

FIBRILÁCIA PREDSIENÍ V KONTEXTE AKTUÁLNYCH POZNATKOV – INOVATÍVNE METÓDY KATÉTROVEJ ABLÁCIE (časť 3)

Atrial fibrillation in the context of current knowledge – Innovative methods of catheter ablation (part 3)

Adrian BYSTRIANSKY¹, Katarína GAZDÍKOVÁ², Marianna BYSTRIANSKA³, Peter MIKUS⁴, Juraj DEGLOVIČ⁵, Andrea KALAVSKÁ⁶

¹Stredoslovenský ústav srdcových a cievnych chorôb, a. s., Oddelenie arytmií, II. klinika kardiológie a angiológie SZU, prednosta MUDr. G. Kaliská, CSc.

²Lekárska fakulta Slovenskej zdravotníckej univerzity v Bratislave, Katedra všeobecného lekárstva, prednosta Dr.h.c. prof. MUDr. Mgr. K. Gazdíková, PhD., MPH

³II. interná klinika Slovenskej zdravotníckej univerzity, FNŠP F.D.R. Banská Bystrica, prednosta doc. MUDr. Ľ. Skladaný, PhD.

⁴Univerzitná nemocnica Bratislava, Klinika geriatrickej SZU a UNB, prednosta MUDr. P. Mikus, PhD.

⁵Lekárska fakulta Slovenskej zdravotníckej univerzity v Bratislave, Katedra zubného lekárstva, prednosta (doc. MUDr. J. Deglovič, PhD., MPH

⁶Univerzitná nemocnica Bratislava, I. interná klinika SZU a UNB, prednosta doc. MUDr. M. Žigrai, PhD.

Abstrakt

V súlade s narastajúcimi poznatkami a skúsenosťami sa katéetrová ablácia fibrilácie predsiení postupne zlepšovala v rôznych oblastiach a rôznych úrovniach. Zdokonaľovali sa technické a technologické aspekty výkonu, prehodnocovali sa rôzne ablačné stratégie a implementovali sa viac alebo menej inovatívne postupy. V práci sa zameriavame na kľúčové a zásadné inovácie, ktoré mali reálny dopad na klinickú prax na Slovensku (obr. 12, lit. 23). Text v PDF www.lekarskyobzor.sk.
KLÚČOVÉ SLOVÁ: fibrilácia predsiení, katéetrová ablácia, inovatívne postupy.
 Lek Obz 2026, 75 (1): 9-16

Abstract

In line with increasing knowledge and experience, catheter ablation of atrial fibrillation has gradually improved in various areas and at various levels. Technical and technological aspects of the procedure have been improved, various ablation strategies have been re-evaluated, and more or less innovative procedures have been implemented. In this paper, we focus on key and fundamental innovations that have had a real impact on clinical practice in Slovakia (Fig. 12, Ref. 23). Text in PDF www.lekarskyobzor.sk.
KEY WORDS: atrial fibrillation, catheter ablation, innovative procedures.
 Lek Obz 2026, 75 (1): 9-16

Úvod

V súlade s narastajúcimi poznatkami a skúsenosťami sa katéetrová ablácia fibrilácie predsiení (FP) postupne zlepšovala v rôznych oblastiach a rôznych úrovniach. Zdokonaľovali sa technické a technologické aspekty výkonu, prehodnocovali sa rôzne ablačné stratégie a implementovali sa viac alebo menej inovatívne postupy.

Inovácie v 3D elektroanatomickom mapovaní FP

Prvý 3D elektroanatomický mapovací (EAM) systém – CARTO bol vytvorený koncom minulého milénia (4) a vytvoril základ pre unikátny pohľad na arytmiu, ich patofyziológiu, diagnostiku, ako aj liečbu pomocou katéetrovej ablácie. Postupne sa etablovali ďalšie 3D EAM

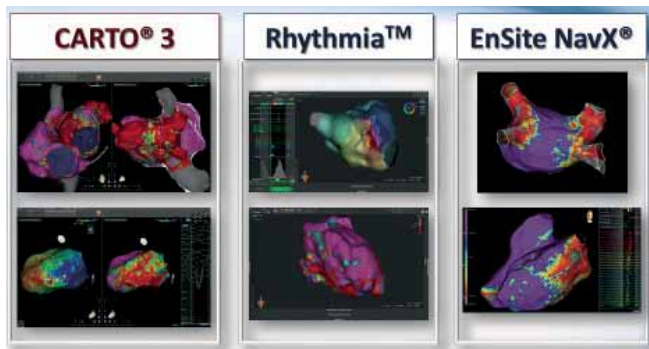
systémy na princípe elektromagnetickej alebo impedančnej navigácie, resp. ich kombinácií. Na Slovensku sú etablované systémy: CARTO®, EnSite NavX® a Rhythmia™ (obr. 1). Recentnou novinkou je systém Affer™, s ktorým sú aktuálne len iniciálne klinické skúsenosti v SR.

Systémy **3D EAM založené na impedancii** využívajú transtorakálne elektrické pole na lokalizáciu katétra, ktoré je vytvorené povrchovými nalepovacími elektródami, ktoré vysielajú vysokofrekvenčný elektrický signál v troch ortogonálnych osiach. Medzi nevýhody patrí, že pole je nelineárne, impedancia je ovplyvnená zmenami vlastností tkaniva, hydratáciou pacienta alebo inými vitálnymi zmenami v priebehu výkonu.

Obrázok 1. 3D elektroanatomické mapovanie systémy arytmií (Bystriansky, 2025).

Sofistikované 3D elektroanatomické mapovacie systémy, ktoré sa používajú na Slovensku v diagnostike a liečbe arytmií pomocou katérovej ablácie. Znárodné sú mapovania aj s vizualizáciou arytmogénneho substrátu alebo mechanizmu arytmie v oblasti predsiení (horné obrázky) alebo komôr (spodné obrázky) pomocou 3D EAM systémov: CARTO®, EnSite NavX® a Rhythmia™.

Figure 1. 3D electroanatomical mapping systems for arrhythmias (Bystriansky, 2025).



Podstatou 3D EAM systémov založených na magnetickom poli je lokalizácia katétra intrakardiálne na základe súradníc v 3 paralelných magnetických poliach, ktoré sú vytvorené v oblasti hrudníka pacienta. Ich prednosťou je vyššia presnosť a stabilita zobrazenia, sú menej dependentné od orgánových a tkanivových zmien. Na vizualizáciu katérov sú potrebné kompatibilné magnetické senzory, takže vytváranie máp je možné len s dedikovanými katétami.

Systémy sa hardvérovo aj softvérovo zdokonaľovali, vrátane integrácie ďalších zobrazovacích modalít (CT alebo MRI) s fúziou 3D mapy srdcových dutín alebo štruktúr.

Obrázok 2. Prehľad multipolárnych HD mapovacích katérov (22).
Figure 2. Overview of a multipolar HD mapping catheters (22).

Katéter	Advisor HD Grid	Reflexion HD	Lasso	Pentaray	Octaray	Optrell	Intellimap Orion
Výrobca	Abbott	Abbott	Biosense Webster	Biosense Webster	Biosense Webster	Biosense Webster	Boston Scientific
Katéter schéma							
Počet elektród	16	20	10-20	22	48	48	64
Vzdialenosť elektród	3 mm	2-7-2 mm	4.5 mm (15 mm) 6.0 mm (20 mm) 8.0 mm (25 mm) 2-6-2 mm (variabilný 15-25 mm)	4-4-4 mm 2-6-2 mm	3-3-3-3-3 mm 2-2-2-2-2 mm 2-5-2-5-2 mm	2.4 mm	2.5 mm
Veľkosť elektród	1 mm	1 mm	1 mm	0.76 mm	0.46 mm	0.46 mm 0.9 mm ²	0.4 mm ²

Významnou inováciou bolo zavedenie **vysokodenzného mapovania s vysokou rozlišovacou schopnosťou (HD/HR)** pomocou špeciálnych sofistikovaných multielektrodových mapovacích katérov (obr. 2).

Na obrázku 2 je zobrazený multipolárny HD mapovací katéter v 3D EAM systéme CARTO a na obrázku 3 3D EAM ľavej aj pravej predsienne u pacienta s perzistujúcou FP.

Obrázok 3. Zobrazenie multipolárneho HD mapovacieho katétra v 3D EAM systéme CARTO (Bystriansky, 2025).

Multipolárny HD mapovací katéter počas 3D EAM mapovania LP na jej zadnej stene. Viditeľné sú tenké „spliny“ s miniaturizovanými elektródami.

Figure 3. Display of a multipolar HD mapping catheter in the CARTO 3D EAM system (Bystriansky, 2025).



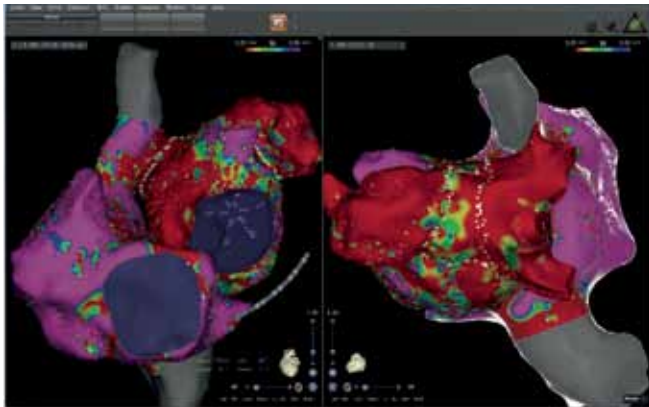
Hlavným prínosom HD/HR mapovania je jedinečná identifikácia aj diskretných zmien elektrických vlastností myokardu, znakov elektrickej remodelácie, aktivácie arytmií a celkovo vizualizácia arytmogénneho substrátu komplexných porúch rytmu.

Pokročilé formy predsieňových arytmií, perzistujúca alebo dlhodobo perzistujúca FP, rovnako inestetné formy predsieňových tachykardií (AT) sú zvyčajne následkom významnej remodelácie predsiení na úrovni anatomickej, štruktúrnej aj elektrickej, ktorá má komplexný charakter (5). Práve pomocou 3D EAM systémov možno do veľkej miery objasniť vznik a mechanizmus arytmie. Pomáha tomu substrátové bipolárne mapovanie predsiení (obr. 4) a v prípade pokračujúcej arytmie aj aktivačné mapovanie arytmie s vizualizáciou zvyčajne reentry alebo fokálneho mechanizmu arytmie. Samostatnou skupinou sú pacienti s recidívami komplexných typov arytmií po predchádzajúcich abláciách (obr. 5 a 6).

Obrázok 4. Zobrazenie 3D EAM ľavej aj pravej predsieni u pacienta s perzistujúcou FP (Bystriansky, 2025).

3D EAM CARTO systém s HD mapou LP a PP s vizualizáciou pokročilej elektrickej remodelácie a komplexného arytmogénneho substrátu perzistujúcej FP.

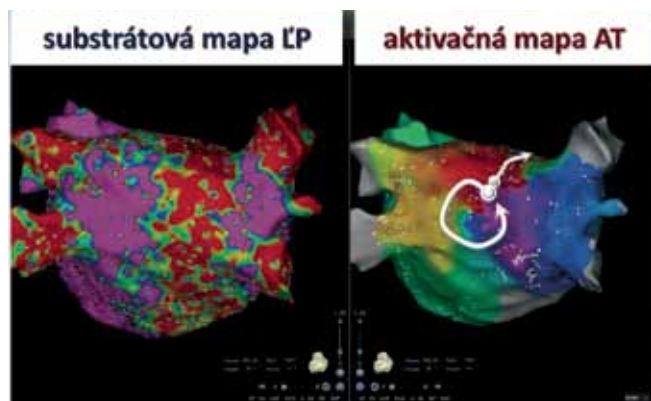
Figure 4. 3D EAM view of the left and right atria in a patient with persistent AF (Bystriansky, 2025).



Obrázok 5. Ukážka 3D EAM HD mapovania incesantnej AT (Bystriansky, 2025).

3D EAM HD mapovanie incesantnej predsieňovej tachykardie (AT) s lokalizovaným reentry na zadnej stene LP v teréne významnej štruktúrnej a elektrickej remodelácie predsieni. Zobrazená je substrátová, bipolárna mapa LP (vľavo) a zároveň aktivačná mapa incesantnej AT s ilustráciou reentry okruhu (vpravo).

Figure 5. Demonstration of 3D EAM HD mapping of incessant AT (Bystriansky, 2025).



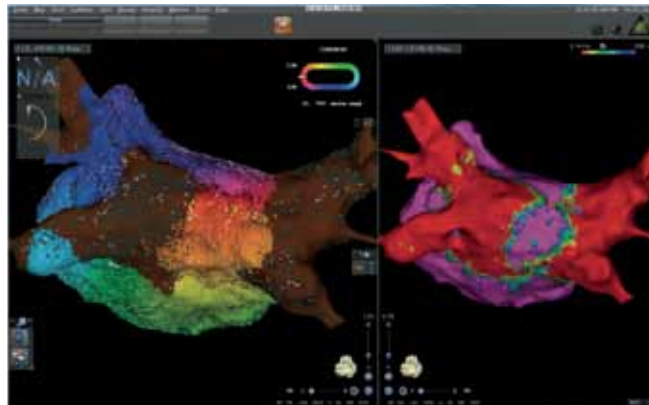
Používanie 3D EAM systémov znižuje skiaskopický čas, dávku, ako aj záťaž pre pacienta a personál. Ich súčasťou sú sofistikované algoritmy monitorovania kvali-

ty katétrej ablácie, čím sa zvyšuje efektívnosť a bezpečnosť výkonu. Obsluha týchto systémov si vyžaduje špecializovaný tím biomedicínskych technikov a inžinierov. Najnovšie vznikajú SW riešenia potenciované umelou inteligenciou pre hodnotenie spacio-temporálnej disperzie.

Obrázok 6. Ukážka 3D EAM HD mapovania atypického stropného flutteru LP (Bystriansky, 2025).

3D EAM HD mapovanie incesantného atypického flutteru predsiení, tzv. roof-dependentný flutter predsiení u pacienta po predchádzajúcej komplexnej RF ablácii LP pre fibriláciu predsiení s pretrvávajúcou IPV ale rekonexiou lineárnych lézií na zadnej stene (BOX). Zobrazená je substrátová, bipolárna mapa LP (vpravo) a zároveň aktivačná mapa atypického flutteru (vľavo).

Figure 6. Demonstration of 3D EAM HD mapping of atypical ceiling flutter LA (Bystriansky, 2025).



Napriek príchodu nových ablačných technológií je miesto 3D EAM systémov pri komplexných arytmiách stále nezastupiteľné.

Inovácie v rádiovfrekvenčnej ablácii fibrilácie predsiení

Rádiovfrekvenčná (RF) energia je historicky najpoužívanejšou metódou katérových ablácií arytmií, vrátane FP. Inovácie v RF ablácii dominovali pri akcelerácii vývoja technológií katérovej ablácie FP.

A. Ablčný index a CLOSE protokol

Po nástupe RF ablačných katérov so senzom kontaktu (Contact Force, CF) s možnosťou merania sily a vektora prítlaku s tkanivom sa do klinickej praxe zaviedli automatizované algoritmy RF ablácie pomocou indexov: Force Time Integral (FTI), Lesion Size Index (LSI) a Ablation Index (AI). Sú to kompozitné indexy, ktoré integrujú podstatné parametre RF ablácie: výkon (W), kontaktnú silu (CF v gramoch), čas aplikácie (s) a stabilitu polohy katétra. Dosažená hodnota indexu koreluje s veľkosťou a hĺbkou vytváraného lézie (2). Vzorec sa môže mierne líšiť v závislosti od výrobcu systému, ale princíp zostáva rovnaký. Cieľové hodnoty AI v predsieni sa mierne odlišujú v závislosti od oblastí: predná stena a septum ≥ 550 , zadná stena ≥ 380 (400). Ich dosiahnutie predikuje durabilitu ablačnej lézie. AI umožňuje štandardizovanejší prístup k tvorbe lézií, najmä v kontexte HPSD, kde je samotný čas aplikácie veľmi krátky. Sú plne integrované v 3D elektroanatomic-

kých mapovacích systémoch. Vyhodnocujú kvalitu RF ablácie v reálnom čase, čím sa výrazne zvyšuje efektívnosť, reprodukcibilita a bezpečnosť procedúr (2, 8, 7).

V roku 2018 bol publikovaný postup RF ablácie FP pomocou **CLOSE protokolu**, ktorý kombinuje ablačný index so sledovaním vzdialenosti jednotlivých aplikácií (inter-lesion distance – ILD) s kritickou hodnotou < 6 mm. Dodržaním tohto protokolu sa potvrdilo zabezpečenie maximálnej kontinuity ablačných lézií s minimalizáciou gapov vedenia (obr. 7). Štúdia skúmala účinnosť a bezpečnosť ablačného protokolu CLOSE pri RF ablácii paroxyzmálnej FP. Potvrdila sa klinická efektívnosť, vyšší podiel „first-pass“ IPV, skrátenie RF aj procedurálneho času a zároveň porovnateľný bezpečnostný profil. V jednoročnom sledovaní bola klinická efektívnosť (absencia FP/AT) 94 % vs. 80 %. Ako riziká rekonexie sa zistili: vzdialenosť medzi léziami > 6 mm a/alebo AI < 400/550 (15, 20).

B. Vysokovýkonná RF ablácia (HPSD)

Inováciou štandardnej RF ablácie je vysokovýkonná RF ablácia, tzv. **High Power Short Duration (HPSD) ablácia** (obr. 8) s použitím podstatne vyššieho výkonu ablácie: 50 – 90 W s výrazne kratším časom aplikácie: 4 – 10 sekúnd. Očakávaným prínosom je skrátenie ablačného, procedurálneho a aj skiaskopického času (16).

Potenciálnym rizikom je nekontrolovaná ablácia tkaniva s možnou „erupciou“ (steam pop) ako následok náhleho prehriatia tkaniva.

Prvé zmienky o HPSD ablácii sú z roku 2006 (14). Jej základným princípom je zmena pomeru medzi rezistívnou (odporovou) a konduktívnou (vodivou) abláciou. Zníženie podielu konduktívnej ablácie vedie k zníženiu rizika termálneho poškodenia kolaterálnych tkanív a štruktúr. Experimentálnymi ako aj klinickými štúdiami sa potvrdila efektívnosť ako aj bezpečnosť HPSD (1, 7, 23). Unikátnym katétrom je ablačný katéter QDOT, ktorý je vybavený špeciálnymi termočidlami a mikroelektrodami. Pomocou tohto katétra možno aplikovať aj veľmi vysokú RF energiu s výkonom až 90 W po dobu 4 sekúnd (QMODE plus), tzv. **very High Power Short Duration (vHPSD) ablácia**. V štúdiu POWER PLUS trial sa zistilo skrátenie procedurálneho času s porovnateľným bezpečnostným profilom ako pri konvenčnej ablácii (10).

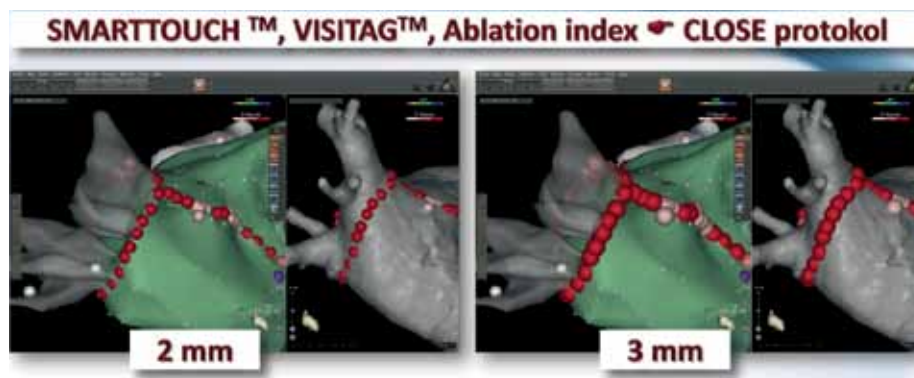
Inovácie v kryoablácii fibrilácie predsiení

Inováciou je zjednotenie procedúry použitím kryoablácie priamo v ústí pľúcnych žíl. Výkon možno realizovať len za skiaskopikkej kontroly, bez potreby mapovania LP. Klinické skúsenosti a multicentrické registre potvrdili bezpečnosť

Obrázok 7. Štandardizácia RF ablácie FP pomocou ablačného indexu (Bystriansky, 2025).

Zobrazenie 3D EAM (CARTO) na LP zo septálneho pohľadu na antrum RSPV, červené body znázorňujú automatizované ablačné body spĺňajúce definované kritériá kvality RF ablácie, vzdialenosť medzi AI bodmi < 6 mm je podmienkou pre CLOSE protokol.

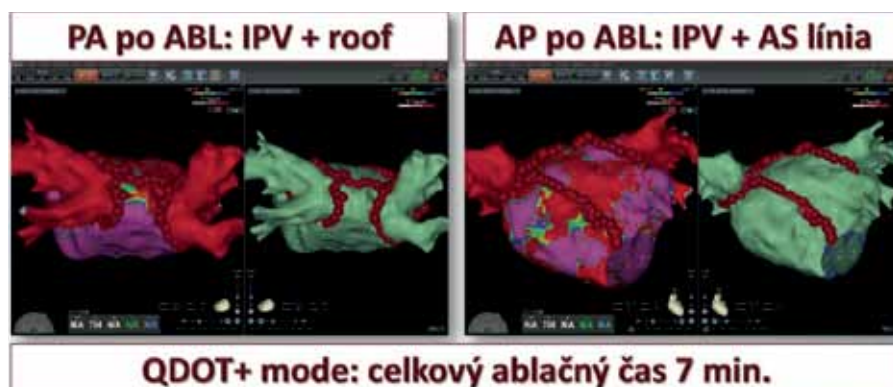
Figure 7. Standardization of RF ablation of FP using the ablation index (Bystriansky, 2025).



Obrázok 8. High Power Short Duration (vHPSD) ablácia perzistujúcej FP (Bystriansky, 2025).

3D EAM mapa ľavej predsienie po komplexnej substrátovej RF ablácii pomocou vHPSD ablácie 90W/4s: IPV + stropná línia a anteroseptálna línia.

Figure 8. High Power Short Duration (vHPSD) ablation of persistent AF (Bystriansky, 2025).



a účinnosť kryoablácie v liečbe paroxyzmálnej FP. Rizikom je vyšší skiaskopický čas a radiačná záťaž, ale aj vyšší výskyt parézy n. phrenicus.

Porovnávacie štúdiá FIRE AND ICE zistila porovnateľnosť, resp. rovnocennosť účinnosti a zlepšenia kvality života pri použití kryoablácie v porovnaní s RF abláciou pri symptomatickej paroxyzmálnej FP. Pri kryoablácii bol nižší počet opakovaných výkonov (11,8 % vs. 17,6 %) a rehospitalizácií (32,6 % vs. 41,5 %) (9).

Jedinečnou inováciou v oblasti kryoablácie bol unikátny 3D elektroanatomický mapovací systém **KODEX-EPD**, ktorý ako jediný dokázal navigovať kryobalón v mape LP (obr. 9) a bol vybavený softvérovým riešením pre zobrazenie kvality kontaktu kryobalóna s myokardom. Základom fungovania systému bol princíp dielektriky.

Vývoj systému sa realizoval na selektovaných európskych a amerických elektrofyziologických pracoviskách, vrátane nášho pracoviska Oddelenia arytmií SÚSCCH Banská Bystrica, ktoré bolo jediným v strednej Európe. Z nášho pracoviska máme jedinečné predklinické skúsenosti, ktoré sa aktuálne potvrdzujú aj v klinických štúdiách. Pomocou KODEX-EPD bolo možné zlepšiť úspešnosť dosiahnutia IPV kryoabláciou, významne sa znížil objem použitej kontrastnej látky počas výkonu a znížil sa skiaskopický čas a radiačná záťaž pri použití KODEX-EPD systému (13). Žiaľ v roku 2023 bol ďalší klinický vývoj v Európe zastavený z rozhodnutia výrobcu a do bežného klinického používania sa ani nedostal.

V poslednom období sa vyvíja kryoablácia s použitím ultranízkyh teplôt. Na trhu v EÚ je dostupná jediná platforma využívajúca túto technológiu (iCLAS, Adagio Inc), ktorá je vo fáze predklinického testovania. Na Slovensku nie je dostupná.

Inovatívna ablácia pulzným poľom

Ablácia pulzným poľom, známa aj ako „**Pulsed Field**“ ablácia (PFA) (obr. 10), predstavuje najnovšiu

a revolučnú technológiu katérovej ablácie. Jej princípom je dosiahnutie ireverzibilnej elektroporácie.

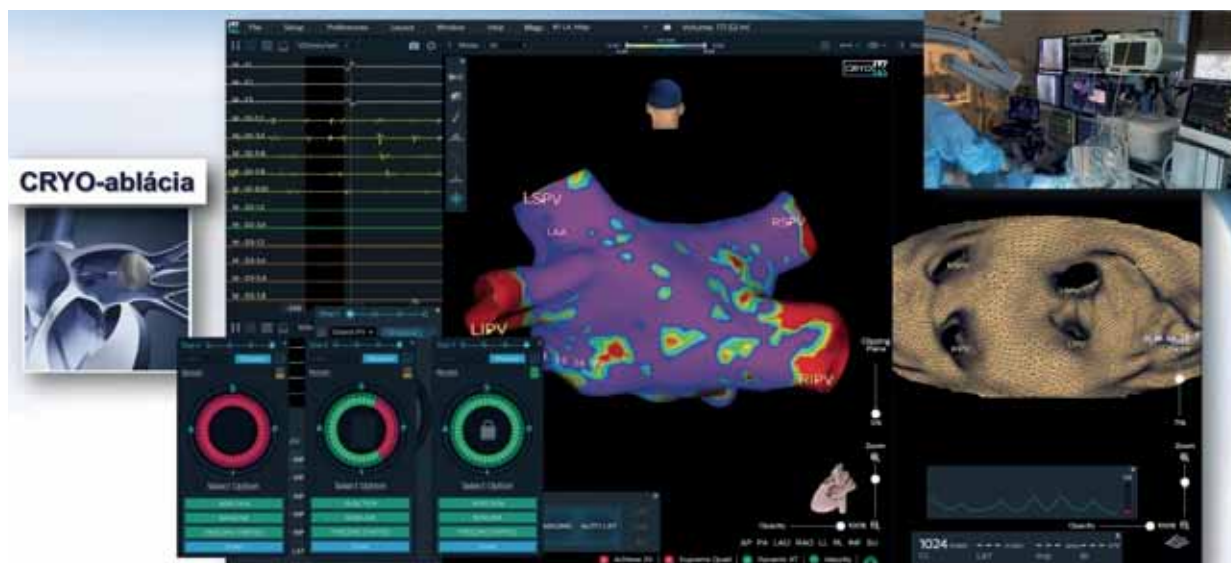
Na rozdiel od RF ablácie alebo kryoablácie ide o netermálnu formu ablácie myokardu, ktorá využíva krátke vysokonapäťové pulzy elektrického poľa rôznej polarít a sekvencie, ktoré trvajú rádovo nanosekundy až mikrosekundy. Aplikácia elektrických pulzov s dostatočnou energiou a špecifickou konfiguráciou a sekvenciou vedie k akumulácii náboja na membránach buniek a vzniku nanopórov na povrchu membrány, čím sa zvýši permeabilita cytoplazmatickej membrány. Dochádza k narušeniu intrabunkových a extrabunkových koncentračných gradientov potrebných na bunkovú homeostázu. Pri efektívnej aplikácii elektrického poľa sa indukujú intracelulárne zmeny, zmena pH, generovanie reaktívnych foriem kyslíka a ďalšie procesy, ktoré spúšťajú apoptózu a následne nekrozou buniek. Tieto procesy sa iniciujú aplikáciou PFA, ale „dozrievajú“ počas niekoľkých dní až (4 – 8) týždňov. Na rozdiel od termických foriem ablácie, PFA nenaruša trvalo štruktúru extracelulárneho matrixu a ani cieвне mikroštruktúry tkaniva, čím sa minimalizuje aktivita fibrocytov a akcelerácia fibrózy.

Experimentálne aj klinické výskumy potvrdili najnižší prah citlivosti myocytov v porovnaní s ostatnými topograficky blízkymi tkanivami (cieвне štruktúry, nervové bunky alebo ezofág) (17). Aktuálne používané systémy PFA využívajú selektívne pôsobenie na myokard s minimálnym alebo žiadnym vplyvom na kolaterálne tkanivá (6, 12).

Obávané poranenia pažeráka neboli pri PFA hlásené, dosiaľ nie je známy žiadny prípad atrioezofágovej fistuly pri, resp. po PFA (17). Riziko parézy n. phrenicus a závažnej stenózy PV je pri PFA veľmi nízke (17, 11).

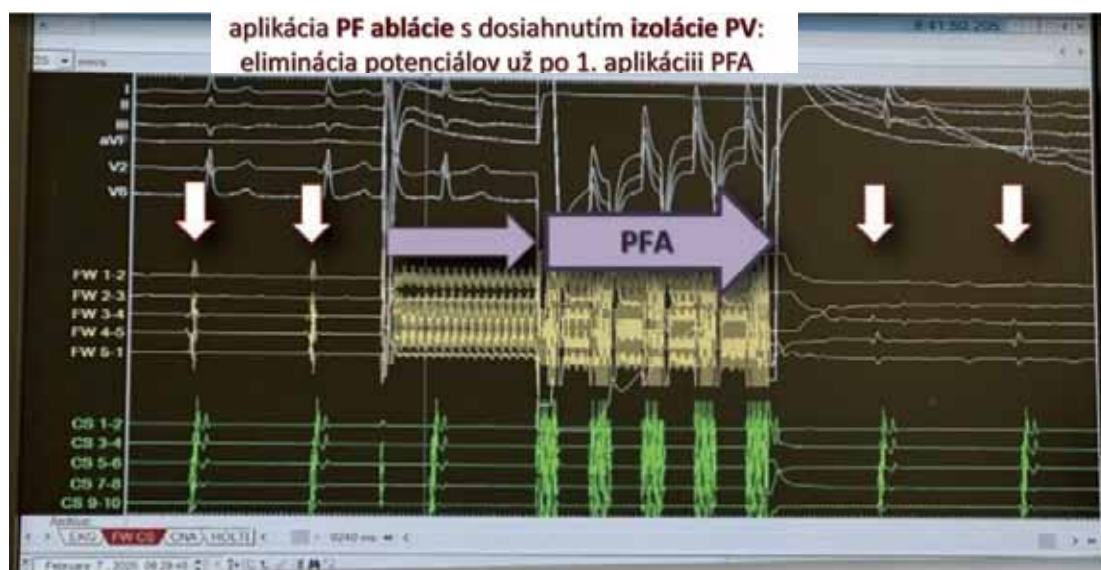
Koncept ireverzibilnej elektroporácie bol pôvodne vyvinutý v onkológii a v potravinárstve. V kardiológii sa prvé experimenty objavili postupne až v prvej dekáde 21. storočia. Prvé klinické použitie PFA pri katérovej ablácii FP bolo v rokoch 2018 – 2019 (séria štúdií

Obrázok 9. Kryoablácia pomocou 3D EAM systému KODEX-EPD (Bystriansky, 2025).
Figure 9. Cryoablation using the KODEX-EPD 3D EAM system AF (Bystriansky, 2025).



Obrázok 10. Ablácia pulzným poľom (PFA) pri katérovej ablácii FP (Bystriansky, 2025). Záznam z elektrofyziologického systému pri PF ablácii FP. Vyznačené sú potenciály pred PFA a následne ich eliminácia po aplikácii PFA.

Figure 10. Pulse field ablation (PFA) in catheter ablation of AF (Bystriansky, 2025).



IMPULSE, PEFCAT), kde sa ukázala realizovateľnosť IPV pomocou PFA bez závažných klinických komplikácií. Nasledovali nerandomizované multicentrické klinické štúdie (PEFCAT II, PULSED AF), ktoré potvrdili vysokú akútnu úspešnosť PFA a nízke riziko kolaterálneho poškodenia. Na základe týchto výsledkov získal v marci 2021 prvý PFA systém (Farapulse™) regulačné schválenie v Európe (18). V USA bol prvý PFA systém schválený FDA až v decembri 2023 (PulseSelect) pre katérovú abláciu FP.

Na Slovensku je od roku 2023 dostupný PFA systém (Farapulse™) s unikátnym multielektrodovým katétrom (pentaspline Farawave™), pri ktorom možno meniť konfiguráciu z košíkového tvaru (basket) (obr. 11) na kvetový tvar (flower) (obr. 12). Dizajn katétra umožňuje ovplyvniť oblasť celého ostia PV už jedinou aplikáciou (18). Okrem multielektrodových systémov sa vyvíjajú aj fokálne PFA katétre, ktoré umožnia aplikovať PFA na bodové lézie alebo línie. Ďalšou evolúciou sú

hybridné systémy kombinujúce PFA aj RF v jednom katétri, dokonca aj spolu s 3D EAM systémom (Affera™).

V roku 2023 bola publikovaná prvá randomizovaná klinická štúdia ADVET, ktorá porovnávala PFA s tradičnou termálnou abláciou (RF/CRYO) v katérovej ablácii FP (17). Z jej záverov vyplýva, že PFA je rovnako účinná ako doterajšie metódy pri katérovej ablácii paroxyzmálnej FP a zároveň poskytuje sľubný bezpečnostný profil. Výsledky štúdie boli podkladom pre regulačné schválenie PFA v USA (FDA).

Reálne klinické skúsenosti z post-marketingových registrov MANIFEST-PF, MANIFEST-17K a EU-PORIA potvrdzujú vysokú úspešnosť a bezpečnosť PFA v bežnej praxi (3, 19, 21).

Záver

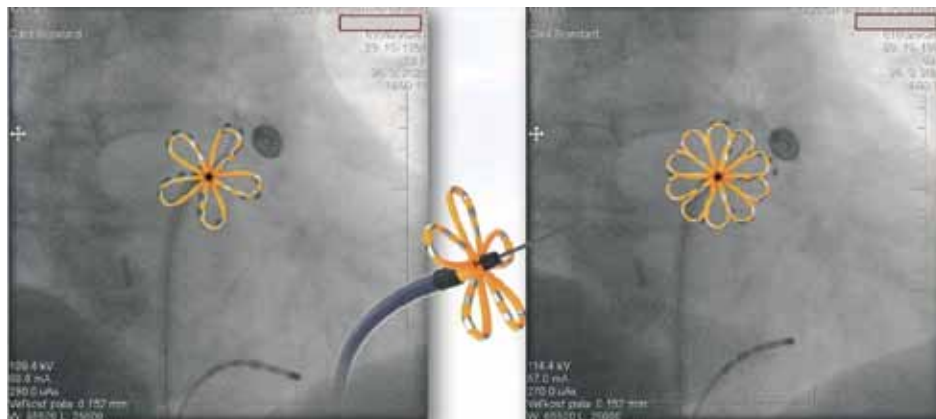
Katérová ablácia FP sa aktuálne stala zlatým štandardom v liečbe symptomatických pacientov s fibriláciou

Obrázok 11. Skiaskopický obraz PF ablácie FP v „basket“ konfigurácii katétra (Bystriansky, 2025).

Figure 11. Skiascopic image of PF ablation in a „basket“ catheter configuration (Bystriansky, 2025).



Obrázok 12. Skiaskopický obraz PF ablácie FP vo „flower“ konfigurácii katétra (Bystriansky, 2025).
Figure 12. Sciascopic image of PF ablation in a „flower“ catheter configuration (Bystriansky, 2025).



ciou predstiení. Dynamický vývoj nových a inovatívnych technológií a postupov robí z katérovej ablácie FP jednu z najpokrokovejších a najúspešnejších terapeutických intervencií v manažmente pacientov s FP.

Literatúra

1. AMIN AM, GHALY R, IBRAHIM AA, et al. Efficacy and safety of high-power short-duration ablation for atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology* 2024, 67 (6): 1445. Doi.org/10.1007/S10840-024-01782-2.
2. DAS M, LOVEDAY JJ, WYNN GJ, et al. Ablation index, a novel marker of ablation lesion quality: prediction of pulmonary vein reconnection at repeat electrophysiology study and regional differences in target values. *Europace* 2017, 19 (5): 775 – 783. Doi.org/10.1093/europace/euw105.
3. EKANEM E, NEUZIL P, REICHLIN T, et al. Safety of pulsed field ablation in more than 17,000 patients with atrial fibrillation in the MANIFEST-17K study. *Nature Medicine* 2024, 30 (7): 2020–2029. Doi.org/10.1038/S41591-024-03114-3.
4. GEPSTEIN L, HAYAM G, BEN-HAIM SA. A novel method for nonfluoroscopic catheter-based electroanatomical mapping of the heart. In vitro and in vivo accuracy results. *Circulation* 1997, 95 (6): 1611 – 1622. Doi.org/10.1161/01.CIR.95.6.1611.
5. HONG KL, BORGES J, GLOVER B. Catheter ablation for the management of atrial fibrillation: current technical perspectives. *Open Heart* 2020, 7 (1). Doi.org/10.1136/OPENHRT-2019-001207.
6. KORUTH J, KUROKI K, IWASAWA J, et al. Preclinical Evaluation of Pulsed Field Ablation: Electrophysiological and Histological Assessment of Thoracic Vein Isolation. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology* 2019, 12 (12). Doi.org/10.1161/CIRCEP.119.007781.
7. KOTECHA D, BREITHARDT G, CAMM AJ, et al. Integrating new approaches to atrial fibrillation management: the 6th AFNET/EHRA Consensus Conference. *Europace* 2018, 20 (3): 395 – 407. Doi.org/10.1093/europace/eux318.
8. KOTTKA MPH, HINDRICKS G, PÖNISCH CH, et al. Global multielectrode contact-mapping plus ablation with a single catheter in patients with atrial fibrillation: Global AF study. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology* 2019, 30 (11): 2248 – 2255. Doi.org/10.1111/jce.14172.
9. KUCK KH, FÜRNKRANZ A, CHUN KRJ, et al. Cryoballoon or radiofrequency ablation for symptomatic paroxysmal atrial fibrillation: reintervention, rehospitalization, and quality-of-life outcomes in the FIRE AND ICE trial. *European Heart Journal* 2016, 37 (38): 2858. Doi.org/10.1093/EURHEARTJ/EHW285.
10. LEITZ P, STEBEL LM, ANDRESEN C, et al. Quantifying Left Atrial Size in the Context of Atrial Fibrillation Ablation: Which Echocardiographic Method Correlates to Outcome of Pulmonary Vein Isolation? *J Pers Med* 2021, 11 (9): 913. Doi.org/10.3390/jpm11090913.
11. MACCIONI S, SHARMA R, DONGHYUN DL, et al. Comparative Safety of Pulsed Field Ablation and Cryoballoon Ablation Technologies for Pulmonary Vein Isolation in Patients with Paroxysmal Atrial Fibrillation: A Critical Literature Review and Indirect Treatment Comparison. *Adv Ther* 2024, 41: 932–944. Doi.org/10.1007/s12325-023-02765-x.
12. MAURHOFER J, KUEFFER T, MADAFFARI A, et al. Pulsed-field vs. cryoballoon vs. radiofrequency ablation: a propensity score matched comparison of one-year outcomes after pulmonary vein isolation in patients with paroxysmal atrial fibrillation. *Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology* 2024, 67 (2): 389 – 397. Doi.org/10.1007/S10840-023-01651-4.
13. MERETSKY CR, PATEL VK, MAHMOODI A, SCHIUMA AT. Cryoablation Utilizing the KODEX-EPD Mapping System Versus Conventional Cryoballoon Ablation in the Management of Patients With Atrial Fibrillation: A Literature Review and Meta-Analysis. *Cureus* 2024, 16 (4): e59407. Doi.org/10.7759/CUREUS.59407.
14. NILSSON B, CHEN X, PEHRSON S, SVENDSEN JH. The effectiveness of a high output/short duration radiofrequency current application technique in segmental pulmonary vein isolation for atrial fibrillation. *Europace: European Pacing, Arrhythmias, and Cardiac Electrophysiology. Journal of the Working Groups on Cardiac Pacing, Arrhythmias, and Cardiac Cellular Electrophysiology of the European Society of Cardiology* 2006, 8 (11): 962 – 965. Doi.org/10.1093/EUROPACE/EUL100.
15. PHILIPS T, TAGHJI P, EL HADDAD M, et al. Improving procedural and one-year outcome after contact force-guided pulmonary vein isolation: the role of interlesion distance, ablation index, and contact force variability in the 'CLOSE'-protocol. *Europace, European Pacing, Arrhythmias, and Cardiac Electrophysiology. Journal of the Working Groups on Cardiac Pacing, Arrhythmias, and Cardiac*

-
- Cellular Electrophysiology of the European Society of Cardiology 2018, 20 (FI 3): f419 – f427. Doi.org/10.1093/EUROPACE/EUX376.
16. RAVI V, POU DYAL A, ABID QUA, et al. High-power short duration vs. conventional radiofrequency ablation of atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis. *Europace : European Pacing, Arrhythmias, and Cardiac Electrophysiology. Journal of the Working Groups on Cardiac Pacing, Arrhythmias, and Cardiac Cellular Electrophysiology of the European Society of Cardiology* 2021, 23 (5). Doi.org/10.1093/EUROPACE/EUAA327.
17. REDDY VY, GERSTENFELD EP, NATALE A, et al. Pulsed Field or Conventional Thermal Ablation for Paroxysmal Atrial Fibrillation. *N Engl J Med* 2023, 389: 1660 – 1671. Doi.org/10.1056/NEJMoa2307291.
18. RILLIG A, HIROKAMI J, MOSER F, et al. General anaesthesia and deep sedation for monopolar pulsed field ablation using a lattice-tip catheter combined with a novel three-dimensional mapping system, *Europace* 2024, 26 (11): 270. Doi.org/10.1093/europace/eaee270.
19. SCHMIDT B, BORDIGNON S, NEVEN K, et al. European real-world outcomes with Pulsed field ablation in patients with symptomatic atrial fibrillation: lessons from the multi-centre EU-PORIA registry. *Europace* 2023, 25 (7): 1 – 11. Doi.org/10.1093/EUROPACE/EUAD185.
20. TAGHJI P, EL HADDAD M, PHILIPS T, et al. Evaluation of a Strategy Aiming to Enclose the Pulmonary Veins With Contiguous and Optimized Radiofrequency Lesions in Paroxysmal Atrial Fibrillation: A Pilot Study. *JACC Clinical Electrophysiology* 2018, 4 (1): 99 – 108. Doi.org/10.1016/J.JACEP.2017.06.023.
21. TURAGAM MK, NEUZIL P, SCHMIDT B, et al. Safety and Effectiveness of Pulsed Field Ablation to Treat Atrial Fibrillation: One-Year Outcomes From the MANIFEST-PF Registry. *Circulation* 2023, 148 (1): 35 – 46. Doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.123.064959.
22. TZEIS GERSTENFELD EP, KALMAN J, et al. European Heart Rhythm Association/Heart Rhythm Society/Asia Pacific Heart Rhythm Society/Latin American Heart Rhythm Society expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation. *Europace* 2024, 26 (4). Doi.org/10.1093/europace/eaee043.
23. WATANABE K, NAGATA Y, NITTA G, et al. Impact of the sinus node recovery time after termination of atrial fibrillation during catheter ablation on clinical outcomes in patients with persistent atrial fibrillation. *PLoS ONE* 2021, 16 (11): e0259750. Doi.org/10.1371/journal.pone.0259750.
- Do redakcie došlo 30. 9. 2025.
- Korešpondujúci autori:**
MUDr. Adrian Bystriansky, MSc., MPH
Stredoslovenský ústav srdcových a cievnych chorôb, a.s.,
Cesta k nemocnici 1
974 01 Banská Bystrica
E-mail: adrian.bystriansky@suscch.eu
- Dr.h.c. prof. MUDr. Mgr. Katarína Gazdíková, PhD., MPH**
Katedra všeobecného lekárstva
Lekárska fakulta Slovenskej zdravotníckej univerzity
Limbová 12
833 03 Bratislava
E-mail: katarina.gazdikova@szu.sk
- MUDr. Peter Mikus, PhD.**
Klinika geriatrickej SZU a UNB
Ružinovská 6
826 06 Bratislava
E-mail: peter.mikus@szu.sk