

nevyskytl, ale ablace v oblasti kavotrikuspidálního isthmu vyvolala těžký subtotální vazospasmus u 5 z 5 (100 %) pacientů, který byl následně zmírněn intrakoronárním nitroglycerinem za $5,5 \pm 3$ minut. Elevace ST segmentu nebyla pozorována. Žádný pacient však neměl závažné spazmy, pokud mu byl před PFA aplikací podán parenterální nitroglycerin ($n = 15$). Z toho plyne, že tento nežádoucí jev při aplikaci PEF do blízkosti koronární tepny je zmírněn podáním nitroglycerinu, buď post hoc k léčbě spazmu nebo ideálně jako profylaxe (43).

Povzbudivé výsledky použití PFA motivují řadu dalších technologických subjektů na poli srdeční elektrofyziologie v pokračování velmi intenzivního vývoje s cílem implementovat různé varianty použití PFA.

Jednou z dalších technologických Start-Up firem, která k nově vyvíjenému Latice tip katetru využívajícímu „High Power“ RF aplikace přidala ještě vlastní PEF aplikaci, takže lze během výkonu přepínat, byla firma Affera Inc., Newton, MA, USA (dnes již jako dceřiná společnost Medtronic, Minneapolis, MN, USA). Tato společnost ověřovala nejdříve elektroanatomický mapovací systém s RF/PEF ablačním katétre 9 mm „košíkem“ s nيتينolovou „mesh“ strukturou (Sphere-9). Tento katétr díky konstrukčním vlastnostem košíku napomáhá absorbovat pohybové rázy srdečních stahů a dýchání, což přispívá ke stabilitě katetru při aplikaci energie. Byl navržen pro použití RF energie v režimu „high power, short duration“, při kterém se aplikuje RF energie v teplotně řízeném režimu s maximální teplotou až 80°C po dobu 2 až 7 sekund (44). I přes poměrně velký průměr nيتينolového košíku na hrotu katetru je tento katétr určen pro „point by point“ ablaci. Typ energie pak lze zvolit

v rámci ablačního výkonu dle požadavků na bezpečnost a kvalitu léze pro každou aplikaci zvlášť (45).

Společnost již v rámci klinických zkoušek testuje i „single-shot“ katétr (Sphere-PVI) s větším průměrem, určený primárně k provedení izolace PŽ (46).

V současné době pracuje celá řada nově založených ale i zavedených technologických firem na vývoji svých vlastních PFA systémů. Některé plánují využít pro aplikaci PFA cirkulární multipolární katétr (Varipulse, Biosense Webster, Irvine, CA, USA) nebo například rigidní multielektrodotový basket (Globe, Kardium Inc., Burnaby, Kanada) a další kombinují PFA s kryoablací (Adagio Medical Inc., Laguna Hills, CA, USA). Je snad i otázkou času, kdy budeme schopni využít PEF aplikace i pro komorové arytmie především ty, které jsou založeny na komplikovaném anatomickém substrátu. Tento vývoj je skutečně na samém začátku.

Jedním z potenciálních nedostatků PFA v porovnání s termickými metodami ablace při katetrizační léčbě FS je nedostatečné ovlivnění epikardiálního gangliového plexu během izolace PŽ právě z důvodu vysoké selektivity na srdeční myocyty. Nedávné klinické zkoušky naznačují, že izolace PŽ využívající PEF energii má za následek vysoce zeslabený účinek na srdeční autonomní nervový systém ve srovnání s konvenční termální ablací – radiofrekvenční nebo kryo ablací (47, 48).

V minulém roce proběhla ve 2 centrech (Nemocnice Na Homolce, Praha, Česká republika; Tbilisi Heart & Vascular Clinic, Tbilisi, Georgia) jednoramenná, prospektivní klinická studie NEURAL AF (NCT04775264), která měla za úkol posouzení bezpečnosti a proveditel-

nosti použití PEF energie zaměřené na ablaci gangliových plexů za účelem modulace srdečního autonomního nervového systému u pacientů podstupujících kardiochirurgickou operaci bypassu koronárního řečiště s otevřeným hrudníkem. Byly použity pulzy o napětí 1000 V v trvání 100 mikrosekund.

Výsledky této studie, které budou v blízké době prezentovány, potvrzují proveditelnost a bezpečnost této metody. Na základě prodloužení efektivní refrakterní periody síní pomocí epikardiální aplikace PF energie je možné ovlivnění autonomního nervového systému touto metodou. To zároveň otevírá možnost při vhodné zvoleném napěťovém gradientu a konfiguraci pulzů PFA aplikací, aby bylo podobného účinku na epikardiální ganglia dosaženo i u endokardiální PFA aplikace.

Závěr

Pro zodpovězení všech otázek ohledně účinků PFA na ošetřovanou tkáň a proměnných ovlivňujících úspěšnost PFA bude zapotřebí ještě celá řada doposud nezodpovězených informací, zkušeností a klinických zkoušek. Ale již nyní můžeme říci, že princip ireverzibilní elektroporace za použití pulzního elektrického pole v oblasti katetrizačních ablací srdečních arytmí je největší revolucí od počátku rozvoje použití katetrizační ablace jako terapeutické metody. Pokud se potvrdí všechny dosavadní předpoklady včetně dlouhodobého sledování účinku PFA a nevyskytnou se další nežádoucí vedlejší účinky PEF (jako jsou převážně asymptomatické koronární spazmy), mohla by tato metoda mít převratný terapeutický potenciál a v krátké budoucnosti plně nahradit použití všech dosavadních ablačních energií.

LITERATURA

1. Zulkifly H, Lip GHY, Lane DA. Epidemiology of atrial fibrillation. *Int J Clin Pract*. 2018;72(3):e13070.
2. Benjamin EJ, Muntner P, Alonso A, et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2019 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2019;139(10):e56-528.
3. Miloš Táborský, Martin Fiala, Petr Heinc, et al. Fibrilace síní: doporučený diagnostický a terapeutický postup pro všeobecné praktické lékaře 2021. Praha: Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP; (Centrum doporučených postupů pro praktické lékaře).
4. Čihák R. Registr katetrizačních ablací pro arytmie ČR 2018 [Internet]. XXVII. VÝROČNÍ SJEZD ČKS; 2019; Brno. Available from: <https://www.kardio-cz.cz/data/clanek/1082/dokumenty/registr-cr-ablace-2018.pdf>

5. Čihák R. KATAB - Analytická zpráva a přehled stavu registrů za rok 2021. XIX. Slovenské a české sympóziom o arytmiách a kardiostimulacii 2022; 2022; Tále, Slovenská Republika.
6. Reddy VY, Grimaldi M, De Potter T, et al. Pulmonary Vein Isolation With Very High Power, Short Duration, Temperature-Controlled Lesions: The QDOT-FAST Trial. *JACC Clin Electrophysiol*. 2019;5(7):778-86.
7. Andrade JG. Cryoballoon ablation for pulmonary vein isolation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2020;31(8):2128-35.
8. Tohoku S, Bordignon S, Bologna F, et al. Laser balloon in pulmonary vein isolation for atrial fibrillation: current status and future prospects. *Expert Rev Med Devices*. 2021;18(11):1083-91.
9. Calkins H, Hindricks G, Cappato R, et al. 2017 HRS/EHRA/ECAS/APHRS/SOLAECE expert consensus statement on

- catheter and surgical ablation of atrial fibrillation. *Heart Rhythm*. 2017;14(10):e275-444.
10. Tsao HM, Wu MH, Higa S, et al. Anatomic relationship of the esophagus and left atrium: implication for catheter ablation of atrial fibrillation. *Chest*. 2005;128(4):2581-7.
11. Singh SM, d'Avila A, Singh SK, et al. Clinical outcomes after repair of left atrial esophageal fistulas occurring after atrial fibrillation ablation procedures. *Heart Rhythm*. 2013;10(11):1591-7.
12. Weaver JC. Electroporation of cells and tissues. *IEEE Transactions on Plasma Science*. 2000;28(1):24-33.
13. Krassowska W, Filev PD. Modeling Electroporation in a Single Cell. *Biophysical Journal*. 2007;92(2):404-17.
14. Ziegler MJ, Vernier PT. Interface Water Dynamics and Polarizing Electric Fields for Phospholipid Bilayers. *The Journal*