



Přehledový článek | Review article

Současné a budoucí strategie katetrizační ablace fibrilace síní

(Current status and future catheter ablation strategies in atrial fibrillation)

Lukas Fiedler, Charlotte Eitel, Sascha Rolf, Phillip Sommer, Thomas Gaspar, Emmanuel Koutalas, Arash Arya, Gerhard Hindricks, Christopher Piorkowski*Oddělení elektrofysiologie, Kardiocentrum, Lipská univerzita, Lipsko, Německo*

INFORMACE O ČLÁNKU

Historie článku:

Došel do redakce: 3. 12. 2012

Přepracován: 4. 8. 2013

Přijat: 11. 9. 2013

Dostupný online: 25. 9. 2013

Klíčová slova:

Ablace

Fibrilace síní

Individualizované ablační strategie

Trojrozměrné mapování

SOUHRN

Katetrizační ablace fibrilace síní je vysoce účinná léčba vedoucí u významného počtu nemocných k odstranění symptomatické fibrilace síní nebo úplnému vymizení arytmií. Vytvoření transmuralní léze ve stěně síně je rozhodující pro úspěšnost léčby. Ve snaze zvýšit úspěšnost výkonu byla vyvinuta říditelná pouzdra a katetry, které navíc umožňují měření síly kontaktu se stěnou srdce. Do rutinní klinické praxe byly zavedeny nové trojrozměrné mapovací systémy s cílem zkrátit skiaskopický čas a snížit na minimum radiační dávku pacienta i zdravotnického personálu. Podání adenosinu je užitečné k odhalení latentní rekonexy plicní žíly a pomáhá vyhnout se časnému obnovení vedení do plicních žil. V budoucnosti bude možné individualizovat ablační strategie podle klinických a elektrofysiologických charakteristik daného pacienta.

© 2013, ČKS. Published by Elsevier Urban and Partner Sp. z o.o. All rights reserved.

ABSTRACT

Catheter ablation of atrial fibrillation (AF) is a highly effective therapy to achieve freedom of recurrent arrhythmia and relief from symptomatic AF. Transmural ablation of atrial tissue is crucial for success. Thus steerable sheaths and catheter design with contact measurement as additional feature have been developed to increase success rates. New 3 dimensional (3D) mapping technologies engage clinical routine to reduce fluoroscopy time and radiation dose for patients and medical staff to a minimum. To unmask dormant pulmonary vein reconnection and to avoid early pulmonary vein reconnection administration of adenosine is useful. Future approaches aim at individualized ablation strategies taking clinical and electrophysiologic characteristics of the individual patient into account.

Keywords:

Ablation

Atrial fibrillation

Individualized ablation strategies

3D mapping

Úvod

Fibrilace síní (FS) je spojena se zvýšeným rizikem tromboembolických příhod, hospitalizací a úmrtí. Jak populace stárne, přibývá komorbidit a strukturálních srdečních onemocnění, a tudíž roste trvale počet pacientů trpících FS [1]. Léčba FS se v posledních letech neustále vyvíjí. Katetrizační ablace se stala rutinní léčbou s vynikající úspěšností a přijatelným počtem komplikací. K dosažení klinického úspěchu je důležitý pečlivý výběr pacientů. Protože vliv katetrizační ablace na výskyt rekurence FS ve srovnání s farmakologickou antiarytmickou léčbou je větší, doporučují Evropské kardiologické společnosti katetrizační ablací jako možnou léčbu první volby u pacientů trpících FS [2,3]. Tyto nálezy byly podpořeny výsledky studie MANTRA-PAF publikované v říjnu 2012. Toto randomizované srovnání katetrizační ablace a antiarytmik jako léčby první volby u pacientů s paroxysmální FS ukázalo při 24měsíčním sledování významně vyšší počet pacientů bez rekurence FS a symptomatické FS a lepší kvalitu života ve skupině katetrizační ablace. Výskyt nebo zátěž FS se ale v obou skupinách nelišila [4]. Společný konsensus odborníků týkající se katetrizační a chirurgické ablace fibrilace síní vydaný v roce 2012 Heart Rhythm Society, European Heart Rhythm Association a European Cardiac Arrhythmia Society uvádí ablací fibrilace síní jako opodstatněnou léčbu první volby u vybraných pacientů s paroxysmálními FS, pokud je ablace provedena elektrofyzikologem, který absolvoval výcvik v centru s dostatečnými zkušenostmi [5].

Mechanismus fibrilace síní

Mechanismus paroxysmální FS se pravděpodobně liší od mechanismu perzistující FS. Paroxysmální FS je charakterizovaná paroxysmy kratšími než sedm dní a jejich spontánním ukončením. Perzistující FS nekončí spontánně a epizody trvají déle než sedm dní. Haissaguerre popsal poprvé fokální spouštěče, tzv. trigger, v rukávech síňové svaloviny zasahujících do plicních žil [6]. Vysokofrekvenční elektrická aktivita těchto lokálních zdrojů je rozhodující při zahájení paroxysmů FS u 85–95 % pacientů s paroxysmální FS. Tento poznatek vedl k vytvoření účinné ablační techniky, která má za cíl elektricky izolovat plicní žíly. Obkružující ablaci okolo ústí plicních žil se stala metodou volby v léčbě pacientů s paroxysmální FS [7]. V literatuře se uvádí kumulativní úspěšnost po více než jednom výkonu 80–90 % [3]. Hlavní příčinou rekurence arytmií u těchto pacientů je elektrická rekonexe původně izolované plicní žíly [8]. U perzistující FS je mechanismus vzniku a udržení arytmií více, a tudíž ablační postupy nejsou dokonalé. Udržování FS je přičítáno strukturálním a elektrickým změnám, které vznikají v myokardu síní. Koexistující hypertenze, onemocnění chlopní a srdeční selhání vedou ke zvýšení tlaku v síních, a tím nárůstu napětí a regionální fibrózy stěn síní, čímž vzniká substrát pro perzistující FS [9]. Síňové rotory, fokální zdroje a pohybující se aktivační vlny pravděpodobně hrají rozhodující roli pro udržení FS [10]. Zařazení pacientů s perzistující FS snižuje úspěšnost ablace FS. Až u 30 % těchto pacientů dojde k rekurenci FS během sledování [11]. Při dlouhodobém sledování

(pět let) po jednom výkonu nebyla žádná arytmie zjištěna dokonce jen u 29 % pacientů. K většině rekurencí došlo v prvních šesti měsících po vstupním výkonu. Dodatečné zákroky mohou zvýšit dlouhodobou úspěšnost výkonu až na 63 % při pětiletém sledování [12]. Dalším důležitým mechanismem rekurence, který vzniká na základě modifikace síní ablací, jsou makroreentry tachykardie. Ty představují asi jednu třetinu rekurentních arytmií po fragmentaci síní [13]. Vytvoření transmuralních jizev je rozhodujícím cílovým ukazatelem při ablací fibrilace síní a je opravdovou výzvou pro elektrofyzikology i jejich technické vybavení. Aby bylo možno dosáhnout tohoto cíle, ablační techniky a technické vybavení se neustále vyvíjejí.

Kontakt mezi katetrem a tkání

Dobrý kontakt mezi katetrem a tkání je důležitý pro dosažení dostatečné velikosti a hloubky léze. Síla tlaku hrotu katetru vyvinutá na síňový endokard během ablace FS > 20 gramů je spojena s lepšími klinickými výsledky 12 měsíců po ablací FS ve srovnání se silou přitlaku < 10 gramů [14]. Nedávno publikované výsledky ukázaly, že existují rozdíly v síle přitlaku katetru během izolace plicních žil (IPŽ) mezi jednotlivými anatomickými lokalitami [15]. Nejnížší síla přitlaku v levostranných plicních žilách byla zjištěna v oblasti kariny a anteriorně. V pravostranných žilách byla nejnížší síla přitlaku opět v oblasti kariny. Tyto segmenty korelují s obvyklými místy, kde dochází k časné elektrické rekonexi [16]. Tyto znalosti mohou napomoci ke zlepšení klinických výsledků IPŽ. Výrazné zlepšení stability katetru a jeho kontaktu se stěnou síně je zajištěno použitím říditelných pouzder. Zlepšení kontaktu s tkání při použití říditelných pouzder bylo potvrzeno několika klinickými studiemi. Toto zlepšení vede k vyšší úspěšnosti ablace bez nárůstu počtu komplikací. Dochází ke zkrácení skiaskopického času a doba výkonu se při použití říditelných pouzder neprodlužuje [17–19]. Jak již bylo zmíněno výše, je informace o množství a směru síly aplikované na tkáň síně důležitá na jedné straně pro dostatečný kontakt mezi hrotem katetru a tkání a na druhé straně, aby se předešlo tromboembolickým komplikacím a perforaci stěny síně. Pro katetrizujícího lékaře je obtížné určit přesně dostatečný tlak hrotu katetru na endokard jen pomocí taktilního vjemu. Dosud se k ověření kontaktu mezi katetrem a stěnou síně používala navíc skiaskopie a hodnocení kvality signálu, které na dobrý kontakt s endokardem ukazují nepřímě. Pro zjištění spolehlivé informace o tlaku hrotu katetru vyvíjeného na stěnu síně byly v minulosti vyvinuty a vyzkoušeny ablační katetry vybavené různými možnostmi měření síly přitlaku. V současné době se k měření síly přitlaku pomocí ablačního katetru využívají dvě odlišné technologie. Využívají speciálně navržené katetry se senzory integrovanými v hrotu katetru. Systém Tacti-Cath (Endosense, Švýcarsko) zajišťuje měření síly přitlaku s citlivostí menší než 1 gram pomocí senzoru využívajícího technologii optických vláken. Jiný podobný systém je reprezentován technologií SMART Touch (Bio-sense Webster, USA), která využívá k zjištění informací o síle přitlaku vyjádřené v gramech mechanický hrot katetru. Publikovaná data podporují tvrzení, že komplikace způsobené nadměrným tlakem hrotu katetru mohou být

omezeny při použití těchto technologií během ablace FS [20]. V nedávné době bylo prokázáno, že síla přitlaku koreluje s lepšími klinickými výsledky po IPŽ. Nejlepší výsledky bývají dosaženy, pokud byly ablační léze tvořeny při průměrné síle přitlaku více než 20 gramů. K úplnému klinickému selhání docházelo, pokud průměrná síla přitlaku během ablace nepřesáhla 10 gramů [14]. Využití měření síly tlaku hrotu katetru na tkáň vedlo k významnému zkrácení času výkonu i ablace a snížení počtu pacientů, u nichž došlo po výkonu k rekonexi plicních žil, a to z 36 % na 12 % [21]. Velmi odlišný přístup k ověření dobrého kontaktu s tkání využívá nová technologie hodnocení síly přitlaku založená na měření impedance. Systém Ensité-Contact (St. Jude Medical, USA) měří lokální impedanci v místě mezi hrotem katetru a tkání a zaznamenává tzv. electrical coupling index (ECI) [22]. ECI koreluje s velikostí léze a informuje o kontaktu s tkání. Rozhodující výhodou systému Ensité-Contact je, že výsledky měření jsou nezávislé na orientaci katetru a typu tkáně (hladký nebo trabekulární síňový endokard). Během ablace je k dispozici i údaj o rozvoji léze, který koreluje s poklesem impedance. Další výhodou této metody je možnost rozlišení mezi jizevnatou a zdravou tkání síně. Co se týče možnosti zlepšení klinických výsledků a bezpečnosti pomocí měření síly přitlaku, je třeba zmínit, že síla přitlaku je stále pouze nepřímý zástupný parametr transmurality a kvality vytvořené léze. Přímé zobrazení vzniku léze a jejího rozsahu by zlepšilo výsledky ablace FS. Tento úkol by možná v budoucnosti mohlo splnit zobrazení magnetickou rezonancí v reálném čase.

Ověření lézí

Běžně je obkružující ablace okolo ústí plicních žil prováděna s pomocí trojrozměrného (3D) elektroanatomického mapovacího systému a dvojité transseptální punkce (TSP). Při tomto postupu jsou skrz mezisíňové septum do levé síně zavedeny dva katetry: cirkulární dekapolární katetr a ablační katetr. Stimulací z cirkulárního katetru, který je umístěn v plicní žíle, může být potvrzen nebo vyloučen výstupní blok. Pomocí stimulace z katetru v koronárním sinu může být potvrzen vstupní blok nebo může být díky nejčasnějšímu signálu z cirkulárního katetru odhaleno přerušení ablační linie. Jak již bylo dříve zmíněno, jsou pro tento postup potřebné dvě samostatné TSP. V některých případech může být obtížné provést druhou TSP (např. při velmi malých síních nebo při opakovaných výkonech se zjizveným mezisíňovým septem). Někdy však jen katetrizující lékař dává přednost provedení pouze jedné TSP, aby zvětšil prostor pro manipulaci v levé síni. V těchto případech se k odhalení přerušení ablačních linií nebo potvrzení celistvosti ablačních linií využívá strategie „pace and ablate“. Tato strategie byla testována v prospektivní studii provedené v jednom centru [23]. Nejprve byly vytvořeny lineární léze kolem obou ipsilaterálních plicních žil. Poté byly tyto linie sledovány ablačním katetrem s cílem odhalit reziduální ostré a fragmentované potenciály, které představují elektrická přerušení ablačních linií. Tato místa se zachovaným signálem byla okamžitě ablována, dokud se neobjevil pouze elektrogram vzdáleného pole. Poté byly ablační linie znovu testovány pomocí stimulace

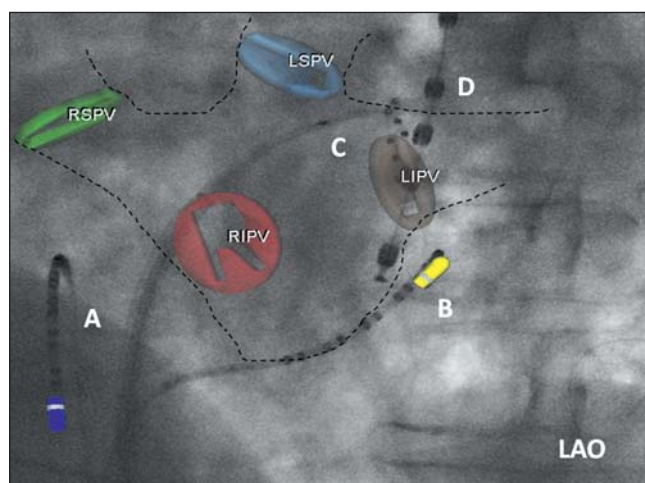
o vysoké energii prostřednictvím ablačního katetru. Pokud stimulace nevedla k depolarizaci, byla léze považována za transmuralní. Depolarizace síní tedy znamenala přerušení ablačních linií, které vyžadovalo další ablační léčbu. V dané lokalitě nebyly také dále zjištěny žádné ostré potenciály. Tímto způsobem může být přítomnost bloku v místě ablačních linií okolo ústí plicních žil testována pouze jedním katetrem. Stejným způsobem může být ověřena jakákoliv jiná ablační linie. Tato strategie „pace and ablate“ představuje jednoduchý a reprodukovatelný způsob, jak dosáhnout jasných cílových ukazatelů. Bidi-rekční blok byl zjištěn u 95 % pacientů a dlouhodobý úspěch definovaný jako nepřítomnost jakékoliv síňové tachykardie během 12měsíčního sledování byl v této prospektivní studii provedené v jednom centru 84 %.

Jak se vyvarovat časných rekonexí plicních žil

Rekurence FS u pacientů po úspěšné IPŽ je stále významný problém a často je k potlačení FS nutný více než jeden ablační výkon [24]. Rekurence je převážně způsobena obnovením elektrického vedení z primárně izolovaných plicních žil do levé síně v důsledku nedostatečné (netransmurální) ablace [25,26]. Asi ke 30 % rekonexí dojde během 30- až 60minutového intervalu vyčkávání po kompletní IPŽ. Nejčastějšími oblastmi, kde dochází k rekonexi, jsou na levé straně levé síně hrany mezi žilami a mezi horní plicní žilou a ouškem levé síně. Na pravé straně levé síně je místem, kde dojde k rekonexi, obvykle strop a dno pravostanných plicních žil [16,27]. To může být způsobeno nižším přitlakem katetru v těchto anatomických oblastech. I když je během výkonu dosažen vstupní a výstupní blok, nelze vyloučit latentně zachované vedení do plicních žil, které může být odhaleno podáním adenosinu. Pozitivní odpověď na adenosin predikuje spontánní rekonexi plicních žil po 30- až 60minutovém vyčkávacím intervalu [28]. Během hodnocení přínosu vyčkávacího intervalu po ablaci a testování pomocí adenosinu v kohortě 75 pacientů s paroxysmální FS zjistili Yamane a spol. nepřítomnost FS u 92 % těchto pacientů během průměrné doby sledování 370 dní [29]. Proto je ve vybraných případech doporučeno mimo jiné i zařazení 30minutového vyčkávacího intervalu a testování pomocí adenosinu s cílem zajistit dostatečnou IPŽ.

Trojrozměrné mapování

Konvenční skioskopie je v intervenční kardiologii stále nejdůležitější zobrazovací technikou. Nejvýznamnější výhodou skioskopie je pro elektrofyziologa skutečnost, že katetry jsou zobrazeny v reálném čase. Skioskopická kontrola z různých projekcí se používá k ověření pozice hrotu katetru. Vzhledem k tomu, že jde o dvojrozměrné zobrazení, je skioskopie, zejména při ablacích FS, spojena s významnou expozicí pacienta i lékaře rentgenovému záření [30,31]. Pro lepší orientaci při výkonu a snížení expozice rentgenovému záření byly vyvinuty a do rutinní praxe zavedeny 3D mapovací techniky [32]. Dnes jsou v klinické praxi používány dva rozdílné systémy elektroanatomického mapování. Mapovací technologie CARTO (CARTO3,



Obr. 1 – V levé přední šikmé projekci na předtočené smyčce je patrný katetr v koronárním sinu (B, žlutý hrot) a katetr v hrotu pravé komory (A, modrý hrot). Dekapolární cirkulární katetr (C) je zaveden skrz dlouhý říditelný sheath do ústí levé dolní plicní žíly – hnědý. Levá horní plicní žíla – modře; pravá horní plicní žíla – zeleně; pravá dolní plicní žíla – červeně. Sonda pro měření teploty v jícnu (D). Stěna levé síně je označena tečkovanou linií. KS – koronární sinus; LIPV – levá dolní plicní žíla; LSPV – levá horní plicní žíla; RIPV – pravá dolní plicní žíla; RSPV – pravá horní plicní žíla.

Biosense Webster, USA) je založena na vizualizaci ablačního katetru pomocí magnetického pole. Druhý elektroanatomický mapovací systém umožňuje simultánní zobrazování několika elektrod a je založen na analýze změn nitrohrudní impedance (NavX, St. Jude Medical, USA). Využívá k určení polohy měření napětí a impedance. Použití těchto systémů vedlo ke zkrácení skiaskopických časů [32,33]. Byly publikovány výsledky malého souboru 20 pacientů, kteří podstoupili ablací FS s použitím systému NavX EnSite (St. Jude Medical, USA) zcela bez použití skiaskopie, což jistě svědčí pro přesnost elektroanatomického mapování v současné době [34]. Další důležitou technologií je intrakardiální echokardiografie (ICE), která významně snižuje skiaskopický čas a délku výkonu v levé síni ve srovnání s preprocedurálním zobrazením magnetickou rezonancí (MR) [35]. Tato metoda je také důležitá pro bezpečnost výkonu při vedení transeptální punkce, titraci použité energie, rozpoznání komplikací v časném stadiu, jako je perikardiální výpotek nebo stenóza plicní žíly [36]. Nedávno byla zavedena nová technologie trojrozměrného mapování katetru, která umožňuje udržet nízkou expozici rentgenovému záření a zároveň zachovat tradiční skiaskopické zobrazení. Tato technologie zobrazuje katetr v reálném čase na pozadí konvenčních předtočených skiaskopických smyček. Tento mapovací systém (Medical Positioning System, St. Jude Medical, USA) je tvořen třemi komponentami: I) elektromagnetickým referenčním senzorem (referenční senzor pacienta), který je umístěn na horní části sternu pacienta podobně jako konvenční samolepící EKG elektroda; II) několika vysílačů, které vytvářejí sérii elektromagnetických polí o nízké intenzitě ($< 200 \mu\text{T}$); a III) pasivními jednocívkovými senzory ($< 1 \text{ mm}^3$), které mohou být součástí různých nástrojů zaváděných intrakardiálně, jako jsou elektrofyziologické ka-

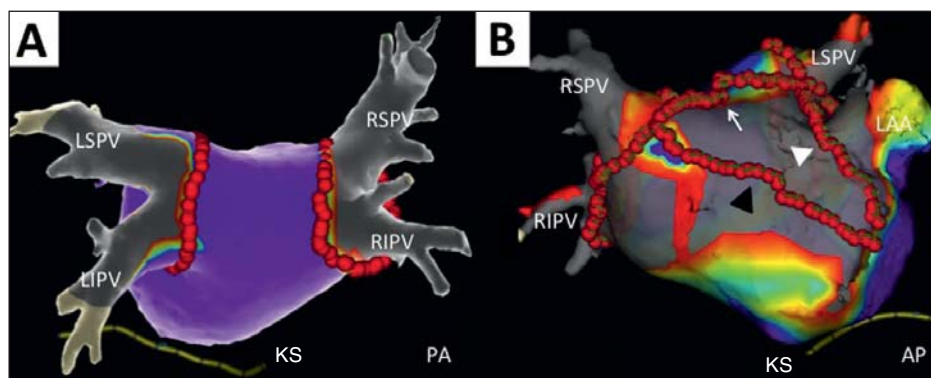
tetry, říditelná pouzdra, kardiostimulační elektrody nebo koronární vodiče [37]. Kvantitativní přesnost tohoto systému je méně než 0,5 mm pro poziční chybu a méně než 1° pro chybu orientace, což umožňuje přesnou navigaci uvnitř srdce. Systém kontinuálně zaznamenává a zpracovává informace z vysílačů signálů a EKG. Tyto informace umožňují kompenzovat pohyby srdce a respirační pohyby. Nástroj vybavený senzorem je zobrazován na pozadí předtočených a EKG synchronizovaných skiaskopických smyček (např. v levé šikmé a pravé šikmé projekci) s latencí 80 ms, která je dána dobou zpracování signálů (obr. 1). S touto technologií bylo možno zkrátit skiaskopický čas při ablací FS na 50 %, a to z 31 min na 16 min [38]. V rámci primárních zkušeností bylo při použití této technologie při ablací fibrilace síní a katetru s chlazeným hrotem vybaveným senzorem dokonce dosaženo dalšího zkrácení skiaskopického času na méně než 2 min [39].

Individualizované ablační strategie

Obkružující IPŽ se stala standardní léčbou paroxysmální FS. V současné době jsou pacienti s paroxysmální FS ošetřováni širokou antrální IPŽ, která má zabránit vzniku stenózy plicní žíly. Běžně se používají katetry s chlazeným hrotem a také strategie ablace „bod po bodu“. V rutinní klinické praxi se využívají trojrozměrné mapovací systémy, které umožňují anatomické zobrazení získané před výkonem výpočetní tomografií, usnadňují navigaci katetru a snižují radiční zátěž. Dlouhodobé pětileté sledování prokázalo u pacientů s paroxysmální FS uspokojivé výsledky. Sinusový rytmus byl po jedné nebo několika ablacích přítomen u 79 %. V této studii bylo 94 % rekurencí FS způsobeno obnovením elektrického vedení do plicních žil [40].

U pacientů s perzistující FS je optimální ablační technika stále nejistá. Úspěšnost ablace FS je u pacientů s perzistující FS významně nižší než u paroxysmální FS. Během pětiletého sledování bylo bez FS 20 % nemocných po jednom výkonu a 72 % pacientů po několika výkonech [41]. U pacientů s perzistující FS jsou ablační techniky rozsáhlejší a komplexnější a zahrnují ablací komplexních frakcionovaných síňových potenciálů (CFAE), lineární ablace (obr. 2), ablací uvnitř koronárního sinu, vena cava superior a ablací autonomních ganglií. Willems a spol. ukázali v prospektivní randomizované studii, že provedení další ablační linie na stropě levé síně a mitrálním istmu vedlo k výraznému snížení rekurence u pacientů s perzistující FS [42]. Vytvoření lineárních lézí napříč stropem levé síně nebo mezi levou dolní plicní žilou a mitrálním anulem je dnes běžným postupem při modifikaci arytmogenního substrátu v levé síni. Dosažení kompletního bloku lineární lézí bývá obtížné a časově náročné a může také vést ke vzniku makroreentry tachykardie v levé síni [43]. Některá nedávná data naopak podporují tvrzení, že přídatné ablační linie a fragmentace levé síně nezlepšují úspěšnost u perzistující FS [44].

Dalším substrátem důležitým pro udržení FS by mohly být CFAE. Tyto rychlé potenciály s mnohočetnými frakcionovanými komponentami nacházíme jak v levé, tak v pravé síni. Jsou lokalizovány především v mezisíňové přepážce (83 %), kolem plicních žil (67 %), ve stropě levé síně



Obr. 2 – Dvě elektroanatomické mapy pacientů s perzistující FS. (A) Zadopřední projekce levé síně demonstrující úspěšnou IPŽ. Tato voltážová mapa ukazuje zdravý endokard (voltáž > 0,5 mV). Jizva je zobrazena šedě (< 0,2 mV). (B) Předozadní projekce levé síně demonstruje rozsáhlý substrát v oblasti septa, který byl fragmentován dolní septální linií (černý trojúhelník), horní septální linií (bílý trojúhelník) a linií na stropě levé síně (bílá šipka). LAA – ouško levé síně; LIPV – levá dolní plicní žíla; LSPV – levá horní plicní žíla; KS – koronární sinus; RIPV – pravá dolní plicní žíla; RSPV – pravá horní plicní žíla.

(61 %), v proximální části koronárního sinu (59 %), v oblasti kavotrikuspidálního istmu (31 %) a mitrálního anulu (24 %). Zřídka je nacházíme na inferolaterální stěně pravé síně (7 %) a v horní duté žíle (4 %). Ablace CFAE může vést k ukončení FS během ablace bez nutnosti externí kardioverze [45]. CFAE mohou reprezentovat pivotní body nebo rotory, kde dochází k zachycení a rotaci excitační vlny a vzniku reentry udržující FS [46]. Prospektivní randomizovaná studie, která porovnávala ve skupině pacientů s perzistující FS účinnost lineárních ablací ve srovnání s ablací CFAE, neprokázala rozdíl v počtu pacientů, u nichž se neobjevila síňová tachykardie po jedné ablaci FS. Ačkoliv rekurence perzistentní FS byla častější ve skupině s provedenými lineárními lézemi, ve skupině po ablaci CFAE byla zase častější rekurence síňové tachykardie. Sledování bez rekurence jakékoliv síňové tachykardie a nutnosti reablace bylo téměř stejné v obou skupinách [47]. Studie CONFIRM provedená v nedávné době testovala hypotézu, zda ablace CFAE může pozitivně ovlivnit výsledky ablace FS. Modifikace center fokálních impulsů a rotorů (FIRM) spojená s konvenční ablací (skupina FIRM-guided) byla srovnávána se samostatnou konvenční ablací (skupina FIRM-blinded). Primární cílový ukazatel (ukončení FS nebo trvalé zpomalení FS) byl dosažen v 86 % ve skupině FIRM-guided a ve 20 % ve skupině FIRM-blinded. Během 273denního sledování bylo po jednom výkonu bez FS 82,4 % pacientů ve skupině FIRM-guided versus 44,9 % ve skupině FIRM-blinded, což představuje statisticky významně lepší výsledek ve skupině FIRM-guided [48]. K ověření tohoto nového přístupu je potřeba provedení dalších studií a srovnání výsledků dlouhodobého sledování se skutečnými klinickými výsledky.

Skupina z Bordeaux kolem Michela Haissaguerrea a Pierra Jaise nedávno napadla koncept ablace CFAE. Výzkumníci použili mapování levé síně s vysokou densitou bodů (> 400 bodů) a ukázali, že rozložení CFAE je významně závislé na přítomném rytmu [49]. Frakcionované potenciály během sinusového rytmu nebo

stimulace z koronárního sinu byly převážně důsledkem kolizí excitačních vln. Tudiž se nezdá, že by lokalizace těchto míst během sinusového rytmu vedla k identifikaci arytmogenního substrátu. Navíc bylo zjištěno, že tato místa ve stěně síní mají často normální voltáž, a neobsahují tedy jizevnatou tkáň. Většina míst s CFAE korespondovala s oblastmi kolize excitačních vln, a tudíž se zdá, že jejich úloha je pro udržení FS méně významná. Je poměrně časté, že u pacientů s perzistující FS nacházíme během mapování při sinusovém rytmu v levé síní normální voltáž (> 1,0 mV), což svědčí proti přítomnosti jizevnaté tkáně. Je tedy otázkou, zda jsou dodatečné ablační linie a ablace fragmentovaných síňových potenciálů paušálně u každého pacienta s perzistující FS přínosné. Místo rozhodování o způsobu ablace jen na základě anamnestických údajů o FS by mohl být vhodnější individualizovaný přístup, kdy se při rozhodování o provedení ablačních linií bere v úvahu konkrétní arytmogenní substrát daného pacienta. Ablace v oblasti tkáně s normální voltáží může vést ke vzniku proarytmogenního substrátu pro makroreentry tachykardie v levé síní. Z klinické praxe víme, že pacienti trpící těmito arytmiemi jsou většinou velmi symptomatictí [50]. V nedávné době byly zveřejněny informace o novém neinvazivním elektrokardiografickém mapovacím systému kombinujícím data ze záznamu povrchového EKG získaného prostřednictvím vesty obsahující 252 elektrod, umístěné na trup nemocného, a anatomie obou síní získané prostřednictvím CT (Cardiolnsight Inc., USA), vyvinutém s cílem neinvazivního určení ablační strategie u nemocných se síňovou tachykardií [51]. Pokud by byl tento systém použitelný i u nemocných s FS, bylo by možno individualizovat ablační strategie pro jednotlivé pacienty a zlepšit výsledky katetrizační ablace.

Dodnes neexistuje stále jasný a jednoznačný koncept, jak optimálně rozšířit konvenční IPŽ u pacientů s perzistující FS o doplňující ablační strategie. U pacientů podstupujících ablací FS probíhají stále další studie zabývající se těmito otázkami.

Komplikace

Katetrizační ablace FS je nepochybně jedním z nekomplexnějších výkonů v srdeční elektrofyziologii. Riziko komplikací je tudíž vyšší než při ablací jakékoliv jiné arytmie. Nutnost transseptálního přístupu, intrakardiální manipulace s katetry a ablace jemných struktur, jako je stěna levé síně, vedou k celkovému výskytu závažných komplikací kolem 4,54 %. Vznik srdeční tamponády byl v celosvětovém průzkumu ablace FS uváděn v 1,31 %. Srdeční tamponáda je nejčastější (25 %) příčinou periprocedurálního úmrtí, k němuž dochází v 0,15 % případů [24,52]. Při péči o nemocné po ablací FS je vždy nutné počítat i s možností pozdní tamponády (> jednu hodinu po ablací). Cévní komplikace jako pseudoaneurysmata a arteriovenózní píštěle, vyskytující se v cca 1,5 % případů, vznikají jako následek větší velikosti a počtu žilních sheathů a vedou k nárůstu morbidity a nutnosti dodatečné léčby [24]. Další závažnou komplikací ablace FS jsou cévní mozkové příhody (CMP), které mohou být způsobeny tromboembolií nebo embolizací vzduchu. Zatímco v literatuře se uvádí incidence tromboembolie 0–7 %, v celosvětovém průzkumu ablací FS byla CMP nebo transitorní ischemická ataka uváděna v cca 1 % případů a klinicky nemá mikroembolizace v přibližně 17 % případů [24,53]. Dopad mikroembolizací na neurologické a neurokognitivní funkce není dosud objasněn a je předmětem probíhajícího výzkumu. Stenóza plicní žíly je v současné době díky použití široké antrální ablace již vzácnou komplikací (1,3 %) a intervence je nutná jen u 0,3–0,6 % ablovaných pacientů [24,54]. Přetrvávající paréza nervus frenicus se vyskytuje u 0,17 % pacientů. Riziko poškození nervus frenicus je možno snížit použitím stimulace o vysoké energii před zahájením ablace, zejména pokud je prováděna v oblasti kolem pravé horní plicní žíly a horní duté žíly [5]. Atrioezofageální píštěl se vyskytuje u méně než 0,1–0,25 % ablací FS. Vzhledem k velmi vysoké mortalitě (80 %) je však nutné se vzniku píštěle mezi jícnem a levou síní všemi možnými prostředky vyvarovat [5,24]. Pacient by měl být informován, že ke vzniku příznaků tohoto onemocnění dochází opožděně (dva až čtyři týdny po výkonu) a že je nutno tři týdny po výkonu užívat inhibitory protonové pumpy.

Je tedy zřejmé, že vzhledem k potenciálnímu riziku závažných komplikací, přestože je jejich výskyt přijatelně nízký, je nutno brát velmi vážně výběr pacientů a získávání informovaného souhlasu (tabulka 1).

Tabulka 1 – Závažné komplikace

Typ komplikace	Výskyt (%)
Cévní komplikace	1,50
Srdeční tamponáda	1,31
CMP, TIA	1,00
Stenóza plicní žíly*	0,3–0,6
Atrioezofageální píštěl	0,04–0,25
Paréza nervus frenicus	0,17
Úmrtí	0,15

CMP – cévní mozková příhoda; TIA – transitorní ischemická ataka.

* vyžadující intervenci

Závěr

Katetrizační ablace je v současné době u pacientů se symptomatickou FS na předním místě léčebného algoritmu a vedla k významnému zlepšení kvality života těchto nemocných. Výskyt komplikací je nízký, ale komplikace mohou být závažné a život ohrožující. Katetrizační ablací fibrilace síní by měl provádět pouze zkušený elektrofyziolog a pouze v centru s dostatkem zkušeností s těmito nemocnými. Úspěšnost ablace je u pacientů s paroxysmální FS kolem 80 %, ale často je nutný více než jeden výkon. Úloha katetrizační ablace je u pacientů s perzistující FS méně jasná. Mechanismus FS a nové léčebné strategie cílené na toto onemocnění jsou neustále předmětem výzkumu.

Prohlášení autorů o možném střetu zájmů

Autor přijal honoráře za přednášky pro společnosti Daiichi Sankyo, Boehringer Ingelheim, Biotronik, Medtronic a St. Jude Medical.

Financování

Autorovi nebyla poskytnuta finanční podpora za vedení výzkumu ani přípravu tohoto článku.

Prohlášení autorů o etických aspektech publikace

Vzhledem k tomu, jak byl tento přehledový článek napsán, prohlášení o etických aspektech publikace není nutné.

Literatura

- [1] S.P. Thomas, P. Sanders, Catheter ablation for atrial fibrillation, *Heart, Lung and Circulation* 21 (6–7) (2012) 395–401.
- [2] A. Noheria, A. Kumar, J.V. Wylie Jr., M.E. Josephson, Catheter ablation vs antiarrhythmic drug therapy for atrial fibrillation: a systematic review, *Archives of Internal Medicine* 168 (6) (2008) 581–586.
- [3] A.J. Camm, G.Y. Lip, R. De Caterina, et al., 2012 focused update of the ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation: An update of the 2010 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation, *Europace* 14 (10) (2012) 1385–1413.
- [4] C. Jons, P.S. Hansen, A. Johannessen, et al., The Medical Antiarrhythmic Treatment or Radiofrequency Ablation in Paroxysmal Atrial Fibrillation (MANTRA-PAF) trial: clinical rationale, study design, and implementation, *Europace* 11 (7) (2009) 917–923.
- [5] H. Calkins, K.H. Kuck, R. Cappato, et al., 2012 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, *Heart Rhythm* 9 (4) (2012) 632–696.
- [6] M. Haissaguerre, P. Jais, D.C. Shah, et al., Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins, *The New England Journal of Medicine* 339 (10) (1998) 659–666.
- [7] C. Pappone, S. Rosanio, G. Oreto, et al., Circumferential radiofrequency ablation of pulmonary vein ostia: a new anatomic approach for curing atrial fibrillation, *Circulation* 102 (21) (2000) 2619–2628.
- [8] E.P. Gerstenfeld, D.J. Callans, S. Dixit, et al., Incidence and location of focal atrial fibrillation triggers in patients undergoing repeat pulmonary vein isolation: implications for ablation strategies, *Journal of Cardiovascular Electrophysiology* 14 (7) (2003) 685–690.

- [9] A. Kourliouros, I. Savelieva, A. Kiotsekoglou, et al., Current concepts in the pathogenesis of atrial fibrillation, *American Heart Journal* 157 (2) (2009) 243–252.
- [10] G.K. Moe, W.C. Rheinboldt, J.A. Abildskov, A computer model of atrial fibrillation, *American Heart Journal* 67 (1964) 200–220.
- [11] H. Oral, A. Chugh, K. Yoshida, et al., A randomized assessment of the incremental role of ablation of complex fractionated atrial electrograms after antral pulmonary vein isolation for long-lasting persistent atrial fibrillation, *Journal of the American College of Cardiology* 53 (9) (2009) 782–789.
- [12] R. Weerasooriya, P. Khairy, J. Litalien, et al., Catheter ablation for atrial fibrillation: are results maintained at 5 years of follow-up?, *Journal of the American College of Cardiology* 57 (2) (2011) 160–166.
- [13] S. Knecht, M. Hocini, M. Wright, et al., Left atrial linear lesions are required for successful treatment of persistent atrial fibrillation, *European Heart Journal* 29 (19) (2008) 2359–2366.
- [14] V.Y. Reddy, D. Shah, J. Kautzner, et al., The relationship between contact force and clinical outcome during radiofrequency catheter ablation of atrial fibrillation in the TOCCATA study, *Heart Rhythm* 9 (11) (2012) 1789–1795.
- [15] S. Kumar, J.B. Morton, J. Lee, et al., Prospective characterization of catheter-tissue contact force at different anatomical sites during antral pulmonary vein isolation, *Circulation. Arrhythmia and Electrophysiology* 5 (6) (2012) 1124–1129. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCEP.112.972208>. Epub 2012 Oct 19. PMID: 23087399 [PubMed – indexed for MEDLINE].
- [16] K. Rajappan, P.M. Kistler, M.J. Earley, et al., Acute and chronic pulmonary vein reconnection after atrial fibrillation ablation: a prospective characterization of anatomical sites, *Pacing and Clinical Electrophysiology: PACE* 31 (12) (2008) 1598–1605.
- [17] C. Piorkowski, H. Kottkamp, J.H. Gerds-Li, et al., Steerable sheath catheter navigation for ablation of atrial fibrillation: a case-control study, *Pacing and Clinical Electrophysiology: PACE* 31 (7) (2008) 863–873.
- [18] A. Arya, G. Hindricks, P. Sommer, et al., Long-term results and the predictors of outcome of catheter ablation of atrial fibrillation using steerable sheath catheter navigation after single procedure in 674 patients, *Europace* 12 (2) (2010) 173–180.
- [19] C. Piorkowski, C. Eitel, S. Rolf, et al., Steerable versus nonsteerable sheath technology in atrial fibrillation ablation: a prospective, randomized study, *Circulation. Arrhythmia and Electrophysiology* 4 (2) (2011) 157–165.
- [20] K. Yokoyama, H. Nakagawa, D.C. Shah, et al., Novel contact force sensor incorporated in irrigated radiofrequency ablation catheter predicts lesion size and incidence of steam pop and thrombus, *Circulation. Arrhythmia and Electrophysiology* 1 (5) (2008) 354–362.
- [21] M. Martinek, C. Lemes, E. Sigmund, et al., Clinical impact of an open-irrigated radiofrequency catheter with direct force measurement on atrial fibrillation ablation, *Pacing and Clinical Electrophysiology: PACE* 35 (11) (2012) 1312–1318.
- [22] C. Piorkowski, H. Sih, P. Sommer, et al., First in human validation of impedance-based catheter tip-to-tissue contact assessment in the left atrium, *Journal of Cardiovascular Electrophysiology* 20 (12) (2009) 1366–1373.
- [23] C. Eitel, G. Hindricks, P. Sommer, et al., Circumferential pulmonary vein isolation and linear left atrial ablation as a single-catheter technique to achieve bidirectional conduction block: the pace-and-ablate approach, *Heart Rhythm* 7 (2) (2010) 157–164.
- [24] R. Cappato, H. Calkins, S.A. Chen, et al., Updated worldwide survey on the methods, efficacy, and safety of catheter ablation for human atrial fibrillation, *Circulation. Arrhythmia and Electrophysiology* 3 (1) (2010) 32–38.
- [25] K. Nanthakumar, V.J. Plumb, A.E. Epstein, et al., Resumption of electrical conduction in previously isolated pulmonary veins: rationale for a different strategy?, *Circulation* 109 (10) (2004) 1226–1229.
- [26] F. Ouyang, M. Antz, S. Ernst, et al., Recovered pulmonary vein conduction as a dominant factor for recurrent atrial tachyarrhythmias after complete circular isolation of the pulmonary veins: lessons from double Lasso technique, *Circulation* 111 (2) (2005) 127–135.
- [27] X.H. Wang, X. Liu, Y.M. Sun, et al., Early identification and treatment of PV re-connections: role of observation time and impact on clinical results of atrial fibrillation ablation, *Europace* 9 (7) (2007) 481–486.
- [28] T. Datino, L. Macle, X.Y. Qi, et al., Mechanisms by which adenosine restores conduction in dormant canine pulmonary veins, *Circulation* 121 (8) (2010) 963–972.
- [29] T. Yamane, S. Matsuo, T. Date, et al., Repeated provocation of time – and ATP-induced early pulmonary vein reconnections after pulmonary vein isolation: eliminating paroxysmal atrial fibrillation in a single procedure, *Circulation. Arrhythmia and Electrophysiology* 4 (5) (2011) 601–608.
- [30] L. Macle, R. Weerasooriya, P. Jais, et al., Radiation exposure during radiofrequency catheter ablation for atrial fibrillation, *Pacing and Clinical Electrophysiology: PACE* 26 (1 Pt 2) (2003) 288–291.
- [31] L. Lickfett, M. Mahesh, C. Vasamreddy, et al., Radiation exposure during catheter ablation of atrial fibrillation, *Circulation* 110 (19) (2004) 3003–3010.
- [32] H.L. Estner, I. Deisenhofer, A. Luik, et al., Electrical isolation of pulmonary veins in patients with atrial fibrillation: reduction of fluoroscopy exposure and procedure duration by the use of a non-fluoroscopic navigation system (NavX), *Europace* 8 (8) (2006) 583–587.
- [33] M. Scaglione, L. Biasco, D. Caponi, et al., Visualization of multiple catheters with electroanatomical mapping reduces X-ray exposure during atrial fibrillation ablation, *Europace* 13 (7) (2011) 955–962.
- [34] V.Y. Reddy, G. Morales, H. Ahmed, et al., Catheter ablation of atrial fibrillation without the use of fluoroscopy, *Heart Rhythm* 7 (11) (2010) 1644–1653.
- [35] C. Pratola, E. Baldo, P. Artale, et al., Different image integration modalities to guide AF ablation: impact on procedural and fluoroscopy times, *Pacing and Clinical Electrophysiology: PACE* 34 (4) (2011) 422–430.
- [36] C.P. Ruisi, N. Brysiewicz, J.D. Asnes, et al., Use of intracardiac echocardiography during atrial fibrillation ablation, *Pacing and Clinical Electrophysiology: PACE* 36 (6) (2013) 781–788.
- [37] M.Y. Flugelman, A. Shiran, D. Nusimovici-Avadis, et al., Medical positioning system: a technical report. *EuroIntervention* 4 (1) (2008) 158–160.
- [38] S. Rolf, P. Sommer, T. Gaspar, et al., Ablation of atrial fibrillation using novel 4-dimensional catheter tracking within autoregistered left atrial angiograms, *Circulation. Arrhythmia and Electrophysiology* 5 (4) (2012) 684–690.
- [39] P. Sommer, S. Rolf, T. Gaspar, et al., Non-fluoroscopic catheter tracking for interventional electrophysiology procedures: the MediGuide System, *The Journal of Innovations in Cardiac Rhythm Management* (2012) 922–929.
- [40] F. Ouyang, R. Tilz, J. Chun, et al., Long-term results of catheter ablation in paroxysmal atrial fibrillation: lessons from a 5-year follow-up, *Circulation* 122 (23) (2010) 2368–2377.
- [41] R.R. Tilz, A. Rillig, A.M. Thum, et al., Catheter ablation of long-standing persistent atrial fibrillation: 5-year outcomes of the hamburg sequential ablation strategy, *Journal of the American College of Cardiology* 60 (19) (2012) 1921–1929.
- [42] S. Willems, H. Klemm, T. Rostock, et al., Substrate modification combined with pulmonary vein isolation

- improves outcome of catheter ablation in patients with persistent atrial fibrillation: a prospective randomized comparison, *European Heart Journal* 27 (23) (2006) 2871–2878.
- [43] N. Sawhney, R. Anousheh, W. Chen, G.K. Feld, Circumferential pulmonary vein ablation with additional linear ablation results in an increased incidence of left atrial flutter compared with segmental pulmonary vein isolation as an initial approach to ablation of paroxysmal atrial fibrillation, *Circulation. Arrhythmia and Electrophysiology* 3 (3) (2010) 243–248.
- [44] Y. Lin, W. Ju, B. Yang, et al., Does linear ablation and defragmentation really improve the success rate of persistent AF? Follow-up results and electrophysiological findings from 169 consecutive patients, *International Journal of Cardiology* 168 (1) (2013) 452–457. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2012.09.129>. Epub 2012 Oct 24.
- [45] K. Nademanee, J. McKenzie, E. Kosar, et al., A new approach for catheter ablation of atrial fibrillation: mapping of the electrophysiologic substrate, *Journal of the American College of Cardiology* 43 (11) (2004) 2044–2053.
- [46] J. Jalife, Rotors and spiral waves in atrial fibrillation, *Journal of Cardiovascular Electrophysiology* 14 (7) (2003) 776–780.
- [47] H.L. Estner, G. Hessling, R. Biegler, et al., Complex fractionated atrial electrogram or linear ablation in patients with persistent atrial fibrillation—a prospective randomized study, *Pacing and Clinical Electrophysiology: PACE* 34 (8) (2011) 939–948.
- [48] S.M. Narayan, D.E. Krummen, K. Shivkumar, et al., Treatment of atrial fibrillation by the ablation of localized sources: CONFIRM (Conventional Ablation for Atrial Fibrillation With or Without Focal Impulse and Rotor Modulation) trial, *Journal of the American College of Cardiology* 60 (7) (2012) 628–636.
- [49] A.S. Jadidi, E. Duncan, S. Miyazaki, et al. Functional nature of electrogram fractionation demonstrated by left atrial high-density mapping, *Circulation. Arrhythmia and Electrophysiology* 5 (1) (2012) 32–42.
- [50] E.G. Daoud, R. Weiss, R. Augostini, et al., Proarrhythmia of circumferential left atrial lesions for management of atrial fibrillation, *Journal of Cardiovascular Electrophysiology* 17 (2) (2006) 157–165.
- [51] A.J. Shah, M. Hocini, O. Xhaet, et al., Validation of novel 3D electrocardiographic mapping of atrial tachycardias by invasive mapping and ablation: a multicenter study, *Journal of the American College of Cardiology* 62 (10) (2013) 889–897. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2013.03.082>. Epub 2013 May 30.
- [52] R. Cappato, H. Calkins, S.A. Chen, et al., Prevalence and causes of fatal outcome in catheter ablation of atrial fibrillation, *Journal of the American College of Cardiology* 53 (19) (2009) 1798–1803.
- [53] T. Deneke, D.I. Shin, O. Balta, et al., Postablation asymptomatic cerebral lesions: long-term follow-up using magnetic resonance imaging, *Heart Rhythm* 8 (11) (2011) 1705–1711.
- [54] R. Cappato, H. Calkins, S.A. Chen, et al., Worldwide survey on the methods, efficacy, and safety of catheter ablation for human atrial fibrillation, *Circulation* 111 (9) (2005) 1100–1105.

Z anglického originálu přeložila MUDr. Tereza Benešová.