

KATETROVÁ ABLACE PAROXYSMÁLNÍ FIBRILACE SÍNÍ CHLAZENOU KONCOVOU ELEKTRODOU

DLOUHODOBÉ VÝSLEDKY

Jan Chovančík, Martin Fiala, Dorota Wojnarová, Henryk Szymeczek, Radek Neuwirth,

Renáta Nevřalová, Otakar Jiravský, Marian Branny

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

Cílem práce byla retrospektivní analýza výsledků rutinně prováděné katetrové ablace paroxysmální fibrilace síní (FS) při použití ablace chlazenou koncovou elektrodou.

Metoda: Katetrovou ablaci symptomatické paroxysmální FS podstoupilo 291 pacientů (73 žen, 55 ± 10 let). Základem ablační strategie byla konvenční nebo elektroanatomicky navigovaná ablace kolem plicních žil (PŽ) a případně lineární léze v levé síni. Cílovým momentem výkonu byla izolace PŽ a přídatným cílovým momentem výkonu bylo v některých případech ukončení běžící FS.

Výsledky: Opakovanou ablaci podstoupilo 1×60 (21 %) pacientů, 2×17 (6 %) pacientů a 3×2 (1 %) pacientů. Vznikly 4 významnější komplikace výkonu (1,4 % na pacienty, 1,1 % na výkony). Na konci sledování 22 ± 14 měsíců zůstává dlouhodobě bez recidiv klinicky zjevné FS 250 (86 %) pacientů, z nichž 207 (71 %) zůstává bez dokumentace nebo klinického podezření na recidivu FS bez antiarytmické léčby. Redukce užívání amiodaronu (119 vs. 23 pacientů), propafenonu (101 vs. 25 pacientů), sotalolu (58 vs. 19 pacientů) a warfarinu (271 vs. 61 pacientů) byla významná ($P < 0,001$ pro všechny medikamenty).

Závěr: Dlouhodobá úspěšnost katetrové ablace paroxysmální FS chlazenou koncovou elektrodou je vysoká. Redukce antiarytmické léčby a warfarinu po ablaci je významná.

Klíčová slova: fibrilace síní, paroxysmální, katetrová ablace, chlazená koncová elektroda.

CATHETER ABLATION OF PAROXYSMAL ATRIAL FIBRILLATION USING A COOLED-TIP ELECTRODE: LONG-TERM RESULTS

The purpose of the study was retrospective analysis of routinely performed catheter ablation of paroxysmal atrial fibrillation (AF) using a cooled-tip electrode.

Methods: Catheter ablation of symptomatic paroxysmal AF was carried out in 291 patients (73 females, 55 ± 10 years). The ablation strategy was based on conventional or electroanatomically navigated ablation around pulmonary veins (PV), and possibly left atrial linear lesions. PV isolation in all patients, and termination of an ongoing AF in some patients, were the endpoints of the procedure.

Results: Repeat ablation was performed in 60 (21 %) patients; 17 (6 %) patients, and 2 (1 %) patients underwent two, respectively three repeat ablations. There were 4 significant periprocedural complications (1.4 % per patients, 1.1 % per procedures). At the end of the 22 ± 14 month follow-up period, 250 (86 %) patients remained free from clinically obvious AF recurrence, of whom 207 (71 %) had no documentation or clinical suspicion of AF recurrence free from antiarrhythmic drugs. Reduction in the use of amiodarone (119 vs. 23 patients), propafenone (101 vs. 25 patients) and sotalol (58 vs. 19 patients), and warfarin (271 vs. 61 patients) was significant ($P < 0,001$ for all drugs).

Conclusion: Long-term success of catheter ablation of paroxysmal AF using a cooled-tip electrode is high. Reduction in the use of antiarrhythmic medication and warfarin is significant.

Key words: atrial fibrillation, paroxysmal, catheter ablation, cooled-tip electrode.

Interv Akut Kardiolog 2008; 7(1): 17–20

Úvod

Katetrová ablace paroxysmální fibrilace síní (FS) se stala rutinní léčebnou metodou^(1–4). Jejím základem je izolace plicních žil (PŽ), eliminující spouštěcí ektopickou aktivitu^(5, 6). Pokud se ablace kolem plicních žil provede pomocí souvislých obkružujících lézí, rozšiřuje se potenciálně zásah na modifikaci arytmogenního substrátu důležitého v udržování FS^(3, 4, 7). Současně může být ovlivněna autonomní inervace, která také hraje v patofyziologii FS významnou roli^(8, 9).

Od roku 2004 se na našem pracovišti provádí katetrová ablace FS katétrů s chlazenou koncovou elektrodou, jejíž výhodou je hlubší zásah do tkáně a men-

ší trombogenní účinek. Cílem práce bylo zhodnocení dlouhodobých výsledků ablace paroxysmální FS s chlazenou koncovou elektrodou.

Metoda

Soubor pacientů

Od března 2004 do září 2007 podstoupilo katetrovou ablaci symptomatické paroxysmální FS 291 po sobě následujících pacientů (73 žen), průměrného věku 55 ± 10 (21–79) let. Většina pacientů měla záchvaty FS nejméně jednou týdně, jen vzácně byli zařazení pacienti s frekvencí epizod FS menší než jednou za měsíc. Amiodarone před výkonem užívalo 119 pacientů a dalších 32 pacientů jej

MUDr. Jan Chovančík

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

e-mail: jan.chovancik@nempodlesi.cz

Článek přijat redakcí: 31. 12. 2007

Článek přijat po přepracování: 18. 1. 2008

Článek přijat k publikaci: 28. 1. 2008

dříve vysadilo pro neúčinnost nebo vedlejší účinky. Základní charakteristiky pacientů jsou uvedeny v tabulce 1. Všichni pacienti byli plně informováni o podstatě výkonu a podepsali informovaný souhlas.

Příprava pacientů před ablací a péče při ablací

Warfarin byl u pacientů vysazen 5 dnů před výkonem a byl nahrazen LMW (nízkomolekulárním) heparinem. Po provedení transseptální punkce se podal bolus heparinu následovaný kontinuální infuzí s udržováním ACT (aktivovaný koagulační čas) 250–400 sekund. Antiarytmika (AA) I. nebo III. třídy se zprvu obvykle ponechávala, ačkoli v poslední době byla tendence je vysadit již před výkonem. Bezprostředně před ablací se prováděla transezofageální echokardiografie k vyloučení trombů v síních a zhodnocení PŽ.

Elektrofyzilogické vyšetření

K elektrofyzilogickému vyšetření se zavedly žilní cestou 3 katétry: 10polární katétr (Daig, St. Jude Medical, Minnetonka, MN, USA) do koronárního sinu (KS) a po dvojité transseptální punkci jeden 10polární cirkulární katétr (LASSO, Biosense Webster, Diamond Bar, CA, USA) a jeden 4polární katétr se 3,5 mm chlazenou koncovou elektrodou (Celsius Thermo-Cool nebo Navistar Thermo-Cool, Biosense Webster, Diamond Bar, CA, USA) k elektroanatomickému mapování a katetrové ablací v levé síni (LS). Po zavedení katétrů do LS se provedla angiografie PŽ a následně u většiny pacientů elektroanatomická rekonstrukce LS a PŽ. Povrchové 12svodové EKG a intrakardiální EKG signály byly zaznamenávány na systému Cardiolab (Prucka Engineering, Sugar Land, TX, USA) a elektroanatomické mapování a navigace se provedly pomocí systému CARTO (Biosense Webster, Diamond Bar, CA, USA).

Katetrová ablace

Katetrová ablace byla provedena buď tzv. konvenční technikou bez použití 3D mapování (34 výkonů), nebo za pomoci 3D elektroanatomického mapování systémem CARTO (336 výkonů).

Při konvenční ablací byly postupně jednotlivě izolovány PŽ aplikacemi radiofrekvenční (RF) energie aplikovanými co nejproximálněji kolem zevního aspektu ústí PŽ, obvykle v pořadí levá horní – levá dolní – pravá horní a pravá dolní PŽ. Aplikace RF energie se soustředily na svalová spojení mezi LS a svalovými snopci PŽ a v okamžiku dosažení izolace konkrétní PŽ již nebyly aplikace RF energie na dalších místech obvodu PŽ podávány, tzn. že místa ablace nemusela souvisle pokrývat celý obvod žilního ústí.

Při elektroanatomicky navigované ablací navazovaly jednotlivé aplikace RF energie souvisle tak, že obkružovaly ústí PŽ kolem jejich antra. Ve většině případů byly obkrouženy stejnostranné plicní žíly společně, nejprve levostranné a pak pravostranné. Obkružující léze byly souvisle dokončovány i v případě, že izolace žíly již bylo dosaženo předchozími aplikacemi.

Poměrně často byly k obkružujícím lézím přidávány základní lineární léze ve stropě LS a napříč tzv. mitrálním isthmem. Při první ablací se prováděly linie tehdy, když anatomie po obkružujících lézích napovídala zvýšenou pravděpodobnost následného vzniku LS reentry tachykardie (např. úzký průchod mezi širšími obkružujícími lézemi ve stropě a na zadní stěně LS nebo na mitrálním isthmusu) a především u pacientů se zjevnými strukturálními změnami ve stěně LS. Lineární léze, respektive i ablace v KS se prováděly ve většině opakovaných výkonů. Rutinní ablace kavo-trikuspidálního můstku byla integrální součástí prakticky každého výkonu.

Cílovým momentem ablace, společným všem výkonům, byla úplná izolace všech PŽ. Úplná izolace byla v průběhu ablace hodnocena při běžící FS nebo sinusovém rytmu (SR) či stimulaci síní a na konci výkonu vždy znovu při SR nebo stimulaci síní. Při běžící FS byla úplná izolace žíly dosažena tehdy, když došlo

Tabulka 1. Základní charakteristika pacientů

Pacienti (ženy)	291 (73)
Věk (roky)	55 ± 10 (21–79)
Arteriální hypertenze	146 (50 %)
ICHs	22 (8 %)
Dilatační KMP	3 (1 %)
Hypertrofická KMP	1
Chlopenní vada	10 (3 %)
Diabetes mellitus	26 (9 %)
Dysfunkce štítné žlázy	34 (12 %)
Plicní onemocnění	19 (7 %)
Ejekční frakce LK (%)	60 ± 6 (35–70)
Příčný rozměr LS (mm)	41 ± 5 (31–52)
Amiodarone	119 (41 %)
Propafenone	101 (35 %)
Sotalol	58 (20 %)
Flecainide	2
Chinidin	1
ACE-I, ARB	122 (42 %)
Warfarin trvale	271 (93 %)

Vysvětlivky: ICHS – ischemická choroba srdeční; KMP – kardiomyopatie; DM – diabetes mellitus; LK – levá komora; LS – levá síň; ACE-I – inhibitory angiotenzin konvertujícího enzymu; ARB – blokátory receptoru pro angiotensin; Číselné hodnoty jsou uvedeny jako průměr ± směrodatná odchylka nebo procenta.

Tabulka 2. Dlouhodobé výsledky po ablací

Pacienti	291
Doba sledování (měsíce)	22 ± 14 (2–54)
Bez recidiv arytmií, bez AA	207 (71 %)
Izolovaná recidiva arytmií, bez AA	6 (2 %)
Bez recidiv arytmií, s AA	37 (13 %)
Významná redukce arytmií, bez AA	3 (1 %)
Významná redukce arytmií, s AA	22 (8 %)
Bez zlepšení	16 (5 %)
Amiodarone	23 (8 %)
Propafenone	25 (9 %)
Sotalol	19 (7 %)
Neogilurytmal	1
Warfarin	61 (21 %)

Vysvětlivky: AA – antiarytmika I., III. třídy. Číselné hodnoty jsou uvedeny jako průměr ± směrodatná odchylka či procenta.

k vymizení všech vysokofrekvenčních potenciálů snímaných cirkulárním katétre v PŽ a jejím antru nebo naopak k zastavení arytmií a obnovení SR v síních při pokračující arytmií v PŽ. Při stimulaci síní nebo SR pak byla úplná izolace PŽ dosažena tehdy, jestliže došlo k úplnému vymizení vysokofrekvenčních potenciálů síní snímaných cirkulárním katétre v PŽ a jejím antru jako ukazatele pasivního převodu elektrického potenciálu z LS do PŽ. Ektopická aktivita v PŽ izolovaná od sinusové aktivity v LS byla podpurným ukazatelem úplné izolace PŽ.

U mnoha prvních a většiny opakovaných ablací bylo přídatným cílovým momentem výkonu ukončení spontánní nebo indukované FS a obnovení SR. U některých, zvláště opakovaných výkonů, bylo dalším přídatným cílovým momentem dosažení nevyvolatelnosti jakékoli síňové tachyarytmie.

Jako zdroj RF energie se používal generátor Stockert (Biosense- Webster, Diamond Bar, CA, USA). Rychlost chlazení se postupně vyvíjela od 2 ml/min až pro současných 17–30 ml/min a maximální výkon byl 35 W s omezením teploty od původních 48 °C do současných 41 °C.

Péče o pacienty po ablací

Po výkonu se heparin vysadil a přes LMW heparin se od druhého dne znovu zavedl warfarin, který se ponechal na nejméně 6 týdnů až 3 měsíce po ablací

a vysadil se v případě absence klinicky významné arytmie. AA, pokud nebyla vysazena již v době ablace, se ponechávala do první až druhé kontroly v původní nebo snížené dávce a v případě příznivého vývoje se pak vysadila. Standardně se po výkonu provádělo transtorakální echo na vyloučení výpotku v perikardu.

Sledování

Pacienti byli sledováni za 6 týdnů a 3 měsíce a následně každé 3 měsíce v prvním roce a po 6 měsících následně, osobně v arytmiologické ambulanci nebo později telefonickým kontaktem. Vyhodnocovala se anamnéza zaměřená na příznaky z arytmie, standardní 12svodové EKG a veškerá EKG dokumentace zaznamenaná místními kardiology a internisty. V prvním roce se prováděla pravidelná Holterova 24hodinová EKG vyšetření a podle potřeby transtelefonní EKG monitorování.

Hodnocení dlouhodobých výsledků

Dlouhodobé výsledky se hodnotily za období od poslední ablace. Pacienti byli podle dlouhodobého výsledku zařazeni do 6 kategorií:

1. bez zjevných recidiv arytmie a bez AA;
2. ojedinělá izolovaná recidiva arytmie v minulosti, ale dlouhodobě bez recidiv arytmie bez AA;
3. bez recidiv arytmie s pokračující AA léčbou;
4. významná redukce arytmiické zátěže bez AA;
5. významná redukce arytmiické zátěže s AA;
6. bez zlepšení. Dále se hodnotila redukce AA a antikoagulační léčby po ablací.

Statistické hodnocení

Kontinuální hodnoty byly vyjádřeny jako průměr $\pm$ směrodatná odchylka, nekontinuální hodnoty jako procenta. Kategorická data byla srovnána pomocí χ^2 testu s Yatesovou korekcí. Hodnota $P < 0,05$ byla považována za statisticky významnou.

Výsledky

Opakované výkony

Pacienti podstoupili celkem 370 ablačních výkonů. U 24 pacientů byl první výkon provedený v období od roku 2004 již jejich druhým výkonem a u 4 pacientů jejich 3. výkonem. V uvedeném období 2004–2007 se ablace opakovala 1x u 60 pacientů, 2x u 17 pacientů a 3x u 2 pacientů. Ablace všech PŽ byla dokončena u všech pacientů, lineární léze různého rozsahu byly provedeny ve 237 (64 %) výkonech (ve 162 (56 %) prvních výkonech a v 65 (80 %) opakovaných výkonech).

Doba výkonu, skiaskopický čas a RF aplikace

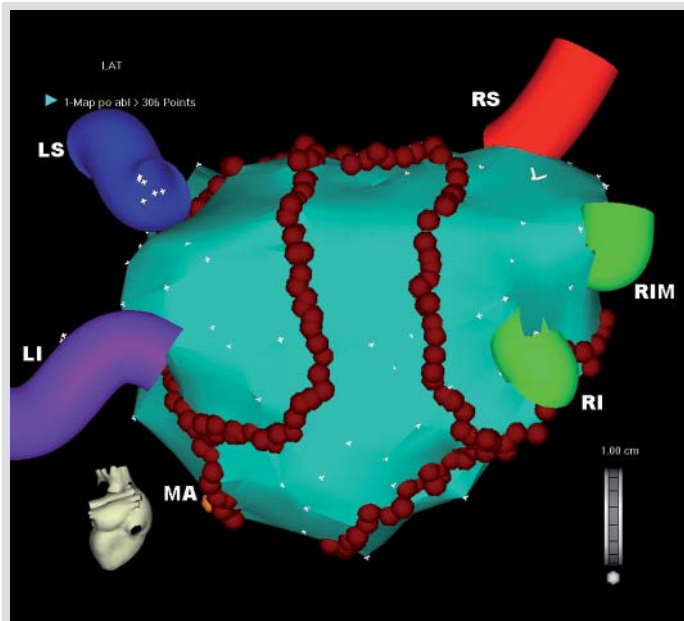
Celková doba výkonu byla 261 ± 72 (100–450) minut a celkový skiaskopický čas výkonu byl 36 ± 21 (7–100) minut. Počet RF aplikací byl 70 ± 27 (34–220) a čas aplikace RF energie byl 92 ± 33 (46–183) minut.

Komplikace výkonu

Závažnější komplikace, které si vyžádaly intervenci nebo zanechaly následek byly následující čtyři (1,4 % na pacienty, 1,1 % na výkony): 1x srdeční tamponáda s nutností intervence, 1x hemothorax v důsledku opožděného krvácení z arteria subclavia, napíchnutí při kanylaci v. subclavia s nutností revize a 2x CMP krátce po výkonu s následkem hemianopsie, respektive bolestí hlavy a závratí. U žádného z pacientů s nerozvinuly příznaky plicní hypertenze v důsledku významné stenózy PŽ.

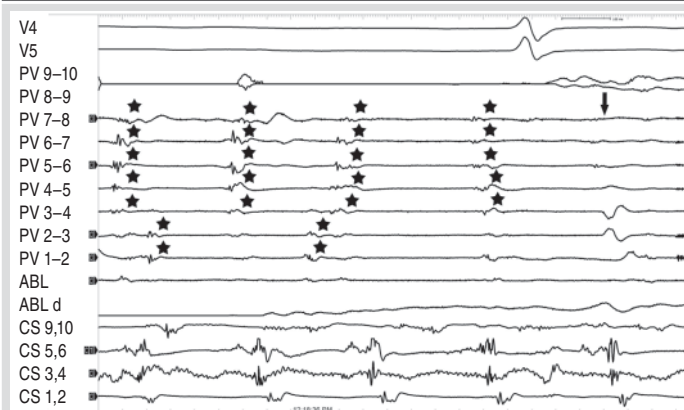
Jako méně závažné komplikace bez nutnosti větší intervence nebo následků byl zaznamenán výpotek v perikardu do 6 mm bez nutnosti intervence 4x, TIA při výkonu s přechodnou poruchou vizu s úplnou úpravou, transitorní elevace

Obrázek 1. Ablační strategie a cílový moment ablace – pohled na zadní stěnu levé síně s plicní žilou v trojrozměrné elektroanatomické rekonstrukci systémem CARTO. Hnědé body znázorňují místa aplikace radiofrekvenční energie ve tvaru obkružujících lézí kolem plicních žil a ve formě lineárních lézí ve stropě levé síně a na tzv. mitrálním isthmu. Linie spojující obkružující léze mají za cíl přerušit potenciální reentry okruhy kolem izolovaných plicních žil



Vysvětlivky: LS – levá horní, LI – levá dolní, RS – pravá horní, RI – pravá dolní, RIM – pravá střední plicní žila, MA – mitrální anulus – isthmus

Obrázek 2. Ablační strategie a cílový moment ablace – moment izolace elektrické aktivity v plicní žile. Základním rytmem je zde fibrilace síní. Církulárním katetrem (PV 1–2 – PV 9–10) je snímána elektrická aktivita reprezentovaná potenciálem plicní žíly (hvězdičky), kdy izolace plicní žíly se projeví absencí tohoto potenciálu (šipka). I přes izolaci jedné z plicních žil je základním rytmem dále fibrilace síní



Vysvětlivky: Svody V4–V5 reprezentují povrchové EKG, svody PV 1–2 až PV 9–10 znázorňují elektrickou aktivitu snímávanou v antrech plicních žil, abl- znázorňují elektrickou aktivitu v ablačním katetru, CS 1, 2 až CS 9, 10 znázorňují elektrickou aktivitu v koronárním sinu.

ST segmentu buď při spazmu nebo embolií do věnčité tepny s negativní bezprostřední koronarografií při výkonu 2x a femorální pseudoaneurysma řešené femostopem 4x.

Dlouhodobé výsledky

Po dobu 22 ± 14 (2–54) měsíců sledování od posledního výkonu je zcela bez potíží a bez dokumentovaných recidiv arytmie 207 (71 %) pacientů. Významný benefit ve smyslu izolované epizody arytmie následným dlouhým bezpříznakovým obdobím bez dokumentace arytmie bez užívání AA, respektive absence arytmie při pokračující dříve neúčinné AA medikací zaznamenalo dalších 43 (15 %) pacientů. Žádné zlepšení stavu nezaznamenalo pouze 16 (5 %) pacientů. Na konci

doby sledování byla významná redukce užívání AA I. a III. třídy (amiodaronu, propafenonu a sotalolu) a warfarinu ($P < 0,001$ pro všechny položky) (podrobnosti jsou v tabulkách 1 a 2). V rámci dlouhodobého sledování od okamžiku, kdy bylo rozhodnuto, že se v důsledku příznivého klinického vývoje vysadí antikoagulační léčba, nedošlo k žádné pozdní tromboembolické příhodě.

Diskuze

Cílem práce bylo zhodnocení dlouhodobých zkušeností s ablací paroxysmální FS katétre s chlazenou koncovou elektrodou. Hlavní předností chlazené ablace je hlubší léze a menší trombogenita ablace. Na druhé straně je hlavní nevýhodou horší schopnost odhadnout rozsah poškození tkáně, který narůstá s časem aplikace RF energie, a tak větší riziko perforace srdeční stěny a výlevu krve do perikardu. Výsledky byly získány v rámci rutinní praxe, která zahrnovala i učební křivku jednoho ze dvou katetrizujících. Hlavní zjištění retrospektivní analýzy téměř čtyřleté etapy ablací byla následující:

1. opakovanou ablací podstoupilo 21 % pacientů;
2. dlouhodobé udržení SR bez recidivy arytmií a bez AA bylo po poslední ablací dosaženo u 71 % pacientů, eliminace arytmií bez nebo s AA bylo dosaženo u 86 % pacientů;
3. redukce užívání AA I. a III. třídy a warfarinu byla významná.

Výsledky jsou ve shodě např. s výsledky velkého registru ablací FS, který ukazuje, že na pracovištích s většími zkušenostmi je dosahováno po ablací udržování SR bez AA u 64 % pacientů a při pokračující AA léčbě u 87 % pacientů⁽¹⁰⁾. V etapě ablace s chlazenou koncovou elektrodou např. v práci Ouyanga et al. recidivovala síniová tachyarytmie u 25 % pacientů v prvních 6 měsících po ablací, většina recidiv byla úspěšně odstraněna opakovanou ablací⁽⁷⁾. Nedávná studie srovnávající antiarytmickou léčbu a ablací u pacientů s paroxysmální FS ukázala roční udržování SR u 93 % pacientů po provedení opakovaných ablací⁽¹¹⁾. Sledování zahrnuje i pacienty, kteří podstoupili první ablací v posledních měsících a u některých z nich bude v budoucnosti opakovaná ablace teprve provedena, čímž se dlouhodobá celková účinnost metody dále zvýší. Naše nedávná analýza opakované ablace ukázala, že 89 % z pacientů, kteří ji podstoupili, zůstává po dobu 22 ± 13 měsíců sledování bez arytmií⁽¹²⁾. Celkové výsledky se zásadně neliší od našich dřívějších výsledků dosažených ablací pomocí katétru se 4 mm konveční elektrodou, ačkoli naše dřívější analýzy ukázaly, že s rostoucí zkušeností a používání chlazené ablace, respektive zvyšování průtoku katétre

vedou ke snížení celkové doby výkonu i skiaskopického času^(4, 13). Vysvětlení může spočívat v zahrnutí složitějších pacientů a učební křivky jednoho z katetrizujících. Na druhé straně se tato analýza stává věrnějším obrazem všeobecnější reality katetrové ablace pro paroxysmální FS.

Redukce antiarytmické a antikoagulační léčby byla významná, antiarytmika užívá pouze 68 (23 %) pacientů a warfarin 61 (21 %) pacientů. Někteří pacienti přitom zatím užívají léky rutinně v etapě časného poablačního období a nebudou je mít v budoucnu. Navíc někteří pacienti berou warfarin dlouhodobě pro jiné trombofilní stavy, přestože jinak nemají arytmiický důvod k jeho užívání.

Limitace

Některé recidivující asymptomatické epizody FS mohly zůstat nerozpoznány, přesto si toto problematika zaslouží komentář z opačného pohledu. Za prvé, v současné době neexistuje žádná eticky přijatelná metoda dlouhodobého monitorování EKG, 7denní Holter či transtelefonní přenos EKG představují pouze fragmenty dlouhodobého sledování s minimálním potenciálem zachytit izolované klinicky významné tachyarytmie u asymptomatických pacientů. Jestliže je hlavním důvodem indikace ablace výrazná symptomatologie, zůstává její hodnocení hlavním pilířem hodnocení úspěchu léčby. Kromě toho zachycené izolované asymptomatické recidivy arytmií trvající několik desítek sekund (a klasifikované podle definice jako fibrilace síní) jsou z klinického pohledu bezvýznamné. Na druhé straně, většina pacientů podstupujících ablací FS se prezentuje četnými paroxysmy objevujícími se obvykle několikrát do měsíce, často několikrát do týdne a před výkonem mívají mnoho EKG záznamů setrvalé epizody FS. Je proto velmi nepravděpodobné, že by měli mít po ablací klinicky významné recidivy FS a při tom zůstávali zcela asymptomatictí a dlouhodobě bez dokumentace FS. A to přesto, že podstupují pravidelné EKG kontroly, které jsou prováděny častěji než před ablací, zvláště v prvním roce sledování.

Závěr

Katetrová ablace paroxysmální FS, indikovaná a prováděná rutinně bez jiných studiálních záměrů, měla vysokou účinnost s 1 % rizikem závažnější peri-procedurální komplikace. Klinická účinnost při odstranění arytmií dosáhla 86 %, přičemž bez léků zůstává 73 % pacientů. Navíc někteří pacienti ještě v budoucnosti podstoupí úspěšnou opakovanou ablací. Metoda je spojená s významnou trvalou redukcí spotřeby antiarytmik a warfarinu.

Literatura

1. Hadssaguerre M, Jais P, Shah DC et al. Electrophysiological end point for catheter ablation of atrial fibrillation initiated from multiple pulmonary venous foci. *Circulation* 2000; 101: 1409–1417.
2. Marrouche NF, Dresing T, Cole C et al. Circular mapping and ablation of the pulmonary vein for treatment of atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 2002; 40: 464–474.
3. Pappone C, Oreto G, Rosanio S et al. Atrial electroanatomic remodeling after circumferential radiofrequency pulmonary vein ablation: efficacy of an anatomic approach in a large cohort of patients with atrial fibrillation. *Circulation* 2001; 104: 2539–2544.
4. Fiala M, Chovančík J, Heinc P, Neuwirth R, Nevřalová R, Nykl I, Branny M. Léčba symptomatické intermitentní fibrilace síní katetrovou ablací v levé srdeční síní: bezprostřední a dlouhodobé výsledky u 150 pacientů. *Vnitř Lék.* 2005; 51: 971–983.
5. Hadssaguerre M, Jais P, Shah DC et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med* 1998; 339: 659–666.
6. Jais P, Hadssaguerre M, Shah DC et al. A focal source of atrial fibrillation treated by discrete radiofrequency ablation. *Circulation* 1997; 95: 572–576.
7. Ouyang F, Bänsch D, Ernst S et al. Complete isolation of the left atrium surrounding the pulmonary veins: new insights from the double-Lasso technique in paroxysmal atrial fibrillation. *Circulation* 2004; 110: 2090–2096.

8. Pappone C, Santinelli V, Manguso F et al. Pulmonary vein denervation enhances long-term benefit after circumferential ablation for paroxysmal atrial fibrillation. *Circulation* 2004; 109: 327–334.
9. Scherlag BJ, Yamanashi W, Patel U, Lazzara R, Jackman WM. Autonomically induced conversion of pulmonary vein focal firing into atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 2005; 45: 1878–1886.
10. Cappato R, Calkins H, Chen SA et al. Worldwide survey on the methods, efficacy, and safety of catheter ablation for human atrial fibrillation. *Circulation* 2005; 111: 1100–1105.
11. Pappone C, Augello G, Sala S et al. A randomized trial of circumferential pulmonary vein ablation versus antiarrhythmic drug therapy in paroxysmal atrial fibrillation. The APAF study. *J Am Coll Cardiol* 2006; 48: 2340–2347.
12. Fiala M, Chovančík J, Moravec R et al. Recidivující arytmiie po katetrové ablací původně paroxysmální fibrilace síní a výsledky opakované ablaci. *Vnitř Lék* 2007; 53: 1248–1254.
13. Nevřalová R, Fiala M, Chovančík J et al. Vliv katetrizační zkušenosti a volby ablační energie na rozvoj katetrové ablaci jako rutinní metody pro intermitentní a perzistentní fibrilaci síní. *Cor Vasa* 2006; 48: 227–232.