Původní sdělení | Original research article

Osmileté zkušenosti s thorakoskopickou chirurgickou ablací izolované fibrilace síní v Kardiocentru Královské Vinohrady – vývoj metodiky a indikací a souhrn výsledků

(Eight years experience with thoracoscopic surgical ablation of stand-alone atrial fibrillation in Cardiocenter Kralovske Vinohrady – The evolution of methods and indications and summary of the results)

Petr Budera^a, Pavel Osmančík^b, David Talavera^a, Richard Fojt^a, Dalibor Heřman^b, Tomáš Vaněk^a, Petr Brůček^a, Zbyněk Straka^a

^a Kardiocentrum, Kardiochirurgická klinika, 3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, Praha, Česká republika

^b Kardiocentrum, III. interní-kardiologická klinika, 3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, Praha, Česká republika

INFORMACE O ČLÁNKU

Historie článku:

Došel do redakce: 21. 1. 2015

Přepřacován: 19. 2. 2015

Přijat: 19. 2. 2015

Dostupný online: 19. 3. 2015

Klíčová slova:

Ablace

Fibrilace síní

Kardiochirurgie

MAZE

Minimálně invazivní

Keywords:

Ablation

Atrial fibrillation

Cardiac surgery

MAZE

Minimally invasive

ABSTRAKT

Úvod: Fibrilace síní (FS) může být úspěšně léčena intervenčními metodami chirurgické či katetrizační ablace. Pro pacienty s izolovanou formou FS byly vyvinuty minimálně invazivní chirurgické výkony.

Metodika a výsledky: V tomto článku prezentujeme naše osmileté zkušenosti s thorakoskopickou epikardiální off-pump ablací FS. Popisujeme vývoj metodiky a indikací a také shrnujeme naše výsledky.

Závěry: Fibrilace síní může být úspěšně léčena cestou minimálně invazivního chirurgického přístupu. Výsledky mohou být zlepšeny používáním bipolární radiofrekvenční energie a také úzkou spoluprací s elektrofysiologi.

© 2015, ČKS. Published by Elsevier sp. z o.o. All rights reserved.

ABSTRACT

Aim: Atrial fibrillation (AF) can be successfully treated with interventional methods of catheter or surgical ablation. New surgical minimally invasive methods have been created for patients with a stand-alone form of AF.

Methods and results: In this article, we describe our eight years experiences with a thoracoscopic epicardial off-pump ablation. We narrate the methodology, indications and also summarize our outcomes.

Conclusions: AF can be safely and successfully treated through a minimally invasive surgical approach. Results can be improved with usage of bipolar radiofrequency energy and close collaboration with electrophysiologists.

Adresa: MUDr. Petr Budera, Ph.D., Kardiocentrum, Kardiochirurgická klinika, 3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, Šrobárova 50, 100 34 Praha 10, e-mail: budera@atlas.cz

DOI: 10.1016/j.crvasa.2015.02.010

Úvod

Fibrilace síní (FS) představuje nejčastější srdeční arytmii s prevalencí až 2 % v celkové populaci [1]. Její prevalence stoupá s věkem a v následujících deseti letech se v Evropě očekává až zdvojnásobení počtu pacientů s FS. Přítomnost kteréhokoli typu FS je spojena s dvojnásobnou mortalitou, významně zvýšeným rizikem cerebrovaskulárních tromboembolických příhod a hospitalizací pro kardiální příčiny a také s významným zhoršením kvality života [2]. I vzhledem k jejím závažným socioekonomickým dopadům bývá někdy označována za epidemii 21. století.

Účinná léčba FS stále zůstává otevřeným problémem. Farmakoterapie s amiodaronem jako lékem první volby má velmi omezenou účinnost s významným množstvím rekurencí arytmie a potenciálně závažnými nežádoucími účinky. Na poli antitrombotické léčby bylo významným posunem představení skupiny nových perorálních antikoagulancií (NOAC), která byla odbornou veřejností akceptována jako srovnatelná náhrada za warfarin [3]. Skupina intervenčních (katetrizačních a chirurgických) metod léčby FS představuje dynamicky se rozvíjející a v současné době i nejúčinnější metodu nastolení sinového rytmu (SR).

Od přelomové práce publikované Haisaguerrem v roce 1998 se stala perkutánní katetrizační ablace (KA) efektivní metodou léčby paroxysmální FS a v současné době je doporučována pro pacienty se symptomatickou paroxysmální FS, recidivující i přes optimální farmakoterapii, s třídou doporučení I a úrovní důkazů A [4]. Klíčovou součástí metod pro léčbu paroxysmální FS je elektrická izolace plicních žil (PŽ). Patofyziologie neparoxysmálních forem FS je však mnohem komplexnější. Proto je i léčba perzistentní a dlouhodobě perzistentní FS metodami KA podstatně komplikovanější a dlouhodobá úspěšnost těchto metod je v současné době omezená [5].

Představení metody MAZE dr. Coxem v roce 1987 podnítilo rozmach a další rozvoj technik chirurgické ablace (CHA) FS. Původní metoda byla několikrát modifikována s cílem zlepšit výsledky a zjednodušit chirurgickou techniku až k variantě Cox-MAZE IV [6]. Vytváření ablačních lézí původní technikou incize a sutury bylo technicky velmi náročné a mělo nezanedbatelná rizika krvácivých komplikací. Pro celkové zjednodušení tak byly do praxe uvedeny jiné ablační techniky k vytváření lézí. Množství ablačních energií a zařízení bylo testováno a používáno, některé již byly opuštěny (mikrovlny, fokusovaný ultrazvuk, laser). Vzhledem k velmi dobré úspěšnosti a zároveň bezpečnosti je v současné době provedení konkomitantní chirurgické ablace FS doporučováno u všech pacientů s FS, kteří podstupují kardiochirurgický výkon pro jinou primární diagnózu [4].

Klasická „otevřená“ operace MAZE je pro pacienty s izolovanou formou FS považována ve většině center za příliš invazivní. Proto byly vyvinuty její minimálně invazivní formy, proveditelné bez použití mimotělního oběhu. První přehledový článek střednědobých výsledků těchto metod publikoval Mack v roce 2009. Sinusový rytmus bez antiarytmické terapie (AA) se po 6–12 měsících sledování držel u 65 % (57–87%) pacientů, vyšší úspěšnost byla u pacientů s paroxysmální FS [7]. Později byl představen i hybridní přístup k léčbě izolované FS, který kombinu-

je epikardiální, minimálně invazivní chirurgickou ablaci s následnou perkutánní katetrizační ablací [8]. Tato metodika představuje oboustranně výhodnou spolupráci mezi kardiologií a kardiologií a zároveň ukazuje nezastupitelnou roli elektrofyziologie v léčbě FS.

V tomto článku představujeme naše zkušenosti s minimálně invazivní chirurgickou léčbou izolované FS. Popisujeme vývoj metodiky, používané energie a ablační katetry, strategii indikací a krátce také přehled našich výsledků.

Materiál a metodika

Přehled

Program thorakoskopických ablací FS v Kardiocentru Královské Vinohrady má dvě oddělené fáze. Pilotní skupina pacientů byla operována mezi lety 2006 a 2010 se staršími mikrovlnnými (MW) a monopolárními radiofrekvenčními (RF) ablačními systémy. Na základě výsledků jsme se následně soustředili na pacienty s neparoxysmální FS a od roku 2013 jsme začali operovat s pomocí katetru, který umožňuje aplikaci bipolární i monopolární RF energie. Později v roce 2013 jsme ve spolupráci s elektrofyziology z Divize arytmologie našeho Kardiocentra zahájili společný projekt hybridních ablací. Celý program je od začátku podporován z Kardiovaskulárního výzkumného programu Univerzity Karlovy, PRVOUK P35.

Výběr pacientů, vývoj indikací

V pilotní skupině byli k výkonu indikováni symptomatictí pacienti s kterýmkoliv typem izolované FS, u kterých selhávala antiarytmická léčba. Všichni podstoupili komplexní kardiologické vyšetření, které zahrnovalo selektivní koronarografii, echokardiografii a spirometrii. Obecně byli kandidáty pro tuto metodu ti pacienti, u kterých nebyla zjištěna indikace ke kardiochirurgické operaci (většinou pro ICHS či chlopenní vadu). Všichni pacienti podepsali informovaný souhlas se zařazením do pilotního projektu. Protokol projektu byl vytvořen v souladu s Helsinskou deklarací a byl schválen místní etickou komisí.

V roce 2013 jsme se rozhodli zahájit program hybridních ablací perzistentní a dlouhodobě perzistentní FS. Indikace zůstaly podobné jako u pilotního programu, tedy nepřítomnost indikace ke klasickému, otevřenému kardiochirurgickému výkonu, symptomatictost pacientů a selhání minimálně jednoho antiarytmika.

Absolutní kontraindikací pro všechny pacienty zůstává přítomnost perikardiálních srůstů, tedy například předchozí kardiochirurgická operace. Obecně známé a uváděné rizikové faktory selhání ablace (velikost levé síně, věk, trvání FS atd.) nebyly považovány za jednoznačné kontraindikace, ale jsou u pacientů posuzovány individuálně, stejně jako jiné rizikové faktory, zejména obezita či plicní onemocnění.

Chirurgický zákrok, vývoj metodiky a používané katetry

Cíl našeho zákroku zůstává stejný od samého počátku: elektrická izolace plicních žil a zadní stěny levé síně vytvořením kontinuální ablační linie kolem všech plicních žil (tzv. box-léze) za pomoci plně thorakoskopického, unilaterálního, off-pump přístupu. Tento zákrok byl již dříve

Obr. 1 – Ablace mikrovlnným katetrem Flex 10. Katetr musí být v pozici pevně přidržen thorakoskopickou pinzetou.

popsán v našem článku s prvními výsledky či také dr. La Meirem [9,10]. V krátkosti, v celkové anestezii a za selektivní ventilace levé plic je nejprve vytvořen přístup do pravé poloviny hrudníku za pomoci tří thorakoskopických portů. Používá se rigidní videothorakoskopická kamera s přímou optikou. Perikard je široce otevřen před pravým frenickým nervem a tupou preparací je vypreparován transversální a šikmý sinus.

Zavádění prvního, mikrovlnného katetru bylo velmi choulostivou částí operace, protože neexistoval žádný speciální zavaděč. K zavádění kolem plicních žil se používal poměrně velký a neobratný triangulární endoskopický flexibilní jaterní retraktor. Pozdější radiofrekvenční katetry již byly dodávány se speciálními ohebnými zavaděči. Ty nejnovější jsou vybaveny magnetickým koncem, a zavádění a umísťování katetru se tak stalo mnohem jednodušším a bezpečnějším. Po zavedení katetru byl ve viditelném a dostupném rozsahu rozpreparován epikardiální tuk a správná pozice katetru byla vždy ještě zkontrolována pomocí jícnové echokardiografie.

Obr. 2 – Ablace katetrem COBRA Fusion. Katetr je v pozici stabilizován podtlakem a jen lehce přidržen thorakoskopickým nástrojem.

Od roku 2006 jsme použili tři ablační systémy. Prvním byl mikrovlnný katetr Flex 10 (Guidant, Santa Clara, CA, USA) s nastavením energie na 65 W a dvěma cykly ablace po jednotlivých segmentech v délce 120 a 90 sekund. Tento katetr musel být pevně přitlačován k sinu ve správné pozici, aby bylo při ablaci dosaženo co nejlepšího kontaktu s tkání (obr. 1). Druhý katetr COBRA Adhere XL™ (Estech, San Ramon, CA, USA) využíval monopolární RF energii, systém vnitřního chlazení jako prevenci tvorby koagul na povrchu ablované tkáně a zejména technologii podtlaku, kterou se katetr v určené pozici „přisál“ ke tkáni síně. Ablace byla prováděna po třech sekvencích a ve dvou 120sekundových cyklech. Třetím a v současné době používaným ablačním systémem je COBRA Fusion™ 150 (Estech). Umožňuje aplikaci jak bipolární, tak monopolární RF energie, která je průběžně kontrolována a upravována tak, aby bylo dosaženo stabilní cílové teploty. Kontakt s tkání je zajištěn podtlakovým systémem, který nasaje tkáň síně dovnitř sondy, a tedy mezi elektro-

Obr. 3 – Pravostranný thorakoskopický pohled na viditelnou část box-léze na levé srdeční sinu, v blízkosti mezisíňového septa

dy, čímž je mimo jiné eliminován únik tepla proudící krví (obr. 2). Požíváme nastavení teploty na 70 °C a provádíme dva 60sekundové cykly ablace.

U všech systémů bylo a je vždy nutné mezi jednotlivými cykly ablace poposunout katetr po obvodu léze tak, aby bylo zajištěno uzavření box-léze. Léze pak byla zkontrolována pohledem, a pokud nevypadala spojitě, prováděl se další cyklus ablace, a to zejména v oblasti síňového septa (obr. 3). Pokud nebyl u pacienta po ablaci přítomen SR, byla provedena elektrická kardioverze. Následně byl testován „exit“ blok stimulací pravé síně a pravostranných plicních žil, nebyl-li přítomen, byl proveden ještě další cyklus ablace. Na konci výkonu byl zaveden jeden hrudní drén a uzavřeny operační rány. Pacienti byli obvykle extubováni během několika hodin po příjezdu ze sálu.

Pooperační péče a sledování

Všem pacientům byla po operaci podána antiarytmika (lékem první volby byl amiodaron) a antikoagulancia

(warfarin s cílovým INR 2–3 či některé z NOAC). Všichni byli prospektivně sledováni nejméně jeden rok s klinickými EKG a holterovskými EKG kontrolami po třech měsících a echokardiografickým vyšetřením po 6–12 měsících. Klíčovou metodou pro zhodnocení rytmu představovaly v pilotní skupině dvě 48hodinové holterovská EKG vyšetření v rozmezí dvou týdnů po šesti měsících od operace. U pacientů po hybridní ablací jsme strategii změnili na týdenní holterovské EKG prováděné po šesti a dvanácti měsících.

Podávání antiarytmika bylo u pilotní skupiny ukončeno po třech měsících od výkonu, pokud měl pacient stabilní SR, a po dalších třech měsících bez recidivy arytmie bylo ukončeno i podávání warfarinu. U pacientů v hybridním programu ukončujeme antiarytmickou léčbu za měsíc po chirurgickém zákroku tak, aby byl následný katetrizační výkon prováděn již bez jejího vlivu. S ukončováním antikoagulace jsme podstatně konzervativnější, ukončujeme po celém roce v SR bez jakékoliv recidivy arytmie, a to dle pacientova skóre CHA₂DS₂-VASc.

Výsledky

Pilotní skupina (MW + monopolární RF)

V pilotní skupině jsme odoperovali 38 pacientů, dvě třetiny tvořili muži. Šestnáct pacientů mělo paroxysmální a 22 neparoxysmální FS. Skupina byla velmi heterogenní co do věku (mezi 42 a 75 lety), předoperačního trvání FS (3–240 měsíců), ejekční frakce (25–65 %) a velikosti levé síně (31–52 mm). Všem selhalo alespoň jedno antiarytmikum, 50 % mělo v minulosti elektrickou kardioverzi a u 8 % byla v minulosti provedena katetrizační ablace.

Všechny operace byly provedeny dle plánu kromě jedné, při které jsme museli zkonvertovat přístup na sternotomii pro krvácení z pravé horní plicní žíly. Důvodem bylo její náhodné natržení špičkou endoskopické pinzety při přitlačování MW katetru ke stěně síně. Měli jsme nulovou mortalitu jak operační, tak v časném pooperačním období a nezaznamenali jsme žádnou cévní mozkovou příhodu. Jeden pacient měl po výkonu pravostranný pneumothorax, jeden postperikardiotomický syndrom s pleurálním i perikardiálním výpotkem, který byl zvládnut konzervativně, a u jednoho pacienta jsme zaznamenali přechodnou parézu pravého frenického nervu, která se spontánně upravila po třech měsících. U jednoho pacienta byla nutná časná implantace kardiostimulátoru pro pooperační junkční rytmus.

Mikrovlivný systém byl použit u 26 pacientů s průměrným trváním operace 158 minut. Sinusový rytmus mělo po třech měsících 62,5 %, po šesti měsících 58,3 %, po roce 58,3 % a po třech letech 50 % pacientů. Čtyři pacienti podstoupili po operaci katetrizační ablací flutteru síní a ve statistice figurují jako pacienti se SR. Z pacientů se SR po třech letech mělo před operací 42 % paroxysmální FS a 56 % neparoxysmální FS.

Monopolární RF ablace byla provedena u 12 pacientů s kratším průměrným operačním časem 130 minut. Sinusový rytmus byl přítomen u 42 % pacientů po třech, šesti a dvanácti měsících a také po třech letech, ovšem tento počet již zahrnuje i dva pacienty s provedenou katetrizační ablací po pozdní recidivě FS. Z pacientů se SR po třech

letech mělo 60 % paroxysmální a 40 % neparoxysmální FS před operací.

Bipolární a monopolární RF + skupina hybridních ablací

Od roku 2013 jsme odoperovali 27 pacientů novým systémem COBRA Fusion (Estech). Indikovali jsme pouze pacienty s perzistentní a dlouhodobě perzistentní FS. Průměrné předoperační trvání FS bylo 37 měsíců (2–138 měsíců), průměrný věk 61 let (37–74 let), průměrný rozměr levé síně 48 mm (39–56 mm) a průměrná ejekční frakce 56 % (20–65 %). Neměli jsme žádnou konverzi na sternotomii, nikdo při výkonu či během sledování nezemřel. Zaznamenali jsme jednu přechodnou parézu pravého frenického nervu a jeden pooperační iktus.

První čtyři pacienti byli operováni ještě před zahájením hybridního programu, u tří z nich (75 %) se držel stabilní SR bez antiarytmické medikace v průběhu prvního roku. Z 23 pacientů zařazených do hybridního programu jich v současné době již 17 podstoupilo i katetrizační ablací. Z nich byli všichni kromě jednoho pacienta (94 %) propuštěni z nemocnice se SR. V současné době je průměrná doba sledování u těchto pacientů 202 dní (36–418 dní) a 14 z nich (82 %) má stabilní SR bez antiarytmické medikace a bez záchyty jakékoliv arytmie. Dva pacienti měli krátkou epizodu flutteru síní a mají SR s antiarytmickou léčbou, jeden pacient má FS.

Diskuse

Intervenční léčba izolované FS je dynamicky se vyvíjející a rozvíjející součástí jak kardiologie, tak kardiokirurgie. V posledních deseti letech byla představena celá řada minimálně invazivních chirurgických výkonů. Hlavním cílem bylo dosáhnout stejně vynikajících výsledků jako u metody Cox-MAZE III, pomocí nějaké méně invazivní cesty. Některá centra provádějí metodu Cox-MAZE III či IV také u pacientů s izolovanou formou FS; na jedné straně cestou minimálně invazivního přístupu (malá thorakotomie), ovšem na druhé straně též s použitím mimotělního oběhu a kardioplegické srdeční zástavy. Jejich výsledky jsou výborné [11], ale dle našich představ musí být skutečně minimálně invazivní ablační výkon proveden na bijícím srdci, bez použití mimotělního oběhu.

V minulosti byly představeny různé chirurgické přístupy zahrnující jednostranný či oboustranný přístup, thorakoskopický přístup či přístup cestou malé thorakotomie a také laparoskopický transdiafragmatický přístup [12]. Také byla představena celá řada ablačních katetrů využívajících různé energie k vytváření lézí. Tyto katetry jsou buď lineární k tvorbě dlouhých, lineárních lézí, či mají tvar kleští k izolaci plicních žil anebo ablačních per k vytváření krátkých lézí či k použití na obtížně přístupných místech. Izolace plicních žil je základním kamenem většiny katetrizačních i chirurgických ablačních technik. Soudí se, že izolace celé zadní stěny levé síně má ještě lepší výsledky než izolace žil samostatně. Vytvoření komplikovanějších sad lézí bývá pak většinou spojeno s vyšší invazivitou výkonu.

Na začátku našeho projektu v Kardiocentru Královské Vinohrady jsme se rozhodli pro vytváření box-léze a to cestou co nejméně invazivního přístupu. Jediným na trhu

dostupným katétrem byl tehdy mikrovlnný katetr Flex 10. Použili jsme ho u první skupiny pacientů s velmi nízkým počtem perioperačních komplikací a se solidní úspěšností téměř 60 % po jednom roce. Zavádění katetru bylo ovšem velmi komplikované a kontakt s ablovanou tkání nejistý, a to zejména v oblastech s větší vrstvou epikardiálního tuku. Další nevýhodou tohoto katetru byla též dlouhá doba ablace. Později jsme začali používat monopolární RF katetr, u kterého byl kontakt s tkání díky podtlakovému systému jistější. Průměrný operační čas se zkrátil o 30 minut oproti Flex 10. Roční výsledky s úspěšností pouze u 42 % pacientů a zejména nemalý výskyt pozdních recidiv u obou systémů nás donutily náš program pozastavit téměř na dva roky a přehodnotit naši strategii. Podobné výsledky jsou popisovány i v literatuře. Pruitt a spol. publikovali dlouhodobé sledování velké skupiny 100 pacientů operovaných katetrem Flex 10. Po téměř dvou letech od operace mělo pouze 42 % pacientů SR [13].

Uvedení nového bipolárního/monopolárního RF katetru na trh bylo pro nás velkým stimulem. Mohli jsme zachovat stejně nízký stupeň invazivity a přitom mít mnohem větší šanci na vytvoření kompletní transmuralní léze vzhledem k výbornému ohodnocení katetru při testech na zvířecích modelech [14]. První operace byly bezproblémové a díky slibným prvním výsledkům jsme byli schopni přesvědčit elektrofyziology k mnohem těsnější spolupráci. Výsledkem bylo vytvoření hybridního programu. První výsledky s přežíváním bez arytmie u více než 82 % pacientů po šesti měsících nás naplňují očekáváním. Podobně hovoří i přehledový článek publikovaný Gelsominem a spol., který shrnul první výsledky hybridních výkonů. Roční úspěšnost těchto metod se pohybovala mezi 85,7 % a 92 % u skupin využívajících bipolární RF energii [8].

Závěry

Thorakoskopická ablace představuje bezpečnou a skutečně miniinvazivní variantu léčby izolované fibrilace síní. Vytvoření box léze je dobře proveditelné a výsledky metody závisí zejména na použitých ablačních systémech a na výběru pacientů. Úzká spolupráce s elektrofyziology může výsledky ještě vylepšit.

Prohlášení autorů o možném střetu zájmů

Žádný z autorů nemá potenciální střet zájmů.

Financování

Program je podporován z Kardiovaskulárního výzkumného programu Univerzity Karlovy, PRVOUK P35.

Prohlášení autorů o etických aspektech publikace

Protokol projektu byl vytvořen v souladu s Helsinskou deklarací a byl schválen místní etickou komisí.

Informovaný souhlas

Všichni pacienti podepsali před výkonem informovaný souhlas.

Literatura

- [1] M.O. Zembala, P. Suwalski, Minimally invasive surgery for atrial fibrillation, *Journal of Thoracic Disease* 5 (Suppl. 6) (2013) S704–S712.
- [2] S.S. Chugh, J.L. Blackshear, W.K. Shen, et al., Epidemiology and natural history of atrial fibrillation: clinical implications, *Journal of the American College of Cardiology* 37 (2001) 371–378.
- [3] C.S. Miller, S.M. Grandi, A. Shimony, et al., Meta-analysis of efficacy and safety of new oral anticoagulants (dabigatran, rivaroxaban, apixaban) versus warfarin in patients with atrial fibrillation, *American Journal of Cardiology* 110 (2012) 453–460.
- [4] H. Calkins, K.H. Kuck, R. Cappato, et al., HRS/EHRA/ECAS Expert Consensus Statement on Catheter and Surgical Ablation of Atrial Fibrillation: recommendations for patient selection, procedural techniques, patient management and follow-up, definitions, endpoints, and research trial design, *Europace* 14 (2012) 528–606.
- [5] A.N. Ganesan, N.J. Shipp, A.G. Brooks, et al., Long-term outcomes of catheter ablation of atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis, *Journal of the American Heart Association* 2 (2013) e004549.
- [6] J. Shen, M.S. Bailey, R.J. Damiano Jr., Surgical treatment of atrial fibrillation, *Heart Rhythm* 6 (8 Suppl.) (2009) S45–S50.
- [7] M.J. Mack, Current results of minimally invasive surgical ablation for isolated atrial fibrillation, *Heart Rhythm* 6 (12 Suppl.) (2009) S46–S49.
- [8] S. Gelsomino, H.N. Van Breugel, L. Pison, et al., Hybrid thoracoscopic and transvenous catheter ablation of atrial fibrillation, *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* 45 (2014) 401–407.
- [9] Z. Straka, P. Budera, P. Osmančík, et al., Endoskopická operace MAZE: minimálně invazivní technika chirurgické léčby izolované fibrilace síní, *Cor et Vasa* 52 (Suppl.) (2010) 66–69.
- [10] M. La Meir, L. De Roy, D. Blommaert, et al., Treatment of lone atrial fibrillation with a right thoracoscopic approach, *Annals of Thoracic Surgery* 83 (2007) 2244–2245.
- [11] N. Ad, L. Henry, T. Friehtling, et al., Minimally invasive stand-alone Cox-MAZE procedure for patients with nonparoxysmal atrial fibrillation, *Annals of Thoracic Surgery* 96 (2013) 792–798 (discussion 798–799).
- [12] B. Geršák, M.O. Zembala, D. Müller, et al., European experience of the convergent atrial fibrillation procedure: multicenter outcomes in consecutive patients, *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 147 (2014) 1411–1416.
- [13] J.C. Pruitt, R.R. Lazzara, G. Ebra, Minimally invasive surgical ablation of atrial fibrillation: the thoracoscopic box lesion approach, *Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology* 20 (2007) 83–87.
- [14] L.L. Saint, C.P. Lawrance, S. Okada, et al., Performance of a novel bipolar/monopolar radiofrequency ablation device on the beating heart in an acute porcine model, *Innovations (Philadelphia, PA)* 8 (2013) 276–283.

Z anglického originálu online verze článku přeložil autor.