

Epikardiální ablace komorových tachykardií

Josef Kautzner, Petr Peichl

Klinika kardiologie, Institut klinické a experimentální medicíny, Praha

Katetrizační ablace komorových tachykardií (KT) zaznamenala v posledním desetiletí dramatický rozvoj. S možností elektroanatomického mapování se zlepšila úspěšnost v mapování některých fokálních arytmií a především bylo umožněno tzv. substrátové mapování KT v přítomnosti strukturního onemocnění srdce. Nicméně, některé KT mají kritickou část substrátu lokalizovanou epikardiálně. Epikardiální mapování lze provést po punkci perikardiálního vaku pomocí epidurální jehly a zavedení speciálního pouzdra. Tak lze zmapovat celý povrch obou srdečních komor epikardiálně a provést úspěšně katetrizační ablací, buď radiofrekvenčním proudem nebo kryoenergií. Tato strategie je indikována především tam, kde selhal alespoň jednou endokardiální přístup nebo tam, kde jej nelze provést. Epikardiální lokalizaci arytmogenního substrátu lze především očekávat u nemocných s KT při dilatační kardiomyopatii nebo arytmogenní kardiomyopatii pravé komory.

Klíčová slova: komorová tachykardie, katetrizační ablace, elektroanatomické mapování, epikardiální ablace.

Epicardial ablation of ventricular tachycardias

Catheter ablation of ventricular tachycardias (VTs) has undergone enormous development in the last decade. The advent of electroanatomic mapping has led to improvement of efficacy of some focal arrhythmias and enabled the so-called substrate mapping of VTs in the presence of structural heart disease. Nevertheless, some VTs have critical part of the substrate localized epicardially. Epicardial mapping can be performed after pericardial puncture using epidural needle and introduction of a special sheath. Using this approach, entire surface of both ventricles can be mapped epicardially and catheter ablation performed, either by radiofrequency current or by cryoprobe. This strategy is indicated especially in cases when at least one endocardial approach has failed or cannot be performed. Epicardial location of the arrhythmogenic substrate can be expected in patients with VT in dilated cardiomyopathy or arrhythmogenic dysplasia of the right ventricle.

Key words: ventricular tachycardia, catheter ablation, electroanatomic mapping, epicardial ablation.

Interv Akut Kardiolog 2010; 9(1): 16–19

Katetrizační ablace komorových tachykardií (KT) zaznamenala v posledním desetiletí dramatický rozvoj (1). Jednak přibýlo zkušeností s ablací fokálních, většinou idiopatických KT, především poznáním méně obvyklých lokalizací arytmogenního fokusu. KT charakteru reentry vycházející z jizvy po infarktu myokardu, u kardiomyopatií nebo po operacích vrozených srdečních vad představují nejčastější příčiny monomorfních KT, které mají složitý arytmogenní substrát. Bylo to především zavedení elektroanatomických mapovacích systémů, které dovolily trojrozměrné mapování levé nebo pravé komory s konstrukcí voltážové mapy. Klíčová práce skupiny z Pennsylvánské univerzity poprvé dokumentovala, že voltáž lokálního elektrogramu koreluje s množstvím jizevnaté tkáně v subendokardiální oblasti (2). To umožnilo poprvé zhotovit trojrozměrnou mapu jizvy, která vyznačovala svou barevnou škálou denzní jizvu, okrajové oblasti a normální svalovinu. Další práce ukázaly, že charakteristiku substrátu lze zpřesnit stimulací v různých zónách (3). Tak lze definovat oblasti skutečně denzní jizvy, kde není možné dosáhnout stimulace ani vyšší energií. Lze tak ozřejmit i kanály pomalého vedení směrem k exitům jednotlivých okruhů re-

entry. Jiné studie naznačily, že lze kanály v denzní jizvě vyznačit zúžením barevné škály voltáží (4). Tak bylo možno popsat detailně substrát KT charakteru reentry mapováním při sinusovém rytmu a provést katetrizační ablací cílenou na všechny indukovatelné KT bez ohledu na to, zda jsou hemodynamicky tolerovány nebo nikoliv (5–7). Tato metoda tzv. substrátového mapování změnila strategii katetrizačních ablací KT a dovolila účinnou modifikaci substrátu KT i v případech elektrických bouří.

Přesto se ukazuje, že kritická část arytmogenního substrátu je lokalizována v některých případech v epikardiální oblasti. Tato situace je častější při kardiomyopatiích, převážně u dilatační kardiomyopatie (8). Zde se odhaduje výskyt epikardiálního substrátu ve více jak 30 % případů. Mapování a katetrizační ablací umožnila až technika subxyfoidální punkce, kterou popsali Sosa a spol (9). Cílem tohoto přehledu je stručná charakteristika této metody.

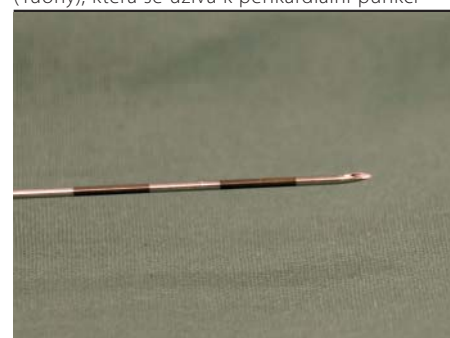
Popis metody

Punkce perikardiálního vaku se provádí za aseptických podmínek ze subxyfoidální oblasti. Doporučuje se celková anestezie nebo hluboká analgosedace. Na našem pracovišti

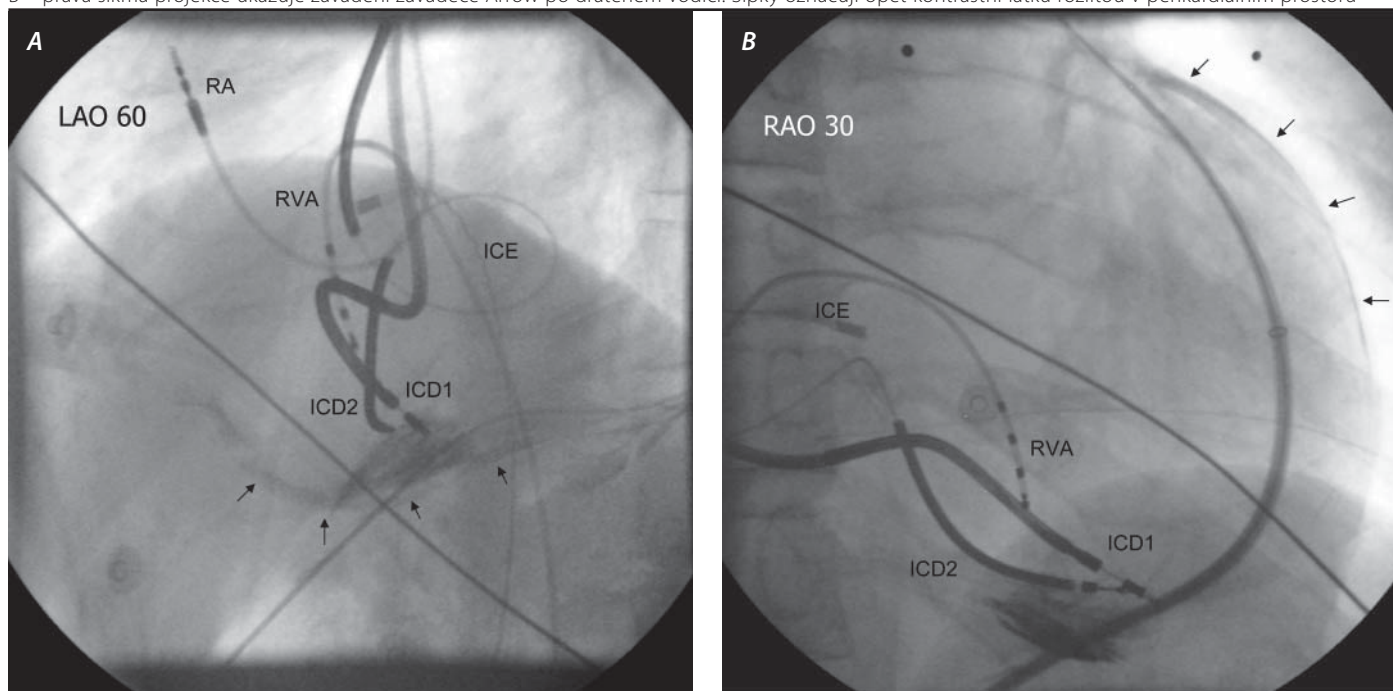
používáme často epidurální anestezii, která má výhodu v tom, že není celkovou anestézií ovlivněna vyvolatelnost arytmií. Punkce se provádí obvykle před zahájením antikoagulační léčby (pro případ současného endokardiálního mapování). Před punkcí se dále doporučuje zavést kvadripolární katétr do hrotu pravé komory, případně i do koronárního sinu (marker anatomické oblasti).

K punkci se doporučuje použít jehlu se zaobleným koncem a otvorem laterálně (Tuohy) používanou k epidurální anestezii. Na našem pracovišti používáme jehlu (18G, 14cm-AB-18140-N, Arrow). Jehla má otvor na straně a zaoblený konec (obrázek 1). Punkce se provádí v úhlu mezi

Obrázek 1. Detail epidurální punkční jehly (Tuohy), která se užívá k perikardiální punkci



Obrázek 2. A – skiagram hrudníku v levé šikmé projekci, který znázorňuje drátěný vodič zavedený do perikardiálního prostoru. V místě zavedení je patrné menší množství kontrastní látky (po nástřiku před průnikem do perikardiálního prostoru). Jinak se malé množství kontrastu rozlévá v perikardiální dutině (šipky); B – pravá šikmá projekce ukazuje zavádění zaváděče Arrow po drátěném vodiči. Šipky označují opět kontrastní látku rozlitou v perikardiálním prostoru



Zkratky: ICD 1 – dříve implantovaná elektroda ICD v hrotu pravé komory, tč. nefunkční. ICD 2 – současně užívaná elektroda ICD v hrotu pravé komory, ICE – katétr pro intrakardiální echokardiografii, RA – síňová stimulační elektroda, RVA – elektrodový katétr umístěný nad hrotem pravé komory k programované stimulaci komor

levou stranou mečíku a žebry. Jehla se zavádí v přibližně 45° úhlu směrem k levému rameni – podobně jako při punkci perikardiálního výpotku klasickým přístupem. Pod skiaskopickou kontrolou se zasune až ke stínu srdeční siluety, kde je většinou cítit pohyb srdce. Obvykle se ke kontrole užívá levé šikmé projekce 30° (obrázek 2), my preferujeme předozadní projekci s občasnou kontrolou v levé šikmé projekci. V originálním popisu metody se doporučuje vstříknout malé množství kontrastu, který ozřejmí přesně, zda je jehla ještě mimo perikardiální vak nebo v něm. Tehdy se kontrast rozlije okolo srdce. Alternativně lze použít i metody, kdy se jehla naplní fyziologickým roztokem, který je při spontánní ventilaci po průniku do perikardiálního prostoru nasát dovnitř. Po průniku do perikardiálního vaku se zavede dovnitř drátěný vodič, který by měl v levé šikmé projekci kopírovat konturu srdce a jeho zavádění by nemělo být provázeno komorovými extrasystolami. Po vodiči je poté zaveden do perikardiálního vaku 8F zaváděč, nejlépe s metalickou výztuhou (Arrow) (obrázek 2). Po odstranění dilatátoru je nezbytné nasát obsahu k vyloučení významného krvácení. Za normálních okolností je možno odsát pouze malé množství slámově žluté tekutiny. Hlavním rizikem metody je nechtěná punkce cévy nebo srdeční dutiny. Krvácení bylo popsáno v 10–20% případů, většinou menšího rozsahu se spontánním ukončením. K časně diagnostice

případných komplikací používáme monitorace pomocí intrakardiální echokardiografie. Ta sice nelze použít k navigaci punkce jako takové, ale dovolí posoudit přítomnost významnějšího krvácení nebo případné zavedení vodiče do nitra pravé komory. Toto riziko nastává zejména v případě výrazných srůstů v perikardiálním vaku. To přichází do úvahy zejména u nemocných po předchozím chirurgickém výkonu nebo perimyokarditidě. Tehdy existují adheze, které mohou zabraňovat průniku drátu nebo jeho volnému pohybu v perikardiálním vaku (10). Některá centra používají v takových případech chirurgický subxyfoidální přístup a rozvolnění srůstů okolo srdce.

Epikardiální mapování

Po zavedení pouzdra do perikardiální dutiny je možno pohybovat katétre volně okolo celého srdce (11). Jediné omezení tvoří perikardiální recesy. Pozor je nutno dávat při zavádění katétru okolo ouška levé síně. Mapování lze provádět buď jen za skiaskopické kontroly, nebo za použití elektroanatomického systému. Oblasti jizvy se projeví opět nízkou voltáží na voltážové mapě. Snížení voltáže může způsobit i přítomnost epikardiálního tuku. Epikardiální tuk může bránit jak mapování, tak i samotné ablaci. Přesto se obvykle dá mapování doplnit o stimulační manévry. Skupina z Pennsylvánské univerzity popsala u skupiny pacientů s neischemickou

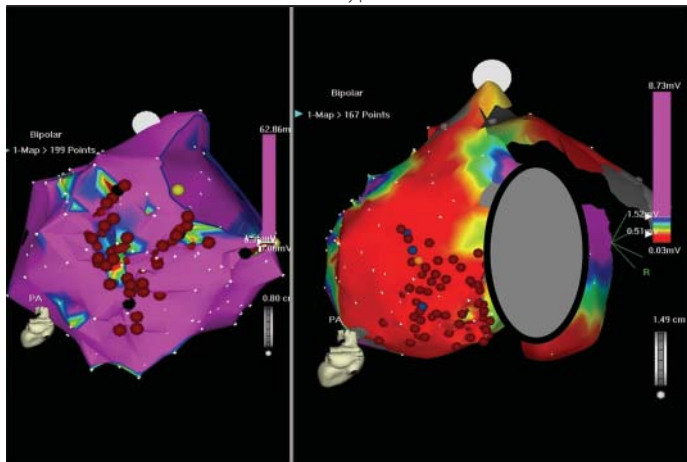
kardiomyopatií a u nemocných s idiopatickou KT určitá kritéria, která by měla zpřesnit identifikaci substrátu (8). Za normální epikardiální voltáž lze považovat již 1 mV a více. Splývající ložiska jizevnaté tkáně byla identifikována nejčastěji okolo báze levé komory laterálně. Nízkovoltážové oblasti u pacientů s kardiomyopatií vykazovaly v polovině případů velmi rozšířený lokální elektrogram (nad 80 ms) (obrázky 3, 4).

Z epikardiálního přístupu lze provést i katetrizaci ablaci fibrilace síní (12, 13) nebo ablaci nepřiměřené sinusové tachykardie (14). Mapování lze provést kombinovaně endo a epikardiálně. S těmito postupy zatím není příliš zkušeností. Na našem pracovišti jsme je použili ve výjimečných případech. Nicméně provádění těchto výkonů u pacientů s KT umožnilo vypracovat metodiku výkonu, kterou lze použít i v ostatních případech.

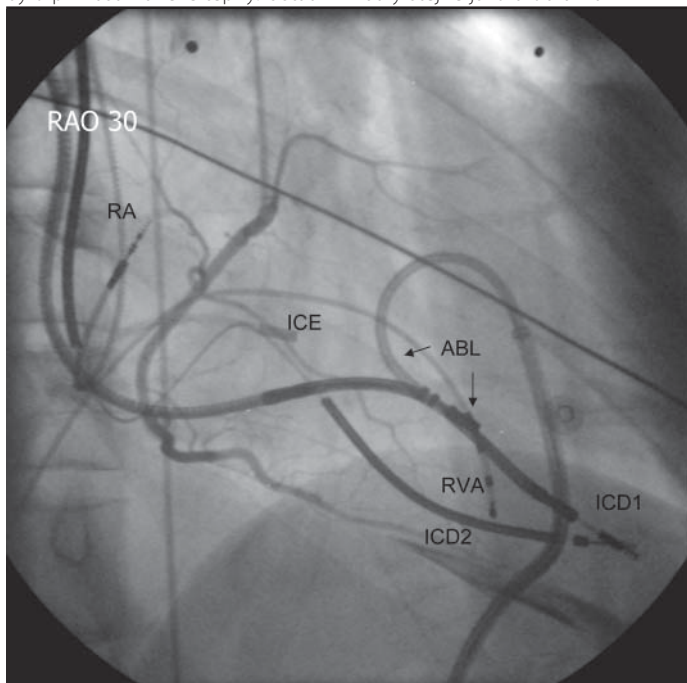
Epikardiální ablace

Primárním zdrojem energie pro epikardiální ablaci je radiofrekvenční proud. Chybění cirkulující krve dovoluje rychlý vzestup teploty i při použití 4 mm hrotu ablačního katétru. Riziko vzniku trombu při vzestupu teploty zde na rozdíl od endokardiální ablaci odpadá. Nicméně, velikost lézí nemusí být při použití standardního 4 mm hrotu dostatečná. Experimentální práce prokázaly vytvoření hlubších lézí za použití proplachovaného hrotu. Lze použít uzavřený

Obrázek 3. Levý panel ukazuje endokardiální mapu a pravý panel epikardiální mapu levé komory pacienta s dilatační kardiomyopatií a 2 typy KT s kritickým isthmem v dolní laterální části komory. Endokardiální mapa ukazuje téměř normální distribuci voltáží a opakované ablace v této oblasti vedly k přerušení arytmie až po 1 minutě aplikace radiofrekvenčního proudu. Při epikardiálním mapování je patrna rozsáhlá jizevnatá oblast (červená barva) a katetrizační ablace zde vedla k odstranění obou typů KT



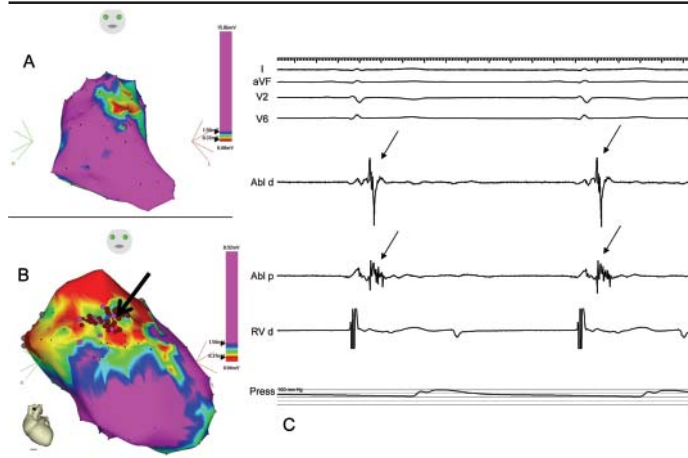
Obrázek 5. Ukázka nástřiku pravé koronární tepny s ablačním katétre (ABL) v cílové pozici pro ablaci na dolní laterální stěně levé komory. Je patrné, že žádná z větví této tepny nezasahuje do oblasti katétru. Podobně tomu bylo při nástřiku levé tepny. Ostatní zkratky stejné jako u obrázku 2



systém (Chilli, Boston Scientific, Natick, MA) nebo otevřený proplachovací systém (Thermocool, Biosense Webster, Diamond Bar, CA). Typicky se používá energie 30–50 W po dobu 60–120 sec. Při externím proplachu se obvykle používá proplachu 15 ml/min. Při ablaci je nutné občas odsávat hromadící se fyziologický roztok.

Místo radiofrekvenčního proudu lze použít i kryoenergie, aplikované pomocí katétru nebo pomocí chirurgické ablační sondy. Alespoň teoreticky by měl mít tento přístup větší účinnost. Na našem pracovišti máme zkušenost s několika případy úspěšné chirurgické kryoablace z videoasistovaného přístupu po předchozím selhání radiofrekvenční ablaci. V těchto případech bylo ověřeno, že cílové místo bylo skryto pod epikardiálním tukem. Experimentální práce naznačují, že další alternativou k radiofrekvenčnímu proudu by mohl být laser.

Obrázek 4. A – ukázka endokardiální mapy pravé komory u pacienta bez zjevného strukturního onemocnění srdce s KT pocházející z oblasti výtokového traktu. Mapa ukazuje nevelkou oblast jizevnaté tkáně (oranžový okrasek) a katetrizační ablaci v místě nejčasnější endokardiální aktivace byla neúspěšná (předozadní projekce); B – epikardiální mapa obou komor ve stejné projekci dokumentuje jizevnatou tkáň nad výtokovými traktami obou komor a šipka ukazuje místo s pozdními potenciály, které se při KT ukázalo být kritickou zónou reentry. Hnědé body ukazují ablační linii, která vedla k odstranění 2 morfologií indukovatelné KT; C – ukázka záznamů EKG z ablačního katétru (Abl d a p) a z hrotu pravé komory (RVd) spolu s křivkou krevního tlaku (Press). Šipky ukazují pozdní potenciály z místa pomalého vedení při sinusovém rytmu



Při výkonu je nutno dodržovat určitá opatření k prevenci poškození určitých struktur. Na laterální straně levé komory je nutno použít před aplikací energie stimulace o vyšší energii, a to k vyloučení stimulace bráničního nervu (15). K prevenci poškození koronárních tepen je nezbytné provedení nástřiku koronárních tepen v různých projekcích (16). Za bezpečnou vzdálenost hrotu ablačního katétru od cévy se považují alespoň 4 mm (obrázek 5). Při mapování může dojít i k poškození velkých cév, jícnu nebo plic. Po ablaci je častá mírná perikarditida. Na základě experimentálních dat se doporučuje po ablaci podat do perikardiálního vaku 0,5–1 mg/kg metylprednisolonu. Bolestivost po výkonu se obvykle tlumí nesteroidními antirevmatiky jako ibuprofen.

Nevyřešené otázky

Ačkoliv se komplikace vyskytují vzácně, přesto byly zaznamenány případy poškození koronárních tepen. Současně je někdy ablaci neúčinná pro přítomnost epikardiálního tuku. Z těchto důvodů by bylo žádoucí mít možnost přímé vizualizace povrchu srdce v průběhu výkonu pomocí miniaturizovaného endoskopu. Epikardiální přístup nemusí vždy vést k úspěchu ablaci po selhání předchozího endokardiálního přístupu. Někdy může být substrát arytmie uložen hluboko v oblasti mezikomorového septa a být přístupný pouze alkoholové ablaci. Na základě pilotních dat se domníváme, že zpřesnění strategie výkonu může posloužit provedení MR zobrazení za použití pozdního enhancementu. Tak je možno identifikovat epikardiální lokalizaci a rozsah jizvy.

Kdy zvážit epikardiální přístup?

Pro epikardiální lokalizaci substrátu svědčí některé klinické charakteristiky. Podezření lze vyslovit již z 12 svodového EKG záznamu (17, 18). Je to především přítomnost pseudovlny delta v hrudních svodech a pomalý čas od počátku QRS k nejčasnějšímu rychlému kmitu ≥ 34 ms nebo prodloužení tzv. intrinsikoidní deflexe (času do vrcholu R ve V2 > 85 ms).

V mnoha centrech je epikardiální přístup zvolen pokaždé, kdy selhala předchozí endokardiální ablaci, zejména v nepřítomnosti rozsáhlejší

endokardiální jizvy. Epikardiální přístup lze zvolit jako primární v případě, kdy je přítomen trombus v dutině levé komory nebo aortální a mitrální chlopenní náhrada. Řada center včetně našeho používá někdy při podezření na epikardiální lokalizaci substrátu nejprve limitovaného mapování povrchu srdce při arytmií zavedením katétru do koronárního sinu nebo některé ze srdečních žil. Tato strategie je výhodná zejména u KT pocházejících z oblasti výtokových traktů, kdy je možno někdy z velké srdeční žíly provést i samotnou ablací. V případě, kdy je nutno mapovat současně epikardiálně a endokardiálně, je vhodné začít epikardiálním přístupem a poté pokračovat endokardiálně (11).

V případě KT provázející strukturní onemocnění srdce a související s jizvou, lze na epikardiální lokalizaci substrátu pomýšlet vždy, když se nedaří z endokardiálního přístupu okruh reentry identifikovat a nelze dosáhnout skrytého entrainmentu. Tato situace je mnohem častější u idiopatické dilatační kardiomyopatie nebo arytmogenní kardiomyopatie pravé komory než po infarktu myokardu.

Závěr

Epikardiální ablace významně rozšiřuje možnosti katetrizační ablace, zejména u KT. Je indikována především tam, kde selhal alespoň jednou endokardiální přístup nebo tam, kde jej nelze provést. Epikardiální lokalizaci arytmogenního substrátu lze především očekávat u nemocných s KT při dilatační kardiomyopatii nebo arytmogenní kardiomyopatii pravé komory.

Tato práce je zčásti podporována výzkumným grantem Projektu I MO510 Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy.

Literatura

1. Aliot EM, Stevenson WG, Almendral-Garrote JM, et al. EHRA/HRS Expert Consensus on Catheter Ablation of Ventricular Arrhythmias: developed in a partnership with the European Heart Rhythm Association (EHRA), a Registered Branch of the European Society of Cardiology (ESC), and the Heart Rhythm Society (HRS); in collaboration with the American College of Cardiology (ACC) and the American Heart Association (AHA). *Europace* 2009; 11: 771–817.
2. Marchlinski FE, Callans DJ, Gottlieb CD, Zado E. Linear ablation lesions for control of unmappable ventricular tachycardia in patients with ischemic and nonischemic cardiomyopathy. *Circulation* 2000; 101: 1288–1296.
3. Soejima K, Stevenson WG, Maisel WH, et al. Electrically unexcitable scar mapping based on pacing threshold for identification of the reentry circuit isthmus: feasibility for guiding ventricular tachycardia ablation. *Circulation* 2002; 106: 1678–1683.
4. Hsia HH, Lin D, Sauer WH, et al. Anatomic characterization of endocardial substrate for hemodynamically stable reentrant ventricular tachycardia: identification of endocardial conducting channels. *Heart Rhythm* 2006; 3: 503–512.
5. Soejima K, Suzuki M, Maisel WH, et al. Catheter ablation in patients with multiple and unstable ventricular tachycardias after myocardial infarction: short ablation lines guided by reentry circuit isthmuses and sinus rhythm mapping. *Circulation* 2001; 104: 664–669.
6. Kautzner J, Čihák R, Peichl P, et al. Catheter ablation of ventricular tachycardia following myocardial infarction using a 3-D electroanatomical mapping. *Pacing Clin Electrophysiol* 2003; 26: 342–347.
7. Stevenson WG, Wilber DJ, Natale A, et al. Irrigated radiofrequency catheter ablation guided by electroanatomic mapping for recurrent ventricular tachycardia after myocardial infarction: the multicenter thermocool ventricular tachycardia ablation trial. *Circulation* 2008; 118: 2773–2782.
8. Cano O, Hutchinson M, Lin D, et al. Electroanatomic substrate and ablation outcome for suspected epicardial ventricular tachycardia in left ventricular nonischemic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 2009; 54: 799–808.
9. Sosa E, Scanavacca M, d'Avila A, Pilleggi F. A new technique to perform epicardial mapping in the electrophysiology laboratory. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1996; 7: 531–36.
10. Sosa E, Scanavacca M, D'Avila A, et al. Nonsurgical transthoracic epicardial approach in patients with ventricular tachycardia and previous cardiac surgery. *J Interv Card Electrophysiol* 2004; 10: 281–288.
11. Tedrow U, Stevenson WG. Strategies for epicardial mapping and ablation of ventricular tachycardia. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2009; 20: 710–713.
12. Sacanavacca M, Pisani CF, Hachul D, et al. Selective atrial vagal denervation guided by evoked vagal reflex to treat patients with paroxysmal atrial fibrillation. *Circulation* 2006; 114: 876–885.
13. Pak HN, Hwang C, Lim HE, et al. Hybrid epicardial and endocardial ablation of persistent or permanent atrial fibrillation: a new approach for difficult cases. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2007; 18: 217–223.
14. Koplan BA, Parkash R, Couper G, Stevenson WG. Combined epicardial-endocardial approach to ablation of inappropriate sinus tachycardia. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2004; 15: 237–240.
15. Fan R, Cano O, Ho SY, et al. Characterization of the phrenic nerve course within the epicardial substrate of patients with nonischemic cardiomyopathy and ventricular tachycardia. *Heart Rhythm* 2009; 6: 59–64.
16. D'Avila A, Gutierrez P, Scanavacca M, et al. Effects of radiofrequency pulses delivered in the vicinity of the coronary arteries: implications for nonsurgical transthoracic epicardial catheter ablation to treat ventricular tachycardia. *Pacing Clin Electrophysiol* 2002; 25: 1488–1495.
17. Bazan V, Bala R, Garcia FC, et al. Twelve-lead ECG features to identify ventricular tachycardia arising from the epicardial right ventricle. *Heart Rhythm* 2006; 3: 1132–1139.
18. Bazan V, Gerstenfeld EP, Garcia FC, et al. Site-specific twelve-lead ECG features to identify an epicardial origin for left ventricular tachycardia in the absence of myocardial infarction. *Heart Rhythm* 2007; 4: 1403–1410.

Článek přijat redakcí: 10. 12. 2009

Článek přijat k publikaci: 7. 1. 2010

prof. MUDr. Josef Kautzner, CSc.

Klinika kardiologie IKEM

Videňská 1958/9, 140 21 Praha 4

joka@medicon.cz