

# Vliv katetrizační zkušenosti a volby ablační energie na rozvoj katetrové ablace jako rutinní metody pro intermitentní a perzistentní fibrilaci síní

Renáta Nevřalová, Martin Fiala, Jan Chovančík, Henryk Szymeczek, Radek Neuwirth, Igor Nykl, Marian Branny

Oddělení kardiologie, Kardiocentrum, Nemocnice Podlesí a. s., Třinec, Česká republika

Nevřalová R, Fiala M, Chovančík J, Szymeczek H, Neuwirth R, Nykl I, Branny M (Oddělení kardiologie, Kardiocentrum, Nemocnice Podlesí a. s., Třinec, Česká republika). **Vliv katetrizační zkušenosti a volby ablační energie na rozvoj katetrové ablace jako rutinní metody pro intermitentní a perzistentní fibrilaci síní.** *Cor Vasa* 2006;48(6):227–232.

**Cíl:** Cílem sdělení je retrospektivní srovnání celkových a skiaskopických časů výkonu a počtu aplikací radiofrekvenční (RF) energie mezi třemi skupinami pacientů, kteří podstoupili katetrovou ablací pro intermitentní fibrilaci síní (FS).

**Metodika:** Z celkového počtu 372 ablačních výkonů u 282 pacientů bylo do analýzy zahrnuto 161 prvních výkonů u 161 pacientů (31 Ž) průměrného věku  $54,7 \pm 9,7$  let. Tito pacienti podstoupili katetrovou ablací, jejímž základem byla izolace plicních žil pomocí elektroanatomicky navigovaných obkružujících lézí, případně doplněných o lineární léze v levé síni. Pro hodnocení byli pacienti zařazeni do tří skupin. Ve skupině 1 bylo 56 pacientů (10 Ž) (věk  $52,8 \pm 9,7$  let), u nichž byla ablace provedena v letech 2001–2003 standardním 7 F katetrem se 4mm koncovou elektrodou. Ve skupině 2 byla v roce 2004 provedena ablace u 53 pacientů (9 Ž), věk  $54,3 \pm 9,9$  let, 7,5 F katetrem s 3,5mm chlazenou koncovou elektrodou s průtokem 2 ml/min. Ve skupině 3 byla ablace provedena u 52 pacientů (12 Ž), věk  $57,1 \pm 9,2$  let, 7,5 F katetrem s 3,5mm chlazenou koncovou elektrodou s průtokem 5 ml/min.

**Výsledky:** Byl zaznamenán signifikantní rozdíl v celkovém času výkonu (min) mezi skupinou 1 a 2 ( $280,2 \pm 41,9$  vs.  $262,1 \pm 44,5$ ;  $p = 0,02$ ) a skupinou 2 a 3 ( $262,1 \pm 44,5$  vs.  $218,1 \pm 43,3$ ;  $p < 0,001$ ) a také významný rozdíl ve skiaskopickém čase (min) mezi skupinou 1 a 2 ( $46 \pm 14,8$  vs.  $35,7 \pm 9,1$ ;  $p < 0,001$ ) a skupinou 2 a 3 ( $35,7 \pm 9,1$  vs.  $20,7 \pm 5,7$ ;  $p < 0,001$ ).

**Závěr:** Nabyté zkušenosti s prováděním metody a vývoj způsobu podávání RF energie vedly k signifikantnímu zkrácení celkových a skiaskopických časů výkonu a umožnily provádění ablace pro FS, jako nejčastější arytmiie rutinním a bezpečným způsobem.

**Klíčová slova:** Katetrová ablace – Intermitentní fibrilace síní – Elektroanatomické mapování a navigace – Čas výkonu – Skiaskopický čas

Nevřalová R, Fiala M, Chovančík J, Szymeczek H, Neuwirth R, Nykl I, Branny M (Department of Cardiology, Kardiocentrum, Nemocnice Podlesí a. s., Třinec, Czech Republic). **The effect of experience with catheterization and selection of ablation energy on the development of catheter ablation as a routine method for intermittent and persistent atrial fibrillation.** *Cor Vasa* 2006;48(6):227–232.

**Aims:** The aim of our study was a retrospective comparison of total and fluoroscopy times, and the number of radiofrequency (RF) energy applications in 3 groups of patients undergoing catheter ablation for intermittent atrial fibrillation (AF).

**Methods:** Out of a total of 372 ablation procedures in 282 patients, the first 161 ablation procedures in 161 patients (31 F) aged  $54.7 \pm 9.7$  years were included into the analysis. These patients underwent catheter ablation based on full pulmonary vein isolation using electroanatomically navigated circumferential lesions, possibly complemented by left atrial linear lesions in many patients. For analysis, the patients were divided into 3 groups. Group 1 consisted of 56 patients (10 F), aged  $52.8 \pm 9.7$  years, in whom the ablation was performed in 2001–2003 using a standard 7 F catheter with a 4-mm tip electrode. In Group 2, the ablation was performed (in 2004) in 53 patients (9 F), aged  $54.3 \pm 9.9$  years, using a 7.5 F catheter with a 3.5-mm cooled-tip electrode and a flow rate of 2 ml/min. In Group 3, the ablation was performed (over the first 9 months of 2005) in 52 patients (12 F), aged  $57.1 \pm 9.2$  years, using a 7.5 F catheter with a 3.5-mm cooled-tip electrode and a flow rate of 5 ml/min.

**Results:** A significant decrease was found in total procedure time (mins) between Groups 1 and 2 ( $280.2 \pm 41.9$  vs.  $262.1 \pm 44.5$ ;  $p = 0.02$ ), and between Groups 2 and 3 ( $262.1 \pm 44.5$  vs.  $218.1 \pm 43.3$ ;  $p < 0.001$ ); there was also a significant decrease in fluoroscopy time (mins) between Groups 1 and 2 ( $46 \pm 14.8$  vs.  $35.7 \pm 9.1$ ;  $p < 0.001$ ) and between Groups 2 and 3 ( $35.7 \pm 9.1$  vs.  $20.7 \pm 5.7$ ;  $p < 0.001$ ).

**Conclusion:** The experience gained from performing ablation and advances in the technique of delivery of RF energy led to a significant decrease in total and fluoroscopy times, and allowed performing ablation of AF as the most prevalent arrhythmia in a routine and safe manner.

**Key words:** Catheter ablation – Intermittent atrial fibrillation – Electroanatomical mapping and navigation – Procedure time – Fluoroscopy time

**Adresa:** MUDr. Renáta Nevřalová, Oddělení kardiologie, Kardiocentrum, Nemocnice Podlesí a. s., Hraniční 457, 739 61 Třinec, Česká republika, e-mail: renata.nevralova@nempodlesí.cz

## ÚVOD

Katetrová ablace se v současnosti stává rutinní metodou v léčbě fibrilace síní (FS). Metoda se rozvíjí ve dvou aspektech. Jednak se ověřuje role jednotlivých zobrazovacích metod, typů katetrů a ablační energie pro rutinní používání. Současně se hledá optimální ablační strategie, která by příznivě ovlivnila jak spouštěcí faktory, tak i patofyziologické mechanismy, které se podílejí na udržování arytmie. Historicky se vedle sebe vyvíjely dvě metody ablace pro intermitentní fibrilaci síní (IFS) – prostá izolace plicních žil (PŽ) ověřená konvenčním mapováním v plicních žilách a elektroanatomicky navigované obkružující léze kolem ústí PŽ bez kontroly kvality izolace PŽ cirkulárním katetrem.<sup>(1,2)</sup> V poslední době se obě metody sbližují ve své kombinaci.<sup>(3,4)</sup>

V tomto sdělení prezentujeme vývoj kombinované metody konvenčně hodnocené izolace PŽ, prováděné pomocí širokých elektroanatomicky navigovaných obkružujících lézí, případně doplněné lineárními lézemi v levé srdeční síní. Cílem sdělení je retrospektivní srovnání jednotlivých parametrů ablačních výkonů a jejich bezpečnosti ve třech vývojových obdobích. Výsledkem těchto srovnání je vyhodnocení vlivu zkušenosti s prováděním metody a vlivu použití jednotlivých modifikací aplikace radiofrekvenční (RF) energie na rozvoj katetrové ablace FS na pracovišti, kde se FS stala nejčastější arytmií, řešenou ve velkém objemu katetrovou ablací.

## METODIKA

### Soubor pacientů

Do analýzy bylo retrospektivně zahrnuto 161 prvních ablačních výkonů u 161 pacientů (31 žen) průměrného věku  $54,7 \pm 9,7$  (21–79) let z celkového počtu 372 ablačních výkonů pro FS u 282 pacientů. Analýza byla provedena u pacientů s IFS a pacientů s perzistentní FS (*tabulka I*). Pacienti s perzistentní FS jsou dále pro analýzu zahrnuti do skupiny pacientů s IFS). Hodnoceny byly pouze první ablační výkony. Analyzovaly se jen výkony, jejichž základem

byla izolace plicních žil provedená pomocí elektroanatomicky navigovaných obkružujících RF lézí. U mnoha těchto pacientů byly současně provedeny přídatné lineární RF léze různého rozsahu.

Vyloučení byli pacienti, u nichž se řešila permanentní (chronická) FS (názvosloví FS použité ve vztahu ke studovanému souboru pacientů vyjadřuje *tabulka I*) (76 výkonů u 62 pacientů) a vyloučeny byly všechny opakované výkony u IFS (76 výkonů u 71 pacientů). Do hodnocení nebyly zahrnuty výkony, kde byla izolace PŽ provedena v prvním období jen konvenčním způsobem (60 výkonů u 60 pacientů).

Všichni pacienti měli epizodu FS alespoň jednou měsíčně, většina z nich několikrát do týdne a/nebo dokonce denně. Několik pacientů přišlo k ablaci s perzistující FS (*tabulka I*). Indikace k ablaci se řídila zvláště symptomy, dále riziky či nepohodlím užívání warfarinu, pracovním zařazením, sportovními a jinými aktivitami a rezistencí na antiarytmickou léčbu (podrobnosti jsou uvedeny v *tabulce II*). Mezi nejčastější subjektivní potíže patřily: pocity únavy, nevykonnost, námahová dušnost, palpitace, hrudní dyskomfort a pocení. Někteří pacienti zaznamenali i presynkopy či synkopy, jiní naopak měli minimální subjektivní obtíže, ale k výkonu se rozhodli s ohledem na hrozící ztrátu zaměstnání v důsledku samotné arytmie či užívání warfarinu (řidiči, fyzická práce s rizikem poranění apod.).

Srovnání bylo provedeno mezi třemi skupinami pacientů. Skupinu 1 tvořili pacienti, u nichž v letech 2001 až 2003 byla provedena ablace 7 F katetrem se standardní 4mm koncovou elektrodou (Navistar, Biosense Webster, Diamond Bar, USA). Do skupiny 2 byli zařazení pacienti u nichž se v roce 2004 provedla ablace 7,5 F katetrem se 3,5mm chlazenou koncovou elektrodou (Navistar Thermocool, Biosense Webster, Diamond Bar, USA) s nízkým proplachem 2 ml/min. Ve skupině 3 byli pacienti, u nichž byla v lednu až září 2005 provedena ablace 7,5 F katetrem se 3,5mm chlazenou koncovou elektrodou (Navi Star Thermocool, Biosense Webster, Diamond Bar, USA) se zvýšeným proplachem 5 ml/min. Klinické charakteristiky pacientů v jednotlivých skupinách jsou uvedeny v *tabulce II*.

### Elektrofyzilogické vyšetření

K elektrofyzilogickému vyšetření se žilními vstupy zaváděly tři katetry, jeden 10polární diagnostický katetr do koronárního sinu (Daig) a po dvojité transseptální punkci jeden mapovací/ablační katetr (7 F NaviStar nebo 7,5 F NaviStar Thermocool, Biosense Webster, Diamond Bar, USA) a jeden cirkulární katetr k mapování PŽ (Lasso, Cordis Webster nebo Spiral, Daig, Minnetonka, USA) od levé srdeční síně a PŽ. U všech pacientů se provedla elektroanatomická rekonstrukce levé srdeční síně a PŽ. Následně byly PŽ zobrazeny přímou angiografií ke zhodnocení průměru a lokalizace ústí a pro přímé srovnání polohy cirkulárního katetru. Do září 2002 se v případě běžící FS prováděla elektrická kardioverze na sinusový rytmus, později se v takovém případě prováděla ablace při FS, resp. zvláště u pacientů s FS závislou na arytmogenním substrátu v levé srdeční síní, někdy vyvolávala arytmie na počátku výkonu stimulací síní. Ablace flutteru síní I. typu se prováděla vždy, pokud

Tabulka I

Klasifikace FS použitá ve vztahu ke katetrové ablací

FS intermitentní	FS, která při dané antiarytmické terapii spontánně začíná a končí, jednotlivé epizody obvykle trvají několik minut až několik dní
FS perzistentní	FS, která při dané antiarytmické terapii po svém vzniku spontánně nekončí a je ukončena až při ablací, která v době ablaci trvá více než 7 dní a méně než 6 měsíců, přičemž před vznikem perzistující epizody měla prokazatelně intermitentní charakter
FS permanentní (chronická)	FS, která trvá v době ablaci více než 6 měsíců, je rezistentní na amiodaron (pokud není kontraindikován nebo nevhodný) a je rezistentní na elektrickou kardioverzi, resp. po elektrické kardioverzi časné (do sekund až 7 dní) recidivuje

FS – fibrilace síní

**Tabulka II**  
Klinické charakteristiky souborů pacientů

	<b>Skupina A</b>	<b>Skupina B</b>	<b>Skupina C</b>	<b>p</b>
Soubor pacientů (Ž)	56 (10)	53 (9)	52 (12)	NS
Věk (roky)	52,8 ± 9,7 (21–74)	54,3 ± 9,9 (26–71)	57,1 ± 9,2 (39–79)	NS
FS denně	31 (55 %)	32 (60 %)	29 (56 %)	NS
FS týdně	50 (89 %)	48 (91 %)	46 (88 %)	NS
FS perzistující	2 (4 %)	3 (6 %)	5 (10 %)	NS
Antiarytmika I a III. třídy	4,2 ± 1,4 (2–8)	4,4 ± 1,6 (2–6)	4 ± 1,5 (1–7)	NS
Amiodaron	30 (54 %)	30 (57 %)	29 (56 %)	NS
EF LK (%)	60,1 ± 4,4 (45–70)	61 ± 4,6 (40–70)	59,6 ± 4,8 (40–70)	NS
LS (mm)	39,5 ± 5,2 (27–50)	40,2 ± 6,0 (35–54)	41,1 ± 5,9 (32–55)	NS

Ž – ženy; FS – fibrilace síní, EF LK – ejekční frakce levé komory, LS (příčný rozměr levé síně)

tato arytmie byla dokumentována, a u většiny ostatních pacientů. Mnoho pacientů podstoupilo ablaci pro flutter síní I. typu dříve.

Kvalita izolace PŽ se hodnotila cirkulárním katetrem, který byl umístěn do co nejstabilnější polohy v PŽ. Po vymizení elektrických signálů v daném místě PŽ se pak cirkulárním katetrem mapovaly proximálnější úseky ústí, resp. celého antra PŽ. Cirkulární katetr se postupně po dokončení izolace jedné PŽ zavedl do další PŽ, takto byly postupně zmapovány a izolovány všechny PŽ.

#### Katetrová ablace

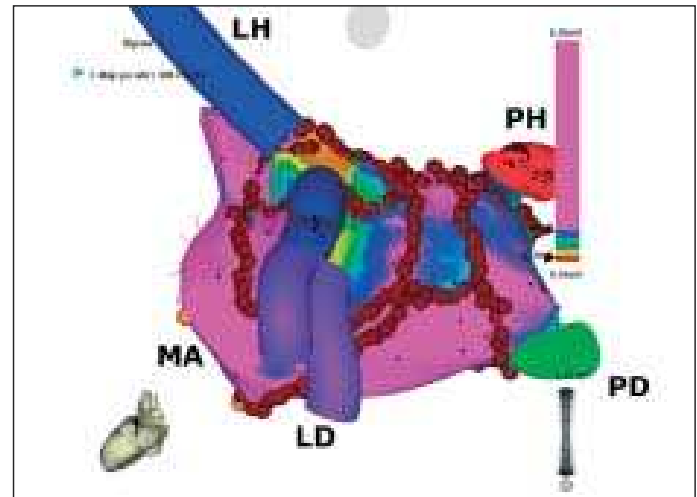
Elektroanatomická rekonstrukce levé síně a PŽ se využila k trojrozměrné navigaci ablačního katetru a k vytvoření široké souvislé obkružující RF léze kolem obou anter stejnostranných plicních žil. Tato léze byla případně doplněna lineární lézí jdoucí rozhraním obou žil, zvláště, pokud byly uloženy dále od sebe. Po dosažení izolace v horní PŽ byl cirkulární katetr přemístěn do dolní PŽ, a pokud nebyla její izolace po předchozím obkroužení úplná, byly dohledávány převodní mezery v obkružující lézi a dokončena její izolace. Při ablaci druhostranných plicních žil se postupovalo stejně.

Obkružující léze s izolací plicních žil byly vždy základem ablační strategie. S rozvojem metody byly často doplňovány o přídatné lineární léze v následujícím pořadí. První byla lineární léze, jež spojovala levou obkružující lézi od levé dolní PŽ přibližně k posterolaterálnímu aspektu mitrálního prstence. Druhá lineární léze spojovala obě obkružující léze ve stropě levé síně. Třetí lineární léze spojovala obě obkružující léze na zadní stěně dole mezi dolními PŽ. Čtvrtá lineární léze spojovala pravou dolní PŽ s posteriorním aspektem mitrálního anulu. Pátá lineární léze byla vedena anteriorní stěnou kolem ouška od mitrálního prstence do stropu levé síně. Šestá lineární léze spojovala anteriorní aspekt pravé horní PŽ s foramen ovale (obrázek 1).

Cílovým momentem aplikace RF energie v individuálním místě bylo snížení lokálního potenciálu nejméně na 25 % původní hodnoty, resp. jeho vymizení, což byl také hlavní hodnotící moment při vytváření aditivních lineárních lézí.

Cílovým momentem výkonu byla plná izolace všech žil, tj. úplné přerušení vedení napříč ablačními lézemi mezi myokardem levé síně a myokardem ve stěně plicních žil.

Dalším cílovým momentem bylo u pacientů s běžící FS ukončení arytmie a nastolení sinusového rytmu.



**Obr. 1** Ablační strategie v levé srdeční siní v léčbě fibrilace síní

Pohled na elektroanatomickou rekonstrukci levé srdeční síně zezadu (A) a zepředu (B). Hnědé body, kódující místa aplikace radiofrekvenční energie, vyznačují obkružující léze kolem plicních žil a přídatné lineární léze. Uvedená komplexní ablační strategie byla používána hlavně u pacientů s chronickou fibrilací síní (FS) a u pacientů s intermitentní FS a preexistujícími vazivovými změnami v levé siní. U pacientů bez strukturálního poškození srdce s intermitentní FS byly vždy provedeny obkružující léze a jedna až tři základní lineární léze. Podrobnosti jsou v textu. V barevném spektru je vyjádřena voltážová mapa levé síně, červená barva kóduje místa s elektrickým potenciálem menším než 0,2 mV, fialová barva kóduje místa s elektrickým potenciálem větším než 1 mV.

LH – levá horní plicní žila, PH – pravá horní plicní žila, MA – anulus mitrální chlopně, LD – levá dolní plicní žila, PD – pravá dolní plicní žila

Případným dalším cílovým momentem výkonu byla nevyvolatelnost FS nebo jiné síňové tachyarytmie. Tento cílový moment se využíval především u pacientů s podezřením na FS, závislou na arytmogenním substrátu v myokardu levé síně (pacienti s vazivovou přeměnou levé síně a malou aktivitou plicních žil). U těchto pacientů byla FS, resp. reziduální levosíňová monomorfní makroreentry tachykardie, záměrně vyvolávána s cílem ji ukončit při ablaci a dosáhnout její nevyvolatelnosti.

Při vyšetření byly intrakardiální bipolární elektrokardiogramy filtrované v pásmu 30–400 Hz zaznamenávány v digitální formě na mnohakanálovém registračním zařízení (Cardiolab System–Prucka GE Medical System, Milwaukee, USA). Elektrokardiografické bipolární signály získané při elektroanato-



**Tabulka III**  
Zastoupení přídatných lineárních lézí v pravé (flutter síní I) a levé síní

	FLS I	Bez LL	Celkem LL	1 LL	2 LL	3 LL	4 LL	6 LL
Skupina 1	30	36	53	6	4	5	3	2
Skupina 2	34	7	130	10	20	20	2	2
Skupina 3	32	4	164	2	0	34	6	6

FLS I – flutter síní I. typu, LL – lineární léze

mickém mapování, filtrované v pásmu 10–400 Hz, byly zaznamenány na systému CARTO (Biosense Webster, Diamond Bar, USA). Jako zdroj RF energie byl použit generátor Stockert (Biosense Webster, Diamond Bar, USA). Katetrová ablace při použití nechlazeného katetru byla teplotně řízena s nastavením maximálních hodnot do 60 °C a 35 W. Při použití katetru s chlazenou koncovou elektrodou s nízkým průtokem 2 ml/min byla ablace řízena kombinací teplotního limitu 56 °C a limitu výkonu 35 W. Při použití katetru s chlazenou koncovou elektrodou s průtokem 5 ml/min byla ablace řízena výkonem s maximálním nastavením výkonu 45 W a teploty 50 °C.

### Statistické hodnocení

Číselné hodnoty byly vyjádřeny jako průměr ± směrodatná odchylka. Číselné hodnoty mezi jednotlivými skupinami byly srovnány pomocí nepárového *t*-testu na střední hodnotu. Nečíselné hodnoty mezi skupinami byly srovnány pomocí  $\chi^2$  testu s Yatesovou korekcí.

### VÝSLEDKY

Ablační výkony byly dokončeny v plném rozsahu u všech pacientů. Žádný z těchto výkonů nebyl komplikován srdeční tamponádou či jen výlevem krve do perikardu, atrio-ezofageální píštělí, závažnou embolickou příhodou či jinou závažnou komplikací s následky. Tříkrát byla zaznamenána tranzitorní embolická příhoda (embolizace do mozku či věnčité tepny s ústupem symptomů do několika minut včetně negativní koronarografie) a tyto výkony byly dokončeny v plném rozsahu po úpravě antikoagulační léčby; několikrát bylo zaznamenáno krvácení z míst zavedení sheathů, většinou bez nutnosti chirurgické intervence. Mezi jednotlivými skupinami nebyl rozdíl v zastoupení pacientů, u nichž byla současně provedena katetrová ablace reentry okruhu pro flutter síní I. typu s vytvořením úplné převodní blokády kavo-trikuspidálního můstku. Postupně se snižoval počet pacientů, u nichž nebyla připojena žádná lineární léze v levé srdeční síní, a zvyšoval se celkový počet lineárních lézí, které byly v jednotlivých skupinách provedeny. S vývojem metody se měnila kombinace lineárních lézí s trendem ke standardnímu provádění tří lineárních lézí. Ve třetí skupině se zvýšilo zastoupení 4 až 6 lineárních lézí souvisejících se změnou spektra pacientů s vyšším zastoupením pacientů s FS závislé na arytmogenním substrátu (tabulka III).

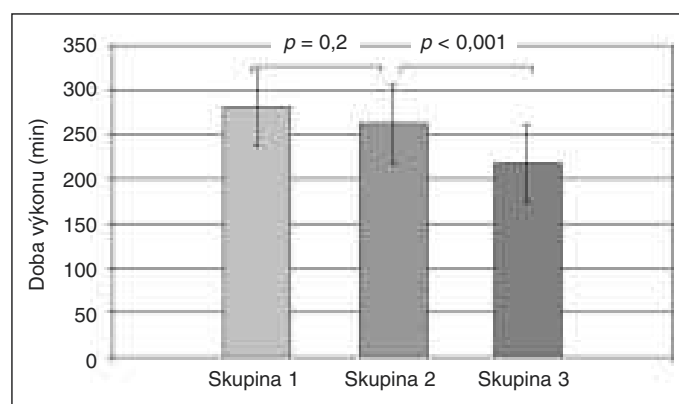
Srovnání hlavních parametrů neprokázalo významný rozdíl v počtu aplikací RF energie mezi jednotlivými skupinami. Statisticky významné snížení celkového času výkonu i skiaskopického času byl zaznamenán mezi skupinami 1 a 2 a skupinami 2 a 3 (a potažmo mezi skupinami 1 a 3), obrázky 2, 3, 4, tabulka IV.

Žádný z uvedených výkonů nebyl komplikován srdeční tamponádou s nutností perikardiocentézy ani vý-

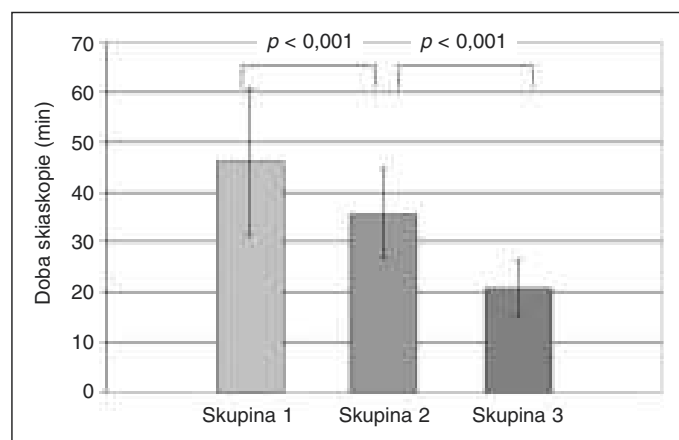
**Tabulka IV**  
Srovnání celkového a skiaskopického času výkonu a počtu RF aplikací

	Skupina 1	Skupina 2	Skupina 3
Čas výkonu (min)	280,2 ± 41,9 (190–360)	262,1 ± 44,5 (150–360)	218,1 ± 43,3 (120–360)
Skiaskopie (min)	46 ± 14,8 (17–75)	35,7 ± 9,1 (20–53)	20,7 ± 5,7 (11–43)
Počet RF aplikací	68,4 ± 17,7 (41–108)	69,3 ± 17 (32–110)	65,1 ± 21,9 (20–121)

RF – radiofrekvenční

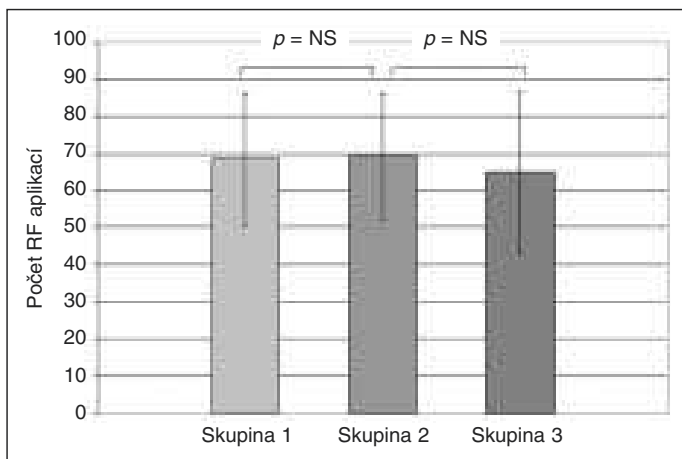


**Obr. 2** Srovnání průměrných celkových časů výkonu mezi skupinami



**Obr. 3** Srovnání průměrných skiaskopických časů výkonu mezi skupinami

znamným perikardiálním výpotkem. Nebyl zaznamenán vznik atrio-ezofageální fistuly. U žádného pacienta nedošlo ke vzniku plicní hypertenze v důsledku významné stenózy plicních žil. U těch pacientů, u nichž byla provedena kontrola plicních žil bezprostředně angiograficky, resp. pomocí jícnové echokardiografie s odstupem jednoho měsíce, resp. obojím způsobem, nebyla zachycena stenóza plicní žíly přesahující 50 % původního průměru. Ve skutečnosti zúžení ústí plicní žíly o více než



Obr. 4 Srovnání průměrného počtu RF aplikací mezi skupinami

25 % původního průměru bylo zaznamenáno jen ve 4 případech. Ve skupině 2 a 3 se vyskytla jedna embolická příhoda s tranzitními symptomy. V jednom případě byla suspektní embolizace do koronární tepny spojená s tranzitní elevací segmentu ST, ale bezprostřední koronarografie již byla negativní a v druhém případě vznikla tranzitní porucha visu. Obě příhody měly prchavý charakter, řešily se úpravou antikoagulační léčby a oba výkony byly úspěšně dokončeny.

## DISKUSE

### Celkový čas a skiaskopický čas výkonu a počet aplikací RF energie

Výsledky retrospektivní analýzy ukazují, že narůstající zkušenosti s metodou společně s aplikací RF energie, zvyšující rozsah a zvláště hloubku ablační léze, vedly k signifikantnímu zkrácení celkového a skiaskopického času výkonu. Přitom ablační strategie se s časem vyvíjela směrem ke komplexnější metodě, v níž bylo v každém následujícím období prováděno podstatně více lineárních lézí v levé srdeční síni než v období předchozím.

Celkový čas a skiaskopický čas výkonu se výrazně zkrátily především ve třetím období (z 262 na 218 min, resp. ze 36 na 21 min,  $p < 0,001$ ). Je to důsledek nabytých předchozích zkušeností s ablační strategií, která byla od počátku v základních rysech jednotná a v jednotlivostech byl její rozsah přizpůsobován klinickému a elektrofysiologickému nálezu. Oba časy se významně zkrátily i navzdory skutečnosti, že ablační strategie se postupně stávala ve své nadstavbě složitější a v každém následujícím období narostlo množství přídatných lineárních lézí. Výsledek nebyl ovlivněn současnou ablací reentry okruhu pro flutter síní I. typu, neboť zastoupení pacientů s ablací pro tuto arytmiu se mezi skupinami významně nelišilo.

Počet aplikací RF energie se v jednotlivých obdobích nelišil, přesto je třeba vidět tento náleze ve vztahu k narůstajícímu počtu přídatných lineárních lézí (53, resp. 130, resp. 164 v obdobích 1, resp. 2, resp. 3), v tomto kontextu se počet aplikací RF energie na dokončení jednotky délky obkružující, resp. lineární, zásadně snížil.

V prezentovaných výsledcích se odráží narůstající znalost anatomie levé srdeční síně a PŽ a schopnost manévrovat katetr bez skiaskopické kontroly do všech potřebných míst. Vytvoření elektroanatomické ma-

py levé síně a PŽ v současnosti trvá kolem 20 minut a představuje minimální časovou ztrátu. Přitom je nutné přesně rekonstruovat i hůře dostupné části levé síně, zvláště síňovou přepážku a přilehlé oblasti, především mají-li být vytvořeny komplexní lineární léze. Neméně důležité je navádění ablačního katetru kontinuálním tahem podél zamýšlených souvislých lézí a udržet jej ve stabilní poloze na místě po potřebnou dobu. Dalším faktorem je vyšší rychlost, s jakou vzniká dostatečně hluboká ablační léze při použití chlazené koncové elektrody a současně menší bolestivost při aplikaci RF energie, na což má zjevně vliv chlazení koncové elektrody (průtok fyziologického roztoku).

### Použití ablačního katetru s chlazenou koncovou elektrodou

V průběhu 4letých zkušeností s ablací pro FS se ve třech etapách změnil způsob s nímž byla ablační energie podávána. V prvním období se používala teplotně řízená ablace standardní 7 F katetrem se 4mm koncovou elektrodou, jejíž hlavní nevýhodou je omezená velikost RF ablační léze. S chlazenou koncovou elektrodou je možné především dosáhnout hlubší ablační léze a ochlazování a omývání endokardiálního povrchu současně brání vzniku krevního koagula a karbonizace na konci katetru.<sup>(5-7)</sup> Přestože původní studie dospěly k doporučení používat při ablací v síních průtoky rychlejší (kolem 10–20 ml/min), přičemž je ablace řízena maximálním výkonem, na základě jiných studií jsme se rozhodli pro používání nízkého průtoku 2–5 ml/min.<sup>(8-10)</sup> Důvodem byla především skutečnost, že jsme si chtěli vytvořit vlastní úsudek a zkušenost s použitím chlazených elektrod, navázat kontinuálně na zkušenosti se standardní elektrodou a omezit na minimum riziko perforace myokardu, perikardiální efuze a tamponády.

Na základě vlastních zkušeností lze považovat použití 7,5 F elektrody s 3,5mm koncovou elektrodou při chlazení 2 ml/min za metodu bezpečnou, s potenciálem pro vznik hlubší léze. Při použití výše uvedených výkonových a teplotních limitů docházelo střídavě k dosahování maximální hodnoty výkonu i teploty a karbonizace na koncové elektrodě vznikala zřídka, nicméně tento fenomén nebyl eliminován zcela. Tento typ RF ablace lze považovat za kombinaci teplotně i výkonově řízené ablace. Použití průtoku 5 ml/min ve třetím období výrazně zkrátilo dobu nutnou pro dosažení redukce či vymizení lokálního potenciálu (tj. pro vytvoření transmuralní či téměř transmuralní léze) a při použití výkonu do 40 W nebylo prakticky nikdy dosaženo 50 °C teplotního limitu, takže v tomto rozmezí lze ablací považovat za čistě výkonově řízenou. Současně nebyla při tomto výkonovém limitu pozorována karbonizace na konci katetru.

### Vývoj ablační strategie

Vývoj ablační strategie výrazně souvisel se rozrůstajícím se spektrem pacientů s různým klinickým a patofyziologickým profilem arytmií a s postupným rozvojem cílového momentu ablace. Pacienti, kteří podstupovali ablací v prvním období, měli častěji frekventní epizody intermitentní arytmií s jasnou rolí spouštěcích faktorů v PŽ a minimální účastí arytmogenního substrátu ve vlastním myokardu levé srdeční síně. U těchto pacientů je ablace kolem antra PŽ s jejich úplnou izolací účinnou metodou a není obvykle nutné ji rozšiřovat o další ablační strategie. Přesto

u pacientů bez výraznějšího strukturálního poškození srdce s aktivitou mohou mít základní lineární léze zvláštní význam. Spouštěcí ektopická aktivita nemusí vycházet z nitra PŽ, ale až z jejího antra, často v posteriorní oblasti, kde se anatomicky přibližují antra pravostranných a levostranných PŽ. Proto široké obkružující léze, případně doplněné o horní a dolní spojení, mohou mít význam v izolaci těchto tzv. extraostálních ektopických ložisek. Souvislé obkružující a spojující lineární léze přetínají preventivně případné nové reentry okruhy, které mohou vzniknout následkem ablace zaměřené jen na obkroužení plicních žil.<sup>(11,12)</sup>

V současné době se zvyšuje zastoupení pacientů, u nichž nacházíme minimální aktivitu v PŽ a současně výrazné vazivové změny v levé srdeční síní. U těchto pacientů má FS složitější patofyziologické mechanismy, v nichž se na udržování arytmiie výrazněji podílí vlastní myokard síní. Patří sem především pacienti s chronickou FS, ale také pacienti s FS intermitentní, kteří mají „nízkovoltážovou“ vazivově změněnou levou síň v důsledku základního strukturálního poškození srdce nebo z nejasných příčin. V těchto případech izolace PŽ většinou nestačí k eliminaci arytmiie a je třeba přerušit všechny potenciální reentry okruhy v jiných oblastech levé síně.<sup>(13)</sup>

Rozsah ablační strategie byl také ovlivněn vývojem cílového momentu ablace. Bez ohledu na trvání arytmiie a (ne)přítomnost strukturálního poškození srdce je vždy základním cílovým momentem výkonu úplná izolace PŽ. Se zjištěním, že naprostá většina běžících epizod intermitentní FS se ukončí s izolací některé z PŽ, lze předpokládat, že pokud plná izolace všech PŽ nevede k ukončení arytmiie, jsou její příčiny pravděpodobně širší a je vhodné je ovlivnit zásahem do substrátu pomocí lineárních lézí a dosáhnout ukončení arytmiie. Širší ablační strategie byly téměř výlučně používány při ablaci perzistentních či chronických forem arytmiie, u pacientů se zjevnou preexistující vazivovou přestavbou levé síně a při opakovaných ablacích.

## Komplikace

Žádný z uvedených výkonů nebyl spojen se závažnou komplikací, která by vedla k přímému ohrožení života nebo by byla spojena s trvalými následky. Postupné zvyšování intenzity chlazení a dodržování bezpečnostních limitů podávané energie umožnily získat zkušenosti s používáním katetrů s chlazenou koncovou elektrodou, u nichž je velikost ablační léze mnohem hůře odhadnutelná, aniž by vznikla významná perikardiální efuze. Riziko zúžení plicních žil se při ablaci, nikoli v ústí tubulární části žíly, ale již kolem nálevkovitě utvářeného antra jednostranných žil, snižuje prakticky k nule. Riziko embolizační příhody je relativně nejvyšší, naštěstí při účinné antikoagulační léčbě jde obvykle patrně o čerstvě se vytvářející krevní sraženiny, které se rychle rozpouštějí. Svědčí pro to prchavost příznaků a negativní nález časných koronografií v jednom případě tohoto souboru a ve dvou dalších jiných výkonech nepublikovaných v tomto článku.

## ZÁVĚR

Zkušenosti získané při 372 výkonech, v nichž byla použita stupňovaná ablační strategie se stálými základními principy společně s postupným nabýváním

vlastních zkušeností, s modifikovanými způsoby podávání RF energie, vedly k zavedení katetrové ablace pro FS do elektrofyzilogické praxe jako rutinní a bezpečné metody s přijatelným skiaskopickým časem. Výsledky přeznamenávají období, v němž začíná ablace pro FS siní představovat hlavní problematiku invazivní klinické elektrofyzilogie.

## LITERATURA

1. Haïssaguerre M, Jaïs P, Shah DC, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *New Engl J Med* 1998; 339:659–66.
2. Pappone C, Rosanio S, Oreto G, et al. Circumferential radiofrequency ablation of pulmonary vein ostia. A new anatomic approach for curing atrial fibrillation. *Circulation* 2000;102:2619–28.
3. Ouyang F, Bänsch D, Ernst S, et al. Complete isolation of left atrium surrounding the pulmonary veins. New insights from the double-lasso technique in paroxysmal atrial fibrillation. *Circulation* 2004;110:2090–6.
4. Fiala M, Chovančík J, Heinc P, et al. Léčba symptomatické intermitentní fibrilace síní katetrovou ablací v levé srdeční síní. Bezprostřední a dlouhodobé výsledky u 150 pacientů. *Vnitř Lék* 2005; *v tisku*.
5. Nakagawa H, Yamanashi WS, Pitha JV, et al. Comparison of in vivo tissue temperature profile and lesion geometry for radiofrequency ablation with saline-irrigated electrode versus temperature control in a canine thigh muscle preparation. *Circulation* 1995;91:2264–73.
6. Matsumoto N, Ryoji K, Kasugai H, et al. Experimental study on the effectiveness and safety of radiofrequency catheter ablation with the cooled ablation system. *Circ J* 2003;67:154–8.
7. Watanabe I, Masaki R, Min N, et al. Cooled tip ablation results in increased radiofrequency power delivery and lesion size in the canine heart: Importance of catheter-tip temperature monitoring for prevention of popping and impedance rise. *J Int Cardiac Electrophysiol* 2002; 6:9–16.
8. Macle L, Jaïs P, Weerasooriya R, et al. Irrigated-tip catheter ablation of pulmonary veins for treatment of atrial fibrillation. *J Card Electrophysiol* 2002;13:1067–73.
9. Petersen HH, Chen X, Pietersen A, et al. Temperature-controlled irrigated tip radiofrequency catheter ablation: comparison of in vivo and in vitro lesion dimensions for standard catheter and irrigated tip catheter with minimal infusion rate. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1998;9:409–14.
10. Petersen HH, Chen X, Pietersen A, et al. Tissue temperatures and lesion size during irrigated tip catheter radiofrequency ablation: an in vitro comparison of temperature-controlled irrigated tip ablation, power-controlled irrigated tip ablation, and standard temperature controlled ablation. *Pacing Clin Electrophysiol* 2000;23:8–17.
11. Jaïs P, Hocini M, Hsu LF, et al. Technique and results of linear ablation at the mitral isthmus. *Circulation* 2004;110:2996–3002.
12. Pappone C, Manguso F, Vicedomini G, et al. Prevention of iatrogenic atrial tachycardia after ablation of atrial fibrillation. A prospective randomized study comparing circumferential pulmonary vein ablation with a modified approach. *Circulation* 2004;110:3036–42.
13. Verma A, Wazni OM, Marrouche NF, et al. Pre-existing left atrial scarring in patients undergoing pulmonary vein antrum isolation. An independent predictor of procedural failure. *J Am Coll Cardiol* 2005;45:285–92.

Došlo do redakce 24. 11. 2005

Přijato po úpravách 24. 3. 2006