą analizę wyników utrudnia nieco niejednorodność grupy i to zarówno w zakresie rodzaju migotania przedsionków, jak i rodzaju podstawowego znieczepienia operacyjnego. Znajduje to między innymi odbicie

w fakcie, iż nie potwierdzono korelacji wyniku ablacji z wielkością przedsionka, co jest dobrze udowodnione w literaturze. Jednak w przypadku chorych z wadą aortalną, a szczególnie z chorobą wieńcową, nie jest to już tak oczywiste, gdyż zwykle przedsionki u tych pacjentów nie są powiększone, zaś ze względu na inny charakter przebudowy mięśniówki ablacja może być nawet mniej skuteczna niż u chorych ze skorygowaną wadą mitralną. Z pewnością jednak wraz z powiększającym się materiałem autorzy będą mogli wypowiedzieć się dokładniej, analizując poszczególne grupy pacjentów, do czego serdecznie zachęcam.

Wszyscy zdajemy sobie sprawę z tego, jak trudno jest przeprowadzić dobrą długookresową obserwację pacjentów. W tym względzie również gratuluję autorom. Jak wiemy, należy jednak z pewnym dystansem podchodzić do danych z wywiadu telefonicznego. Od kolegów elektrofizjologów nauczyliśmy się, iż najczęściej napady migotania przedsionków po ablacji są bezobjawowe, nawet jeśli wcześniej towarzyszyła im wyraźna klinika. Ma to szczególne znaczenie w wypadku podejmowania decyzji o odstawieniu antykoagulantów. Wydaje się, iż niezbędny do oceny jest zapis Holterowski i to im dłuższy, tym lepszy (24-godzinny często nie wystarcza). Bardzo ważna w tym aspekcie jest również ocena funkcji skurczowej przedsionków za pomocą echokardiografii. Dopiero te 2 czynniki w połączeniu z wywiadem lekarskim pozwalają nam mówić o pełnej obserwacji chorego po ablacji migotania przedsionków.

Na koniec pragnę podkreślić zastosowanie przez autorów dość agresywnej farmakoterapii antyarytmicznej po chirurgicznej ablacji migotania przedsionków, które to podejście zaczyna dominować i staje się już standardem w najlepszych ośrodkach.

Jeszcze raz serdecznie gratuluję autorom publikacji włożonego wysiłku, dobrych wyników operacji, interesującej pracy oraz poruszenia niezwykle ciekawego i aktualnego tematu.

Piśmiennictwo

1. Benjamin EJ, Wolf PA, D'Agostino RB, Silbershatz H, Kannel WB, Levy D. Impact of atrial fibrillation on the risk of death: the Framingham Heart Study. Circulation 1998; 98: 946-952.
2. Cox JL, Ad N, Palazzo T, Fitzpatrick S, Suyderhoud JP, DeGroot KW, Pirovic EA, Lou HC, Duval WZ, Kim YD. Current status of the Maze procedure for the treatment of atrial fibrillation. Semin Thorac Cardiovasc Surg 2000; 12: 15-19.
3. Hindricks G, Mohr FW, Autschbach R, Kottkamp H. Antiarrhythmic surgery for treatment of atrial fibrillation – new concepts. Thorac Cardiovasc Surg 1999; 47 (Suppl 3): 365-369.
4. Guiraudon GM, Klein GJ, Gulamhusein S, Jones DL, Yee R, Perkins DG, Jarvis E. Surgical section of the bundle of Kent in the closed heart. Arch Mal Coeur Vaiss 1984; 77: 600-605.
5. Gage AA, Baust J. Mechanisms of tissue injury in cryosurgery. Cryobiology 1998; 37: 171-186.
6. Lustgarten DL, Keane D, Ruskin J. Cryothermal ablation: mechanism of tissue injury and current experience in the treatment of tachyarrhythmias. Prog in Cardiovasc Dis 1999; 41: 481-498.
7. Khairy P, Chauvet P, Lehmann J, Lambert J, Macle L, Tanguay JF, Sirois MG, Santoianni D, Dubuc M. Lower incidence of thrombus formation with cryoenergy versus radiofrequency catheter ablation. Circulation 2003; 107: 2045-2050.

8. Cole C. Atrial fibrillation; which approach is best – linear, focal, segmental or circumferential? Heart Forum 2000; 10: 314.
9. Feld GK, Yao B, Reu G, Kudaravalli R. Acute and chronic effects of cryoablation of the pulmonary veins in a dog as a potential treatment for focal atrial fibrillation. J Interv Cardiac Electrophysiol 2003; 8: 135-140.
10. Doll N, Kiaii BB, Fabricius AM, Bucerius J, Kornherr P, Krakor R, Gummert JF, Walther T, Mohr FW. Intraoperative left atrial ablation (for atrial fibrillation) using a new argon cryocatheter: early clinical experience. Ann Thorac Surg 2003; 76: 1711-1715.
11. Suwalski P, Suwalski G, Kurowski A, Scislo P, Kochanowski J, Welk E, Switaj J, Suwalski KB. Use of new liquid nitrogen cryocatheter in the surgical treatment of atrial fibrillation: clinical experience, mid- and long-term results. Comput Biol Med 2007; 37: 1409-1413.
12. Lee JW, Choo SJ, Kim KI, Song JK, Kang DH, Song JM, Song H, Lee SK, Song MG. Atrial fibrillation surgery simplified with cryoablation to improve left atrial function, Ann Thorac Surg 2001; 72: 1479-1483.