



Původní sdělení | Original research article

Thorakoskopická radiofrekvenční ablace pro izolovanou fibrilaci síní: technika box-léze

(Thoracoscopic radiofrequency ablation for lone atrial fibrillation: Box-lesion technique)

Aleš Klváček^a, Andrea Steriovský^a, Jakub Konečný^a, Tomáš Skála^b,
Vladimír Lonský^a, Petr Šantavý^a

^a Kardiologická klinika, Lékařská fakulta Univerzity Palackého a Fakultní nemocnice Olomouc, Olomouc, Česká republika^b I. interní klinika – kardiologická, Lékařská fakulta Univerzity Palackého a Fakultní nemocnice Olomouc, Olomouc, Česká republika

INFORMACE O ČLÁNKU

Historie článku:

Došel do redakce: 13. 1. 2017

Přepřacován: 16. 5. 2017

Přijat: 17. 5. 2017

Dostupný online: 13. 6. 2017

Klíčová slova:

Fibrilace síní

Box-léze

Thorakoskopie

SOUHRN

Úvod: Prezentujeme způsob provedení a výsledky thorakoskopické radiofrekvenční ablace technikou tzv. box-léze jako metodu léčby izolované fibrilace síní (FS).

Metoda: Celkem 31 pacientů ve věku $63,3 \pm 8,4$ roku podstoupilo oboustrannou thorakoskopickou ablací pro symptomatickou paroxysmální FS ($n = 8$; 25,8 %) a pro dlouhodobě perzistující izolovanou FS ($n = 23$; 75,2 %). Technika tzv. box-léze zahrnuje oboustrannou izolaci plicních žil a současně vytvoření spojnice lézí na zadní stěně levé síně za použití dávkované radiofrekvenční energie.

Výsledky: Během výkonů se nevyskytly žádné komplikace související s vlastní ablací, žádný periprocedurální infarkt myokardu ani cévní mozková příhoda. Nulová byla také 30denní mortalita. Průměrná doba operace dosahovala $152,1 \pm 36,7$ min a průměrná doba hospitalizace byla $6,26 \pm 1,24$ dne. Při propuštění mělo 29 pacientů (93,5 %) na výstupním EKG sinusový rytmus. Průměrná doba sledování činila $20,4 \pm 8,3$ měsíce. Při první kontrole po třech měsících od výkonu bylo 20 (66,6 %) pacientů z třiceti bez záchytu FS a bez nutnosti užívat antiarytmika. Šest pacientů podstoupilo v průběhu sledování katetrizační ablací. Celkem 23 pacientů (76,6 %) vykazovalo trvalý sinusový rytmus v jednom roce po poslední provedené ablací (chirurgické ablací nebo katetrizační reablací).

Závěr: Thorakoskopická ablace box-léze je bezpečná miniinvasivní metoda léčby izolované fibrilace síní. Tato metoda vykazuje výborné krátkodobé výsledky.

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

ABSTRACT

Background: We report the feasibility and outcomes of box-lesion ablation technique to treat stand-alone atrial fibrillation (AF).

Methods: There were 31 patients with a mean age of 63.3 ± 8.4 years who underwent bilateral totally thoracoscopic ablation of symptomatic paroxysmal AF ($n = 8$; 25.8%) and long-standing persistent AF ($n = 23$; 75.2%). The box-lesion procedure included bilateral pulmonary vein and left atrial posterior wall ablation using irrigated bipolar radiofrequency with documentation of conduction block.

Results: There were no intra- or perioperative ablation-related complications. There was no operative mortality, no myocardial infarction, and no stroke. Skin-to-skin procedure time was 152.1 ± 36.7 min and the

Adresa: MUDr. Aleš Klváček, Kardiologická klinika, Lékařská fakulta Univerzity Palackého a Fakultní nemocnice Olomouc, I. P. Pavlova 6, 779 00 Olomouc, e-mail: a.klvacek@email.cz

DOI: 10.1016/j.crvasa.2017.05.009

Keywords:
Atrial fibrillation
Box-lesion
Thoracoscopy

postoperative average length of stay was 6.26 ± 1.24 days. At discharge, 29 patients (93.5%) were in sinus rhythm. Median follow-up time was 20.4 ± 8.3 months. At three months postsurgery, 20 patients of 30 (66.6%) were free from AF without the need of antiarrhythmic drugs. Six patients (20%) underwent catheter ablation. Twenty-three patients (76.6%) were in sinus rhythm at one year after the last performed ablation (surgical ablation or catheter ablation).

Conclusion: The thoracoscopic box-lesion ablation procedure is a safe, effective, and minimally invasive method for the treatment of isolated (lone) AF. This procedure provided excellent short-term freedom from AF.

Úvod

Fibrilace síní (FS) je nejčastější setrvalá srdeční arytmie, u které se předpokládá až 25% výskyt u populace starší 40 let. Kvůli stárnutí populace se předpokládá incidence bude nadále zvyšovat [1]. Následně svým negativním vlivem na hemodynamiku vede FS ke zvýšené morbiditě i mortalitě nemocných. Cévní mozková příhoda je nejčastější komplikací FS a riziko jejího vzniku je u těchto nemocných až pětinašobně vyšší oproti běžné populaci [2]. Proto je léčba FS celosvětový problém. První metody k navození sinusového rytmu (SR) byly omezeny na elektrickou kardioverzi a užívání quinidinu. Poté byl k ovlivnění srdeční frekvence doporučován digitalis [3,4]. V roce 1982 byla provedena první katetrizační ablace (CA) s cílem ovlivnit srdeční frekvenci pomocí ablace atrioventrikulárního uzlu [5,6]. První úspěšnou chirurgickou ablaci (tzv. cut and sew maze operace) provedl roku 1987 dr. Cox [7]. Jako výsledek rostoucích znalostí o FS se tato technika v průběhu dalších let významně vyvíjela. Haïssaguerre a spol. identifikovali oblast myokardu v okolí plicních žil jako místa spouštěcí FS, což se v dalších letech stalo základním kamenem pro většinu intervenčních technik pro léčbu FS [8]. Podle současných doporučení je farmakoterapie zvažována jako první krok v léčbě fibrilace síní. Nicméně invazivní přístupy nabývají stále většího významu. V určitých případech paroxysmální FS katetrizační [9], nebo dokonce i chirurgická ablace [10,11] mohou být využity jako metoda první volby [12]. Ačkoli je izolace plicních žil (PVI) základním kamenem v chirurgické léčbě paroxysmální FS, neexistuje žádný jednotný koncept v provádění ablačních linií u neparoxysmální fibrilace síní. Kvůli suboptimálním výsledkům obou metod, jak katetrizační [13], tak chirurgické ablace [14], u této podskupiny nemocných intervenční kardiologové a kardiochirurgové spojili síly a vyvinuli koncept hybridní ablace pro FS (kombinace endokardiální katetrizační a epikardiální chirurgické ablace). Cílem je maximalizovat účinek, tj. obnova SR, a minimalizovat rizika obou výkonů. Některé léze nastolené dr. Coxem v jeho technice maze III nemohou být vytvořeny epikardiálně, ale mohou být jednoduše provedeny endokardiálně. Tento hybridní přístup, který poprvé popsali dr. Pak a spol. [15] v roce 2007, se zdá být bezpečnou a účinnou metodou a vykazuje dobré výsledky u pacientů trpících všemi formami fibrilace síní [16]. Dostupná data jsou ale stále nedostatečná. Hybridní ablace je používána v širším měřítku teprve několik let. Absence doporučených postupů pro provádění této metody vede k používání různých přístupů a různému vedení léčby nemocných s jinou než paroxysmální fibrilací síní [16].

Metoda

Veškerá data byla získána s informovaným souhlasem všech pacientů. Do studie byli zahrnuti pacienti vyžadující

nefarmakologickou léčbu FS, kteří preferovali miniinvazivní chirurgický výkon, a konečně pacienti, u nichž v minulosti selhala katetrizační izolace plicních žil. Podle současných doporučení byli zahrnuti pouze ti pacienti se symptomatickou FS, u kterých nebylo dosaženo SR podáváním alespoň jednoho antiarytmika (AAD). Definice paroxysmální, perzistentní a dlouhodobě perzistentní FS, úspěchu či selhání ablace a způsob sledování po výkonu vycházela z doporučení Heart Rhythm Society (HRS)/European Heart Rhythm Association (EHRA) pro katetrizační a chirurgickou ablaci fibrilace síní [7]. Před chirurgickým výkonem podstoupili všichni nemocní klinické vyšetření, 12svodové EKG vyšetření, rtg srdce a plic a selektivní koronarografii, pokud byli starší 40 let. Možnost strukturálního onemocnění srdce, které by mohlo být příčinou FS, byla vyloučena pomocí transezofageálního echokardiografického vyšetření (TEE). Současně tak byla vyloučena patologie v oblasti ouška levé síně (LAA). Žádný pacient nepodstoupil předchozí kardiochirurgickou či nitrohrudní operaci. Vylučovacími kritérii byly předchozí operace srdce, komplexní neúspěšná katetrizační ablace v minulosti, předozadní rozměr levé síně (LS) větší než 60 mm. Detailně jsou předoperační charakteristiky nemocných uvedeny v tabulce 1.

Předoperační příprava

Podávání perorálních antikoagulantů bylo přerušeno tři dny před výkonem a pacienti byli převedeni na nízkomolekulární heparin po poklesu INR pod 2,0. Antarytmická terapie byla podávána po celou dobu hospitalizace. Před vlastním výkonem bylo provedeno TEE k vyloučení přítomnosti trombu v oušku levé síně a jiné strukturální patologie srdce. Všichni pacienti jako první krok podstoupili chirurgickou ablaci a v případě rekurence FS byla indikována další katetrizační ablace. Proto u šesti byla chirurgická ablace následována katetrizační ablací v období 30–90 dnů po operaci. Všichni pacienti byli

Tabulka 1 – Předoperační charakteristika souboru

Věk, roky (průměr ± SD)	63,3 ± 8,4
Ženy, n (%)	14 (45,2 %)
Diabetes mellitus, n (%)	4 (11,4 %)
Hypertenze, n (%)	19 (54,3 %)
Typ fibrilace síní	
Paroxysmální, n (%)	19 (54,3 %)
Dlouhodobě perzistující, n (%)	23 (75,2 %)
Rozměr LA, mm (průměr ± SD)	43,6 ± 8,4
EFLK, % (průměr ± SD)	51 ± 11,5

v rámci sledování vyšetření 3, 6 a 12 měsíců po operaci. Úspěch výkonu byl definován jako nepřítomnost FS, atriálního flutteru (AFL) nebo jiné síňové tachykardie trvající déle než 30 s, a to u pacientů s ukončenou antiarytmickou léčbou. U skupiny prvních 16 pacientů byla data o srdečním rytmu získána pomocí implantabilního biomonitorovacího systému (CareLink Network, Medtronic, Inc), který umožňuje online monitoraci EKG bez nutnosti návštěvy pacienta u lékaře. Pro vysokou pořizovací cenu se nakonec od tohoto způsobu monitorace ustoupilo. Zbýlých 15 pacientů podstoupilo 24hodinové EKG holterovské monitorování 3, 6 a 12 měsíců po výkonu. Všechny EKG záznamy a výpisy z biomonitoru hodnotil zkušený kardiolog. Antiarytmika byla pooperačně podávána všem pacientům. Přestože jsme doporučovali ukončení jejich podávání po třech měsících po ablaci, pokud nebyl záchyt supraventrikulární arytmie uvedené výše, řada pacientů pokračovala v jejich užívání na doporučení odesílajícího kardiologa. Antikoagulace byla zahájena podáváním nízkomolekulárního heparinu první pooperační den a podáváním perorálních antikoagulancií třetí den po výkonu. Dle doporučení bylo možné přerušit podávání perorálních antikoagulancií tři měsíce po výkonu, pokud byl pacient setrval v sinusovém rytmu a měl nízké riziko tromboembolií (skóre CHADS₂ < 2).

Naše technika

První krok – thorakoskopická perikardiální izolace plicních žil

- Výkon je prováděn v celkové anestezii s využitím selektivní intubace plic, jež umožňuje jednostrannou plicní ventilaci. Pacient je vleže na zádech s nafouknutou manžetou pod každou lopatkou pro možnost naklonění.
- Tři pracovní porty jsou zavedeny do pravé pleurální dutiny (1 × 5 mm, 2 × 10 mm). Perikard je otevřen vodorovně v dostatečné vzdálenosti nad frenickým nervem.
- Tupou preparací jsou otevřeny sinus obliquus a sinus transversus. Do obou sínů je zaveden flexibilní vodič, který je součástí setu Gemini-s pro thorakoskopické ablace.
- Další tři pracovní porty jsou zavedeny do levé pleurální dutiny (1 × 5 mm, 2 × 11 mm).
- Perikard je otevřen pod frenickým nervem.
- Oba flexibilní vodiče jsou vytaženy z portu v levé pleurální dutině. Na oba konce jsou napojeny konce ablačních kleští Gemini-s (Medtronic, Inc., Minneapolis, USA). Mírným tahem za vodiče z druhé strany jsou tyto kleště vsunuty okolo levostranných plicních žil a okolo části zadní stěny levé síně. Takto je vytvořena levostranná část izolace levé síně a box-léze. Ablaci opakujeme čtyřikrát na obou stranách.
- Používaným nástrojem k tvorbě lézí jsou bipolární radiofrekvenční kleště Gemini-s se zdrojem energie Cardioablate 68000 Generator. Tento přístroj umožňuje dávkovat energii dle vodivosti tkáně. Při poklesu impedance tkáně pod danou hodnotu je velmi vysoká pravděpodobnost transmurality lézí.
- Izolace pravostranných plicních žil a kompletizace box-léze je provedena opět přístupem zprava. Na konce vodičů, které jsou stále v obou sinech pod srd-

cem, se napojí konce kleští a stejně jako na levé straně se vytvoří linie vpravo.

Druhý krok – katetrizační endokardiální ablace

Dle protokolu by všichni pacienti, u kterých se objevila některá z výše uvedených supraventrikulárních tachyarytmií, měli podstoupit následně elektrofyzilogické vyšetření a dodatečnou endokardiální ablaci v období 30–90 dnů po operaci. Cílem je zhodnotit převodní blok již přítomných linií a dle potřeby doplnit další potřebné léze. Minimem je v případě nekontinuity epikardiálních lézí jejich doplnění.

Výsledky

V období od ledna 2014 do ledna 2016 na Kardiochirurgické klinice ve FN Olomouc podstoupilo 31 pacientů chirurgickou ablaci pro paroxysmální FS (n = 8, 25,8 %) a pro dlouhodobě perzistující FS (n = 23, 74,2 %). Následně jsme zrevidovali data od všech těchto pacientů s cílem zjistit charakter tohoto souboru nemocných a ověřit účinnost a bezpečnost naší metody. Průměrný věk nemocných činil 63,3 ± 8,4 roku s EFLK 51 ± 11,5 % a průměrnou velikostí levé síně 43,6 ± 8,4 mm. Po dokončení vlastní chirurgické epikardiální ablace se 26 pacientů spontánně převedlo na sinusový rytmus. Zbýlých pět pacientů vyžadovalo provedení elektrické kardioverze na operačním sále. Detailně jsou perioperační data uvedena v tabulce 2.

U všech pacientů byla dle plánu zahájena antikoagulace a podávání antiarytmik časně po operaci a v této medikaci bylo pokračováno nejméně tři měsíce od výkonu.

Z původního počtu 31 nemocných se jednoročního sledování dožilo třicet. Jedna nemocná zemřela čtyři měsíce po operaci na rychlou progresi malobuněčného karcinomu plic a byla vyřazena z analýzy. Průměrná doba sledování k lednu 2017 dosahovala 20,4 měsíce (rozsah 12–34 měsíců).

Při prvním vyšetření po třech měsících od chirurgické ablace nebyla u 20 pacientů (66,6 %) zachycena žádná ataka supraventrikulární tachykardie. Ze zbylých deseti nemocných šest podstoupilo katetrizační endokardiální ablaci. Dva nemocní pro síňový flutter a čtyři pro recidivu fibrilace síní. Jeden z těchto čtyř pacientů musel podstoupit endovaskulární reablaci pro selhání první katetrizační ablaci. Poslední čtyři pacienti odmítli z osobních důvodů další intervenci a byli dále léčeni pomocí strategie rate control.

Při jednoletém sledování 23 pacientů (76,6 %), kteří podstoupili pouze chirurgickou ablaci anebo hybridní ablaci, bylo trvale bez atak supraventrikulární arytmie, a to i při ukončené antiarytmické terapii.

Tabulka 2 – Perioperační data

Trvání operace	152,1 ± 36,7 min
Celková ztráta krve	472 ± 330 ml
Doba do extubace	9 ± 4,5 h
Pobyt na JIP	50 ± 37,5 h
Délka hospitalizace	6,26 ± 1,24 dne

Komplikace. Hospitalizační a 30denní mortalita byly nulové. Významné s výkonem související komplikace se vyskytly u čtyř nemocných (12,9 %). Nebylo nutné přerušit chirurgický výkon pro technické potíže. Jeden výkon byl konvertován na otevřený výkon ze sternotomie s nutností napojení na mimotělní oběh pro poraněná ouška levé síně při tupé preparaci v sinus obliquus. U jednoho nemocného se po výkonu vyvinula atrioventrikulární blokáda II. stupně s nutností implantace pacemakeru. V jednom případě byla provedena embolektomie z arteria femoralis superficialis vlevo pro tromboembolií a jednou byla nutná časná pooperační revize proemothorax, kde zdrojem byla poraněná a. intercostalis.

Diskuse

Izolace plicních žil (PVI) je základním kamenem perkutánní katetrizační ablace a stala široce akceptovanou metodou léčby symptomatických pacientů s fibrilací síní. Nicméně katetrizační ablace pro perzistentní a dlouhodobě perzistentní FS zůstává nadále výzvou pro intervenčního kardiologa. Samotná PVI ukazuje stále nízkou úspěšnost po první ablací, okolo 21 % v případě dlouhodobě perzistující fibrilace síní [17,18].

Na druhé straně došlo v posledních letech k výraznému rozvoji nových technologií k provádění miniinvasivních thorakoskopických výkonů, které mají sloužit jako alternativa k poměrně vysoce invazivní, ale zároveň vysoce účinné operaci maze [19]. Výsledky konkomitantně prováděné operace maze a výsledky sice miniinvasivní, ale na levou síň limitované epikardiální izolace plicních žil jsou stále předmětem diskusí [20,21].

Řešením se zdá tzv. hybridní přístup spojující thorakoskopickou epikardiální ablací a perkutánní katetrizační ablací [22,23]. Chirurg thorakoskopickým přístupem provede izolaci plicních žil a zadní stěny levé síně a při perkutánním endokardiálním výkonu se zhodnotí převodní blokádu lézí. V případě nekompletnosti epikardiálních lézí mohou být doplněny. Dále může elektrofyziolog vytvořit ablační linie v oblastech, které nejsou dosažitelné epikardiálně. Navíc hybridní přístup může potenciálně snížit rizika obou jednotlivých výkonů. Sníženo je riziko poranění srdce, protože elektrofyziolog vytvořil linie, které jsou obtížně dosažitelné pro chirurga (linie k mitrálnímu anulu a trikuspidálnímu isthmu). Další potenciální výhodou hybridního přístupu oproti prosté katetrizační ablací je možnost ablace gangliových plexů. Ačkoliv autonomní systém hraje důležitou roli v patofyziologii FS, v současnosti není dostatek důkazů podporujících systematickou ablací plexů jako součást léčebné strategie [24–29].

Konečně hybridní přístup umožňuje provést extenzivní mapování lézí. Během prosté chirurgické ablace není možné precizní zmapování triggerů nebo reentry okruhů, které se podílejí na vzniku a udržení fibrilace síní [14]. Přes rostoucí zájem o tuto metodu v posledních několika letech jsou data podporující její účinnost a bezpečnost stále nedostatečná. Publikované práce jsou limitovány především velikostí sledovaného souboru, dobou sledování a hodnocením klinických dopadů [29].

V této práci prezentujeme naše zkušenosti s hybridním přístupem k léčbě symptomatické FS, jenž kombinuje jak

thorakoskopickou epikardiální ablací, tak dle potřeby i katetrizační endokardiální ablací. Při průměrné době sledování $20,4 \pm 8,2$ měsíce bylo dosaženo úspěchu (tj. pacient bez zátěže FS a s ukončenou antiarytmickou terapií) u 76,6 % pacientů ($n = 23$): 77,2 % v případě perzistující FS ($n = 17$) a 75 % v případě paroxysmální FS ($n = 6$). Naše data jsou srovnatelná s výsledky publikovanými autory Gehi a spol. [27], kteří rovněž uvádějí úspěšnost hybridní epikardio-endokardiální ablace 63 % po chirurgické ablací a 70 % po následné katetrizační ablací, která byla provedena u 6 % nemocných.

Dále naše zkušenosti prokazují vysokou bezpečnost této metody. Jediné úmrtí v souboru nenastalo v souvislosti s naším výkonem ani vlastní fibrilací síní. Incidence závažných komplikací byla 12,9 %, přičemž jen jeden nemocný vyžadoval konverzi na otevřený výkon ze sternotomie a napojení na mimotělní oběh. Žádné další nežádoucí komplikace se v průběhu sledování nevyskytly.

Závěr

Thorakoskopická hybridní epikardiální a endokardiální ablace pro FS se zdá být účinnou metodou léčby FS a představuje důležitou alternativu léčby především perzistující izolované fibrilace síní. Naše zjištění však potřebují být podpořeny dalšími dlouhodobými studiemi.

Prohlášení autorů o možném střetu zájmů

Autoři otevřeně prohlašují, že nenastal žádný střet zájmů ve spojitosti s tímto článkem.

Financování

Žádné.

Prohlášení autorů o etických aspektech publikace

Prohlašujeme, že příprava tohoto rukopisu byla provedena podle všech etických standardů požadovaných časopisem *Cor et Vasa*.

Informovaný souhlas

Prohlašujeme, že pacienti zařazení do studie, jejichž výsledky publikujeme, nám poskytli informovaný souhlas.

Literatura

- [1] J. Heeringa, D.A. van der Kuip, A. Hofman, et al., Prevalence, incidence and lifetime risk of atrial fibrillation: the Rotterdam study, *European Heart Journal* 27 (2006) 949–953.
- [2] P.A. Wolf, R.D. Abbott, W.B. Kannel, Atrial fibrillation as an independent risk factor for stroke: the Framingham study, *Stroke* 22 (1991) 983–988.
- [3] C.K. Friedberg, *Diseases of the Heart*, 3rd ed., W.B. Saunders, Philadelphia, 1966.
- [4] P. Wood, *Disease of the Heart and Circulation*, 3rd ed., J.B. Lippincott Company, Philadelphia, 1968.
- [5] M.M. Scheinman, F. Morady, D.S. Hess, Catheter-induced ablation of the atrioventricular junction to control refractory supraventricular arrhythmias, *JAMA* 248 (1982) 851–855.
- [6] J.J. Gallagher, R. H. Svenson, J. H. Kasell, Catheter technique for closed-chest ablation of the atrioventricular conduction system, *New England Journal of Medicine* 306 (1982) 194–200.
- [7] J.L. Cox, The surgical treatment of atrial fibrillation. III. Development of a definitive surgical procedure, *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 101 (1991) 569–583.

- [8] M. Haïssaguerre, P. Jaïs, D.C. Shah, et al., Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins, *New England Journal of Medicine* 339 (1998) 659–666.
- [9] 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: a report of the Heart Rhythm Society (HRS) Task Force on Catheter and Surgical Ablation of Atrial Fibrillation, developed in partnership with the European Heart Rhythm Association (EHRA), a registered branch of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Cardiac Arrhythmia Society (ECAS); and in collaboration with the American College of Cardiology (ACC), American Heart Association (AHA), the Asia Pacific Heart Rhythm Society (APHRS), and the Society of Thoracic Surgeons (STS), *Heart Rhythm* 9 (2012) 632–696, e21.
- [10] J.L. Cox, N. Ad, T. Palazzo, Impact of the maze procedure on the stroke rate in patients with atrial fibrillation, *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 118 (1999) 833–840.
- [11] T. Weimar, S. Schena, M.S. Bailey, The cox-maze procedure for lone atrial fibrillation: a single-center experience over 2 decades, *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology* 5 (2012) 8–14.
- [12] P. Kirchhof, S. Benussi, D. Kotecha, ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS, *European Heart Journal* 37 (2016) 2893–2962.
- [13] T. Rostock, T. V. Salukhe, D. Steven, et al., Long-term single- and multiple-procedure outcome and predictors of success after catheter ablation for persistent atrial fibrillation, *Heart Rhythm* 8 (2011) 1391–1397.
- [14] R.J. Damiano, Surgical ablation of lone atrial fibrillation on the beating heart: the chaos continues, *Europace* 12 (2010) 297–298.
- [15] H.N. Pak, C. Hwang, H.E. Lim, Hybrid epicardial and endocardial ablation of persistent or permanent atrial fibrillation: a new approach for difficult cases, *Journal of Cardiovascular Electrophysiology* 18 (2007) 917–923.
- [16] L. Pison, S. Gelsomino, F. Lucà, et al., Effectiveness and safety of simultaneous hybrid thoracoscopic and endocardial catheter ablation of lone atrial fibrillation, *Annals of Cardiothoracic Surgery* 3 (2014) 38–44.
- [17] R. Pisters, C.B. de Vos, R. Nieuwlaet, et al., Use and underuse of oral anticoagulation for stroke prevention in atrial fibrillation: old and new paradigms, *Seminars in Thrombosis and Hemostasis* 35 (2009) 554–559.
- [18] H. Calkins, K.H. Kuck, R. Cappato, et al., HRS/EHRA/ECAS Expert consensus statement on catheter and surgical ablation of AF: recommendations for patient selection, procedural techniques, patient management and follow-up, definitions, endpoints, and research trial design, *Europace* 14 (2012) 528–606.
- [19] V.L. Sales, P.M. McCarthy, Minimally invasive surgery for atrial fibrillation, *Texas Heart Institute Journal* 37 (2010) 660–661.
- [20] M. La Meir, S. Gelsomino, F. Lucà, et al., Minimal invasive surgery for atrial fibrillation: an updated review, *Europace* 15 (2013) 170–182.
- [21] S. Gelsomino, M. La Meir, F. Lucà, et al., Treatment of lone atrial fibrillation: a look at the past, a view of the present and a glance at the future, *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* 41 (2012) 1284–1294.
- [22] S. Mahapatra, D.J. LaPar, S. Kamath, et al., Initial experience of sequential surgical epicardial-catheter endocardial ablation for persistent and long-standing persistent atrial fibrillation with long-term follow-up, *Annals of Thoracic Surgery* 91 (2011) 1890–1898.
- [23] M. La Meir, S. Gelsomino, F. Lucà, 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.
- [24] P. Schauerte, B.J. Scherlag, E. Patterson, et al., Focal atrial fibrillation: experimental evidence for pathophysiologic role of the autonomic nervous system, *Journal of Cardiovascular Electrophysiology* 12 (2001) 592–599.
- [25] G.M. De Ferrari, P.J. Schwartz, Autonomic nervous system and arrhythmias, *Annals of the New York Academy of Sciences* 601 (1990) 247–262.
- [26] P. Jaïs, S. Matsuo, S. Knecht, et al., A deductive mapping strategy for atrial tachycardia following atrial fibrillation ablation: importance of localized reentry, *Journal of Cardiovascular Electrophysiology* 20 (2009) 480–491.
- [27] A.K. Gehi, J.P. Mounsey, I. Pursell, et al., Hybrid epicardial-endocardial ablation using a pericardioscopic technique for the treatment of atrial fibrillation, *Heart Rhythm* 10 (2013) 22–28.
- [28] M. Zembala, K. Filipiak, O. Kowalski, et al., Minimally invasive hybrid ablation procedure for the treatment of persistent atrial fibrillation: one year results, *Kardiologia Polska* 70 (2012) 819–828.
- [29] 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.

Z anglického originálu online verze článku přeložil autor.