



Přehledový článek | Review article

Současné technické možnosti minimálně invazivní chirurgické léčby fibrilace síní

(The current technical options for minimally invasive surgical treatment of atrial fibrillation)

Vojtěch Kurfir^a, Aleš Mokráček^a, Petr Budera^b, Zbyněk Straka^b, Marek Pojar^c, Jan Harrer^c

^a Kardiologické oddělení, Kardiocentrum, Nemocnice České Budějovice, a.s., České Budějovice, Česká republika

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

^c Kardiologická klinika, Fakultní nemocnice Hradec Králové, Hradec Králové, Česká republika

INFORMACE O ČLÁNKU

Historie článku:

Došel do redakce: 24. 5. 2017

Přijat: 13. 6. 2017

Dostupný online: 1. 7. 2017

Klíčová slova:

Fibrilace síní

Minimálně invazivní

kardiologie

Výkon maze

Keywords:

Atrial fibrillation

MAZE surgery

Minimally invasive surgery

SOUHRN

Minimálně invazivní chirurgická léčba fibrilace síní (FS), stejně jako technické nástroje a chirurgické postupy se stále vyvíjejí. Nejvhodnějšími pacienty pro tuto metodu jsou pacienti s perzistující a dlouhodobě perzistující fibrilací síní. Tento článek popisuje metody a nástroje pro minimálně invazivní chirurgickou léčbu fibrilace síní, které jsou v současnosti k dispozici na českém trhu.

© 2017, ČKS. Published by Elsevier sp. z o.o. All rights reserved.

ABSTRACT

Minimally invasive surgical treatment of AF as well as technical tools and instruments are still evolving. The most suitable patients for this method are the patients with persistent and long-persistent AF. This article describes mini-invasive surgical methods and tools for treatment of atrial fibrillation available on the Czech market nowadays.

Adresa: MUDr. Vojtěch Kurfir, Ph.D., Kardiologické oddělení, Kardiocentrum, Nemocnice České Budějovice, a.s., Boženy Němcové 54, 370 01 České Budějovice, e-mail: vojtech.kurfir@post.cz

DOI: 10.1016/j.crvasa.2017.06.007

Úvod

Postup Cox-maze (maze z anglického bludiště – pozn. autora) byl vyvinut Jamesem Coxem jako kardiochirurgická operace na otevřeném srdci prováděná k léčbě fibrilace síní (FS) již v roce 1987. Operace zahrnovala specifickou sérii chirurgických řezů (lézí) v oblasti levé a pravé síně, které se po pár týdnech hojily „izolujícími“ jizvami [1]. Tyto jizvy měly za cíl elektricky izolovat síňové makroreentry okruhy, což vedlo k eliminaci fibrilace síní. Zároveň byla zachována kontraktilita síní a fyziologická funkce atrio-ventrikulárního vedení. Tento originální a geniální koncept je v literatuře nazýván metodou Cox-maze III nebo také *cut and sew* nebo jen *maze* a princip této metody se v současnosti využívá při téměř všech metodách nekon- zervativní léčby fibrilace síní.

Vzhledem k tomu, že všechny léze byly původně provedeny chirurgickými řezy a zákrok je potřeba provést ze sternotomie a pomocí přístroje pro mimotělní oběh, byl tento přístup postupně prakticky vyloučen z variant nekonzervativní léčby izolované fibrilace síní. Další úsilí kardiochirurgů proto vedlo ke snížení chirurgické složitosti a invazivity postupu. Koncem devadesátých let tak byly vyvinuty radiofrekvenční energie, kryoenergie, mikrovlnné a jiné zdroje energie pro zjednodušení tvorby lézí a k dosažení principu procedury *maze*. Tyto zdroje energie umožnily provádět specifické léze v oblasti obou srdečních síní epikardiálním přístupem a posunout tak kardiochirurgii směrem k moderní minimálně invazivní léčbě fibrilace síní. Hlavními cíli bylo tedy vyhnout se sternotomii a použití přístroje pro mimotělní oběh a operační zákrok provést z thorakotomického nebo thorakoskopického přístupu.

V roce 2003 představili Saltman a spol. plně endoskopickou ablační proceduru za použití mikrovlnné energie z oboustranného thorakoskopického přístupu u skupiny pacientů s paroxysmální fibrilací síní [2]. V roce 2004 Loulmet a spolupracovníci poprvé popsali robotickou endoskopickou izolaci plicních žil s využitím mikrovlnné energie u pacientů s perzistující fibrilací síní [3]. V roce 2005 Wolf přednesl své první zkušenosti s bilaterálním videoasistovaným minithorakotomickým přístupem k léčbě fibrilace síní [4]. V následujícím období vedlo úsilí mnoha kardiochirurgických týmů k vylepšení a rozvoji těchto prvně popsaných přístupů. Kardiochirurgové zvyklí pouze na sternotomický přístup se ale museli vypořádat s novými typy komplikací, jako byly např. pooperační pneumonie, hemothorax, poranění v oblasti síní vyžadující konverzi na otevřenou thorakotomii/sternotomii nebo poškození frenického nervu.

V současné době by termíny *minimálně invazivní chirurgické léčby FS* nebo *mini-maze* měly být použity pouze za následujících podmínek:

1. Thorakoskopický nebo minithorakotomický přístup.
2. Zákrok proveden bez použití přístroje pro mimotělní oběh.
3. Ablační linie se dělají epikardiálně s použitím radiofrekvenční energie, kryoenergie, mikrovlnné energie nebo za použití ultrazvuku s vysokou intenzitou, s použitím k tomu speciálně určených přístrojů a katétrů.

Obecně platí, že minimálně invazivní chirurgické postupy pro léčbu FS se sestávají z:

1. Izolace plicních žil.
2. Vytvoření „box-léze“ (tj. izolace všech plicních žil spolu s izolací zadní stěny levé síně).
3. Vytvoření dalších lézí v levé (nebo také pravé) síni, jako jsou mitrální linka, linka k oušku levé síně (OLS), linka ke kavotrikuspidálnímu isthmu, interkavální linka, izolace dutých žil atd. Tyto léze mají obvykle nižší úspěšnost ve smyslu transmurality než izolace plicních žil, proto by měly být zkontrolovány, dokončeny nebo zcela vytvořeny při následném katérovém zákroku (hybridní přístup).
4. Uzávěr OLS.

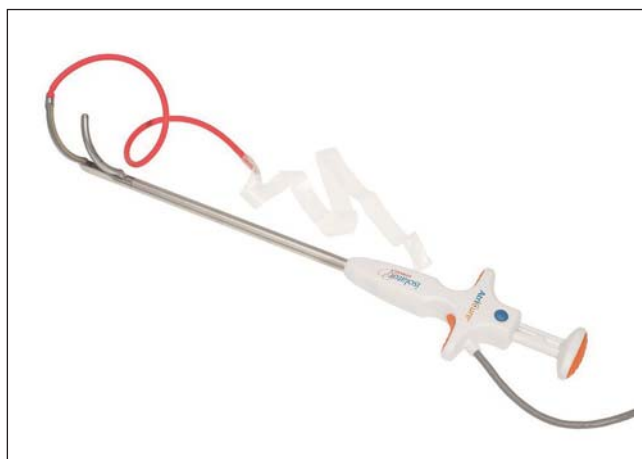
Účelem tohoto článku je popsat zařízení a katetry používané při minimálně invazivní léčbě FS, které jsou v současné době dostupné na českých kardiochirurgických pracovištích a jsou také popsány operační postupy s jednotlivými systémy.

Přístroje a postupy

V následující části jsou uvedeny popisy tří nejčastěji používaných typů zařízení k minimálně invazivní chirurgické léčbě fibrilace síní.

AtriCure

Operace se provádí v celkové anestezii za selektivní ventilace plic a s použitím vnějších defibrilačních elektrod, které jsou nalepeny na předem určených pozicích. Operace začíná za selektivní ventilace plic po desuflaci pravé plíce a insuflaci pleurální dutiny pomocí CO₂, kdy na pravé straně pacienta postupně umísťujeme thorakoskopické porty: 10mm port pro kameru v pátém mezižebří ve střední axilární čáře, 5mm pracovní port umístěný ve třetím mezižebří v přední axilární čáře a 10mm pracovní port umístěný v sedmém mezižebří ve střední axilární čáře. Poté otevíráme perikardiální dutinu incizí anteriorní od frenického nervu v rozsahu od horní duté žíly k bránici a okraj perikardu se jemně fixuje třemi stehy. Dále provádíme discizi mezisíňového žlábků endoskopickými nůžkami a zajišťujeme si tupou preparací přístup do sinus obliquus v oblasti mezi dolní dutou žilou a pravou dolní plicní žílou. Následuje použití optického disektoru (LumiTip Dissector, AtriCure, OH, USA) k obkroužení pravostranných plicních žil pomocí gumového turniketu, který slouží jako vodič pro bezpečné naložení bipolárních kleští na plicní žíly (Isolator Synergy, AtriCure, OH, USA) (obr. 1). Sérii ablací pravých plicních žil (minimálně pětkrát) se provádí jejich elektrická izolace a následně se ověří entry blok. K vytvoření horní a dolní box léze spojující pravostranné a levostranné plicní žíly se používá lineární ablační pero (Bipolar Linear Pen, AtriCure, OH, USA) (obr. 2). Při našem přístupu je poté provedena další linka na stropě levé síně mezi levou plicní žílou a nekoronárním sinem aortální chlopně. Tato linie je následně dokončena během katérové ablace v rámci hybridní procedury, kdy poté představuje lézi k mitrálnímu anulu. Poté jsou ablovány gangliové plexy za použití vysokofrekvenční stimulace a hodnocení vagální reakce vyvolávající



Obr. 1 – Bipolární kleště AtriCure



Obr. 2 – Multifunkční lineární pero AtriCure



Obr. 3 – AtriClip Pro

bradykardii. Gangliové plexy jsou pak ablovány, dokud vagální reakce na vysokofrekvenční stimulaci úplně nevyvymizí. Pokud má pacient perzistující nebo dlouhodobě perzistující FS, může být zákrok pomocí lineárního ablačního pera rozšířen o interkavální linku spojující horní a dolní dutou žílu. Procedura na pravé straně je dokončena tím, že se okraje perikardu přiblíží jedním stehem a drén se umístí do pravé pleurální dutiny. Přístup na levé straně

je podobný jako na pravé straně, ale porty jsou umístěny více posteriorně a také perikardiální dutina je zde otevřena posteriorně od frenického nervu. Provádíme discizi Marshallova ligamenta a oba jeho konce jsou ošetřeny lineárním perem. Poté obcházíme levostranné plicní žíly disektorem Lumitip a s gumovým turniketem, který opět slouží jako vodič k naložení bipolárních kleští na plicní žíly. Opět provádíme sérii ablačních lézí (minimálně pětkrát) k dosažení úplné izolace plicních žil s ověřením entry bloku. V tomto okamžiku, má-li pacient FS, se provádí elektrická kardioverze a při úspěšné verzi na sinusový rytmus se potvrdí bidirekční blokáda plicních žil a box léze.

Ouško levé síně je na závěr operace uzavřeno po změření jeho velikosti s použitím epikardiálního klipu – AtriClip Pro (AtriCure, OH, USA) pod přímou transezofageální echokardiografickou (TEE) kontrolou (obr. 3). Zavádíme drén do levé pleurální dutiny a pacient je převezen na jednotku intenzivní péče. První dávka nízkomolekulárního heparinu je podána šest hodin po operaci a s perorální antikoagulační terapií se začne po odstranění pleurálních drénů.

Estech (AtriCure)

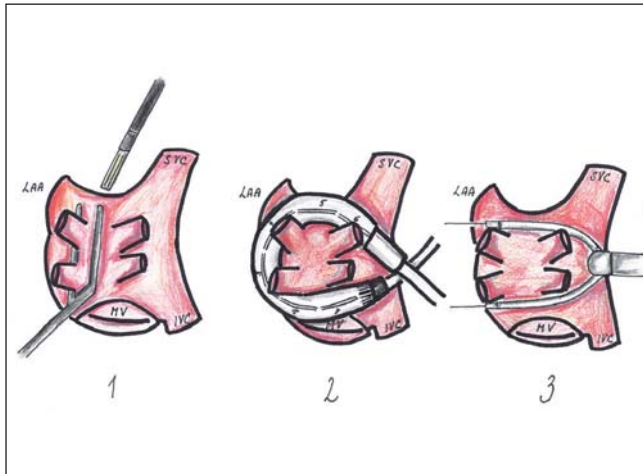
Operace se provádí v celkové anestezii za selektivní ventilace. K přístupu do pravé pleurální dutiny se používají tři thorakoskopické pracovní porty – zpravidla v úrovni nebo nad úrovní přední axilární linie a přes 4., 5. a 6. mezižebří prostor. Spouštíme insuflaci pleurální dutiny pomocí CO₂. Perikard je otevřen v bezpečné vzdálenosti anteriorně od frenického nervu a okraj perikardu je odtažen dorzálně fixačními stehy. Poté provádíme tupou preparaci sinus transversus a obliquus, stejně jako oblasti epikardiálního tuku v mezisíňovém žlábků. Speciální magnetické zavaděče se zavádějí do obou sinusů, aby se setkaly za levostrannými plicními žilami a vytvořily smyčku kolem plicních žil. Použitý ablační katétr COBRA Fusion™ 150 (Estech, AtriCure® Company, San Ramon, CA, USA) (obr. 4) je pak připojen k zavaděcímu zařízení a protažen přes sinusy (obr. 4). Pozice katétru je opakovaně kontrolována jak vizuálně, tak pomocí TEE, především k potvrzení správné polohy pod ouškem levé síně. Potom se zapne sání a nastaví se na minimálně –500 mm Hg, což zajišťuje stabilní kontakt mezi síňovou tkání a elektrodami katétru. Pomocí tohoto katétru COBRA Fusion lze radiofrekvenční energii aplikovat jak v bipolárním, tak v unipolárním režimu a při použití teplotního rozmezí s nastavením 70 °C a 60 sekund na cyklus. Katétr obsahuje 6 segmentů a energie může být maximálně aplikována ve třech z nich najednou. První cyklus se provádí v obou režimech po celé délce katétru, potom se katétr pohybuje po obvodu a provádí se druhý cyklus. Pohyb katétru po stěně levé síně je klíčový pro dokončení box léze. Viditelná část léze je kontrolována a často se překrývá s předešlou lézí, dokud nevypadá jednotně, což je důležité hlavně v oblasti mezisíňového septa a u pacientů s velkou levou síní. Pokud má pacient v této fázi operace FS, provede se kardioverze. Dále je proveden test přítomnosti entry a exit bloků a v případě absence bloku je proveden další cyklus ablace. To lze provést také pomocí kratšího zařízení COBRA Fusion 50, s nímž se snáze manipuluje. Na konci výkonu je zaveden drén přes nejnižší port do pleurální dutiny a hrudník je uzavřen. Postup pak pokračuje s levo-



Obr. 4 – Estech COBRA Fusion™ 150



Obr. 5 – Medtronic Gemini



Obr. 6 – Výsledek box léze s popsanými technikami: 1 – AtriCure, 2 – Estech, 3 – Medtronic

strannou thorakoskopií a po otevření perikardiální dutiny je provedena discize Marshallova ligamenta a uzavření OLS pomocí AtriClip (AtriCure, OH, USA).

Medtronic

Koncepce léčby se skládá z oboustranného thorakoskopického přístupu a využívá k tvorbě box léze bipolární radiofrekvenční ablaci kleštěmi s kontinuálním proplachem. Bipolární aplikace radiofrekvenční energie dosahuje lepší transmurality ablačních linek než unipolární aplikace na

bijícím srdci. Další výhodou bipolární ablace je, že proudová hustota je omezena na tkáň mezi dvěma elektrodami na čelistech ablačních kleští. Kontinuální proplach elektrod ablačních kleští dovoluje tepelné energii proniknout hlouběji do tkáně a dosáhnout větší transmurality. Využívá se techniky box léze, při níž léze kolem plicních žil izoluje nejen žíly samotné, ale také zadní stěnu levé síně, která u mnoha pacientů obsahuje spouštěče fibrilace síní.

Operace se provádí v celkové anestezii za použití biluminální intubace pro selektivní ventilaci plic. Celý postup se provádí na bijícím srdci bez použití přístroje pro mimotělní oběh. Zákrok začíná na pravé straně pacienta. Po desuflaci pravé plíce se do pleurální dutiny zavedou tři porty v pozicích, které odpovídají trojúhelníku. Port pro kameru (11 mm) je zaveden do pátého mezižebří v midaxilární čáře. Druhý port (5 mm, pracovní port) je umístěn do čtvrtého mezižebří v přední axilární čáře a třetí port (pracovní port, 11 mm) je umístěn do šestého mezižebří v přední axilární čáře. Kolaps plíce je usnadněn nepřetržitou insuflací oxidu uhličitého do pleurální dutiny za tlaku 8–10 mm Hg. Thorakoskopie je prováděna endoskopem o průměru 10 mm. Na pravé straně je perikardiální dutina široce otevřena 1,5–2,0 cm před frenickým nervem. Pro otevření šikmého a příčného sinu je použita tupá preparace. Flexibilním zaváděčem Gemini (Medtronic, Inc., Minneapolis, USA) poté procházíme příčným a šikmým sinusem. Následně je přistoupeno k levostrannému přístupu. Tři porty jsou zavedeny do levé pleurální dutiny podobným způsobem jako do pravé pleurální dutiny s výjimkou toho, že levostranné porty jsou umístěny více posteriorně. Perikard na levé straně se otevře těsně pod frenickým nervem. Flexibilní zaváděč je vytažen z levého hrudníku. Ablační kleště Gemini (Medtronic, Inc., Minneapolis, USA) (obr. 5) jsou připojeny ke konci zaváděčů mimo levostrannou hrudní dutinu. Pomocí zaváděčů jsou ablační kleště Gemini naloženy přes levostranné plicní žíly a zadní stranu levé síně. Proveďte se levá část box léze. Celkem čtyři ablační linie jsou umístěny v mírně odlišných polohách. Ligamentum Marshalli je přerušeno. Pravé ablační linie plicních žil jsou dokončeny přes pravostranné porty. V tomto okamžiku je dosaženo úplné box léze. Kondukční blok je pak potvrzen stimulací distálně od ablační linie (exit blok). Na závěr je proveden uzavěr ouška levé síně pomocí epikardiálního klipu AtriClip (AtriCure, OH, USA).

Srovnání výsledné box léze je znázorněno na obrázku 6.

Diskuse

Minimálně invazivní léčba fibrilace síní patří podle současných guidelines do třídy doporučení IIA s úrovní důkazu B nebo C [5]. Dosud jedinou randomizovanou studií srovnávající výsledky katetrizační ablace a chirurgické léčby FS byla studie FAST [6]. Tato studie zahrnovala pacienty s paroxysmální a perzistující fibrilací síní. Pacienti podstoupili izolaci plicních žil, ablací gangliových plexů a uzavěr ouška levé síně. Lepší výsledky v této studii měla chirurgická metoda, ale za cenu vyššího počtu periprocedurálních a postprocedurálních komplikací.

Pro zvýšení účinnosti chirurgického přístupu byly k izolaci plicních žil [7–11] postupně přidány další léze – léze mezi

plicními žilami (box léze) a linie k mitrálnímu anulu. Provedení těchto dalších lézí zlepšilo výsledky chirurgické léčby a nezvýšilo perioperační morbiditu ani mortalitu. Logickým výsledkem snah o léčbu pacientů, zejména s perzistentní formou FS, byla pak kombinace chirurgického epikardiálního a katetrizačního endokardiálního přístupu. Tento hybridní postup může být proveden najednou – simultánně [12–14], což má nevýhodu v delších operačních časech a vyšším riziku krvácivých komplikací. Nebo ho lze udělat jako dvoustupňový (sekvenční) hybridní zákrok [15,16], který má zase pro pacienta možnou nevýhodu dvou hospitalizací. V praxi vše závisí na organizačních možnostech jednotlivých kardiologických a kardiologických center.

Kromě těchto tří výše zmíněných nástrojů a postupů popsaných v textu se používá k ablaci v oblasti levé síně další zajímavý přístup, který však nikdy nebyl zaveden v žádném českém centru. Nazývá se konvergentní zákrok a používá transdiafragmatický přístup k otevření perikardiální dutiny a dosažení zadní stěny levé síně. Během této operace nejsou otevřeny pleurální dutiny. Tento velmi specifický postup je popsán v jiném článku tohoto čísla.

Závěr

Minimálně invazivní chirurgická léčba FS, stejně jako technická podpora a nástroje se stále vyvíjejí. Nejvhodnějšími pacienty pro tuto metodu jsou a pravděpodobně budou pacienti s perzistující a dlouhodobě perzistující FS a tato skupina bude neustále narůstat. S použitím principů metody Cox-maze a za použití endoskopických přístupů se musíme snažit o dosažení co nejlepších výsledků chirurgické léčby za současné minimalizace všech možných perioperačních a pooperačních komplikací.

Prohlášení autorů o možném střetu zájmů

Žádný střet zájmů.

Financování

Žádné.

Prohlášení autorů o etických aspektech publikace

Autoři prohlašují, že výzkum byl veden v souladu s etickými standardy.

Poděkování

Autoři děkují MUC Kristýně Štolbové za obrazovou dokumentaci.

Literatura

- [1] J. Cox, R. Schuessler, H. D'Agostino, et al., The surgical treatment of atrial fibrillation. III. Development of a definitive

surgical procedure, *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 101 (1991) 569–583.

- [2] A. Saltman, L. Rosenthal, N. Francalancia, S. Lahey, A completely endoscopic approach to microwave ablation for atrial fibrillation, *Heart Surgery Forum* 6 (2003) E38–E41.
- [3] D.F. Loulmet, N.C. Patel, N.U. Patel, et al., First robotic endoscopic epicardial isolation of the pulmonary veins with microwave energy in a patient in chronic atrial fibrillation, *Annals of Thoracic Surgery* 78 (2004) e24–e25.
- [4] R. Wolf, E. Schneeberger, R. Osterday, et al., Video-assisted bilateral pulmonary vein isolation and left atrial appendage exclusion for atrial fibrillation, *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 130 (2005) 797–802.
- [5] P. Kirchhoff, S. Benussi, D. Kotecha, et al., ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS 2016, *Europace* 18 (2016) 1609–1678.
- [6] L.V. Boersma, M. Castella, W. van Boven, et al., Atrial fibrillation catheter ablation versus surgical ablation treatment (FAST): a 2-center randomized clinical trial, *Circulation* 125 (2012) 23–30.
- [7] V. Kasirajan, E.A. Spradlin, T.E. Mormando, et al., Minimally invasive surgery using bipolar radiofrequency energy is effective treatment for refractory atrial fibrillation, *Annals of Thoracic Surgery* 93 (2012) 1456–1461.
- [8] J.H. Sirak, D. Schwartzman, Interim results of the 5-box thoracoscopic maze procedure, *Annals of Thoracic Surgery* 94 (2012) 1880–1884.
- [9] J.G. Wang, M. Xin, J. Han, et al., Ablation in selective patients with long-standing persistent atrial fibrillation: medium-term results of the Dallas lesion set, *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* 46 (2014) 213–220.
- [10] Z. Straka, P. Budera, P. Osmančík, et al., Treatment of stand-alone atrial fibrillation with a right thoracoscopic approach employing a microwave or monopolar radiofrequency energy source: long-term results, *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery* 22 (2016) 762–768.
- [11] M. Pojar, J. Vojacek, L. Haman, et al., Thoracoscopic radiofrequency ablation for lone atrial fibrillation: box-lesion technique, *Journal of Cardiac Surgery* 29 (2014) 757–762.
- [12] S.P. Krul, A.H. Driessen, W.J. van Boven, et al., Thoracoscopic video-assisted pulmonary vein antrum isolation, ganglionated plexus ablation, and periprocedural confirmation of ablation lesions: first results of a hybrid surgical-electrophysiological approach for atrial fibrillation, *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology* 4 (2011) 262–270.
- [13] M. La Meir, S. Gelsomino, F. Luca, et al., Minimally invasive surgical treatment of lone atrial fibrillation: early results of hybrid versus standard minimally invasive approach employing radiofrequency sources, *International Journal of Cardiology* 167 (2013) 1469–1475.
- [14] L. Pison, M. La Meir, J. van Opstal, et al., Hybrid thoracoscopic surgical and transvenous catheter ablation of atrial fibrillation, *Journal of the American College of Cardiology* 60 (2012) 54–61.
- [15] V. Kurfiršt, A. Mokracek, A. Bulava, et al., Two-staged hybrid treatment of persistent atrial fibrillation: short-term single-centre results, *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery* 18 (2014) 451–456.
- [16] C. Muneretto, G. Bisleri, L. Bontempi, A. Curnis, Durable staged hybrid ablation with thoracoscopic and percutaneous approach for treatment of long-standing atrial fibrillation: a 30-month assessment with continuous monitoring, *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 144 (2012) 1460–1465.

Z anglického originálu online verze článku přeložil autor.