

Pregledni prispevek/Review article

EPIKARDNI PRISTOP IN ZDRAVLJENJE PREKATNE TAHIKARDIJE S POMOČJO KATETRSKE RADIOFREKVENČNE ABLACIJE

PERCUTANEOUS PERICARDIAL APPROACH FOR RADIOFREQUENCY CATHETER ABLATION OF EPICARDIAL VENTRICULAR TACHYCARDIA

Andrej Pernat, Matjaž Šinkovec, Peter Rakovec

Klinični oddelek za kardiologijo, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Zaloška 7, 1525 Ljubljana.

Izveček

Izhodišča *Katetrna radiofrekvenčna ablacija nudi možnost učinkovitega endokardnega zdravljenja nadprekatnih tahiaritmij, idiopatskih oblik prekatne tahikardije, v zadnjem času pa vse bolj tudi prekatne tahikardije pri strukturni bolezni srca. Tourstni poseg je včasih neuspešen zaradi epikardno ležečega substrata ali pa je neizvedljiv zaradi umetnih zaklopk ali nevaren zaradi tromba v prekatu. V takšnih primerih lahko dosežemo epikardno površino srca s pomočjo perkutanega subksifoidnega pristopa.*

Zaključki *Gre za tehnično zahteven, vendar sorazmerno malo invaziven in varen poseg, ki omogoča izvedbo katetrne radiofrekvenčne ablacije aritmije, sicer po konvencionalni poti neuspešne ali neizvedljive. Metodo smo v letu 2007 prvič izvedli tudi na naši kliniki.*

Ključne besede *prekatna tahikardija; zdravljenje; metode; katetrna ablacija; perikard*

Abstract

Background *Radiofrequency catheter ablation represents effective endocardial treatment modality of supraventricular tachyarrhythmias, idiopathic ventricular tachycardias, as well as some forms of ventricular tachycardia associated with structural heart disease. However, radiofrequency ablation through endocardial approach sometimes fails due to epicardially located substrate or is not feasible due to prosthetic valves or ventricular thrombus. In such cases, percutaneous subxyphoid puncture offers relatively non-invasive access to pericardial space and epicardial surface of the heart.*

Conclusions *Although technically demanding, procedure is relatively non-invasive and safe. In 2007, this methodology was also introduced in our institution.*

Key words *ventricular tachycardia; treatment; methods; catheter ablation; pericardium*

Uvod

Katetrna radiofrekvenčna ablacija je učinkovit način zdravljenja številnih nadprekatnih in prekatnih tahiaritmij. Zaradi svoje učinkovitosti je celo metoda prve izbire, predvsem za zdravljenje nadprekatnih tahikardij ter nekaterih idiopatskih oblik prekatne tahikardije.^{1,2} Katetrsko zdravljenje prekatnih tahikardij, pridruženih strukturni srčni bolezni, pa je pogosto zahteven strokovni izziv. Čeprav takšne bolnike običajno zdravimo z antiaritmiki in vsadnim kardioverter-skim defibrilatorjem, se pri številnih bolnikih napadi tahikardij ponavljajo. Ker se pogosto proži kar-

kardije.^{1,2} Katetrsko zdravljenje prekatnih tahikardij, pridruženih strukturni srčni bolezni, pa je pogosto zahteven strokovni izziv. Čeprav takšne bolnike običajno zdravimo z antiaritmiki in vsadnim kardioverter-skim defibrilatorjem, se pri številnih bolnikih napadi tahikardij ponavljajo. Ker se pogosto proži kar-

Avtor za dopisovanje / Corresponding author:

Doc. dr. Andrej Pernat, dr. med., KO za kardiologijo, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Zaloška 7, 1525 Ljubljana, e-mail: andrej.pernat@mf.uni-lj.si

dioverterski-defibrilator, močno trpi kakovost njihovega življenja. V tovrstnih primerih je zdravljenje s pomočjo kateterske radiofrekvenčne ablacije zadnja možnost za odpravo tahikardije ali vsaj za zmanjšanje števila napadov.

Osnovno načelo kateterskega zdravljenja prekatne tahikardije je, da z ablacijskim katetrom poiščemo in nato z radiofrekvenčno energijo odpravimo snope miokarda, ki ležijo med področji fibroze in omogočajo nenormalno kroženje depolarizacije (re-entry). To je pogosto dolgotrajen in težaven postopek. Kljub temu je zdravljenje prekatne tahikardije s pomočjo kateterske radiofrekvenčne ablacije tudi pri bolnikih s strukturno srčno boleznijo uveljavljena in uspešna metoda. Odpravo prekatne tahikardije dosežemo v 70 do 90 % primerov pri ishemični kardiomiopatiji in v 55 do 75 % pri dilatativni kardiomiopatiji.³⁻⁷ Pri tem je potrebno upoštevati, da gre za bolnike, ki so imeli številne napade prekatne tahikardije, neodzivne na zdravljenje z antiaritmiki.

V določenem deležu primerov je razlog za neuspešen poseg epikardna umeščenost substrata prekatne tahikardije. V tem primeru z endokardnim pristopom radiofrekvenčna energija ne prodre dovolj globoko, da bi uničila epikardno ležeče snope miokarda. Prve podatke o epikardni umeščenosti nenormalnega kroženja depolarizacije kot vzroku prekatne tahikardije posredujejo kardiološki kirurgi. Pri bolnikih s prekatnimi tahikardijami po prebolelem srčnomišičnem infarktu so z natančno kartografijo umestili kritično področje za vzdrževanje tahikardije v epikardnem področju. Z lasersko fotokoagulacijo epikardnega področja, odgovornega za vzdrževanje prekatne tahikardije, so to uspešno prekinili.⁸ Umeščenost nenormalnega kroženja depolarizacije v epikardu naj bi bila še posebej pogosta pri bolnikih s prebolelim spodnjestenskim srčnim infarktom.⁹

V zadnjem obdobju so razvili tudi nekaj metod, ki so omogočile manj invaziven, nekirurški dostop do epikardne površine srca. Do določenih predelov srca lahko pridemo tako, da elektrode za elektrofiziološko analizo in kateter za radiofrekvenčno ablacijo uvedemo v koronarni sinus in njegove veje.¹⁰ Vendar smo pri tej metodi dokaj omejeni, saj na ta način lahko dosežemo le predele srca, ki ležijo v bližini teh struktur. V poznih devetdesetih letih pa so brazilski avtorji opisali perkutani pristop, ki je omogočil dostop v celoten perikardni prostor in tako tudi diagnostične in terapevtske elektrofiziološke posege v epikardnem področju.¹¹

Perkutani subsifoidni pristop in kartografija epikardne površine srca

Izvirno metodo so opisali Sosa in sodelavci že leta 1996.¹¹ Načelo perikardne punkcije je podobno kot pri perikardiocentezi zaradi perikardialnega izliva. Pomembna razlika, ki močno poveča zahtevnost posega, je dejstvo, da pri bolnikih, pri katerih želimo izvajati elektrofiziološki poseg v perikardnem prostoru, izliva ni. Zato je punkcija perikardnega prostora zelo

zahtevna in terja veliko previdnosti, če se želimo izogniti zapletom.

Pred samim posegom je potrebno pri bolniku zagotoviti normalne vrednosti strjevaja krvi, morebitna antikoagulacijska zdravila pa ukinemo vsaj 3 dni pred načrtovanim posegom. Ob posegu je bolnik blago sediran z midazolamom, vendar buden.

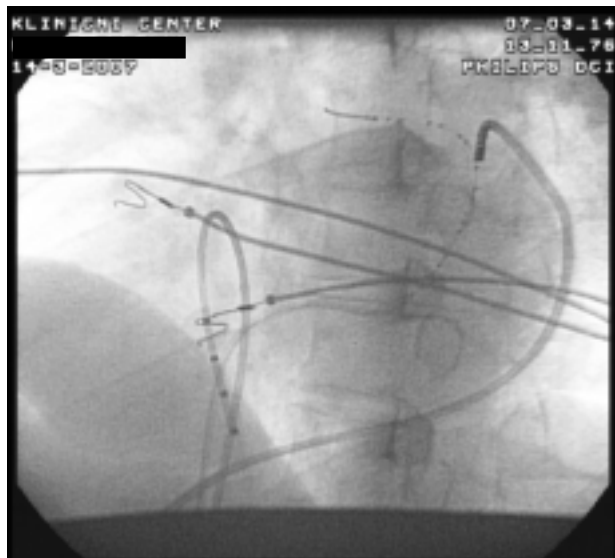
Zaradi lažje orientacije pri punkciji in za potrebe kasnejše elektrofiziološke preiskave preko desne femoralne vene uvedemo 4-polarno elektrodo v konico desnega prekata in 10-polarno elektrodo čim bolj distalno v koronarni sinus.

Punkcijo perikardnega prostora izvajamo iz subsifoidnega prostora. Pred samo punkcijo z ultrazvokom določimo možne smeri vboda, nato operativno polje razkužimo in prekrijemo s sterilnimi kompresami. Za punkcijo uporabimo iglo, ki jo sicer uporabljajo za epiduralne punkcije (17 G). Mesto vboda je v trikotniku med levim rebrnim lokom in subsifoidnim izrastkom. Načeloma na začetku iglo usmerimo proti levi rami, kot vboda pa je bolj oster, če želimo primarno doseči predel sprednje stene prekatov, oziroma bolj navpičen, če želimo doseči inferiorni, diafragmalni predel srca. Punkcijo nadziramo z rentgensko fluoroskopijo (projekcija LAO - 40°). Orientiramo se po elektrodi v konici desnega prekata. Ko zaznamo



Sl. 1. Vstop punkcijske igle v perikardni prostor. S črtnima puščicama je označena plast kontrastnega sredstva, ki je obkrožila konico in stransko steno desnega prekata. Vidna je tudi vodilna žica, uvedena v perikardni prostor skozi punkcijsko iglo. Konica štiripolarne elektrode leži v apeksu desnega prekata. Rentgenogram je posnet v levi prednji stranski projekciji pod kotom 30°.

Figure 1. Figure showing tip of the puncture needle in the pericardial space, which is delineated by a contrast media (black arrows). A guide wire is introduced into the pericardial space through the needle. Quadripolar electrode tip is located in the right ventricle apex. Roentgenogram was taken from left anterior oblique projection, under angle of 30°.



Sl. 2. Rentgenogram v levi stranski projekciji 30°. Vodljivi ablacijski kateter poteka v perikardnem prostoru ob lateralni steni levega prekata. Konica leži na področju bazalne lateralne stene levega prekata v bližini tanke multipolarne elektrode, ki je uvedena v koronarni sinus.

Figure 2. Flexible ablation catheter is introduced through sheath into the pericardial space and along the lateral wall of left ventricle. Tip of the ablation catheter is located at the base of the left ventricular lateral wall. Thin multipolar electrode is introduced into the coronary sinus, which approximately marks atrio-ventricular groove.

srčne utripe, vzamemo brizgo z razredčenim rentgenskim kontrastom. Pod kontrolo fluoroskopije počasi napredujemo proti srcu in brizgamo majhne količine kontrastnega sredstva. Ko kontrast oblije srčno senco v obliki srpa, smo s konico igle vstopili v perikardni prostor. Nato uvedemo vodilno žico in po njej običajno vodilo 7 F (Sl. 1). Preko vodila uvedemo vodljivi ablacijski kateter, ki prepozna aritmogeni substrat in opravi radiofrekvenčno ablacijo (Sl. 2). Aritmogeni substrat poiščemo s stimulacijsko, sekvencijsko in voltažno kartografijo.

Težave in možni zapleti pri subsifoidnem pristopu in radiofrekvenčni ablaciji v področju epikardne površine srca

Težave in možne zaplete delimo predvsem na zaplete, povezane s perikardno punkcijo, in zaplete, ki so posledica radiofrekvenčne ablacije v perikardnem prostoru. Posebna skupina so specifični dejavniki, ki otežujejo elektrofiziološko preiskavo in radiofrekvenčno ablacijo na epikardni površini srca.

Zapleti, povezani s perikardno punkcijo

Ker se punkcija izvaja pri bolnikih, pri katerih v perikardnem prostoru ni izliva, je možnost punkcije de-

snega prekata sorazmerno velika. Brazilski avtorji, ki imajo s to metodo največ izkušenj, navajajo punkcijo desnega prekata brez posledičnega perikardnega izliva pri 4,5 % bolnikov in hematoperikard pri 7 % bolnikov.¹²

Poškodba koronarne arterije

Pri uvajanju radiofrekvenčne energije med ablacijo aritmogenega substrata je nevarno, da termično poškodujemo koronarno arterijo. V eksperimentalnih modelih na psih in prašičih so dokazali, da dovajanje radiofrekvenčne energije neposredno v bližini koronarne arterije lahko povzroči hiperplazijo intime in trombozo koronarne arterije. Da bi se izognili temu zapletu, pred uvajanjem radiofrekvenčne energije opravimo koronarni angiogram. Načeloma je radiofrekvenčna ablacija varna, kadar je mesto dajanja energije oddaljeno 5 do 10 mm od koronarne arterije.

Perikarditis in perikardne adhezije

Zaradi segrevanja pri uvajanju radiofrekvenčne energije lahko ob posegu pride do aseptičnega vnetja perikarda. To ni resen zaplet, največkrat pa se pojavi le kot blaga perikarditična bolečina, včasih kot majhen, klinično nepomemben perikardialni izliv. Po podatkih iz literature se bolečine po tovrstnem posegu pojavijo pri približno tretjini bolnikov.¹²

Poškodba freničnega živca

Ker se frenična žilca v svojem poteku po prsnem košu približata srcu, je predvsem pri radiofrekvenčni ablaciji v lateralnem področju srca potrebno upoštevati tudi možnost poškodbe levega ali desnega živca. Po navadi poškodba enega od freničnih živcev ne povzroči kliničnih težav. Enostranska pareza diafragme namreč redko povzroči težko sapo ob odsotnosti pljučne boleznⁱ. Da se izognemo temu zapletu, pred začetkom radiofrekvenčne ablacije na mestu, ki leži blizu poteka freničnega živca, izvajamo elektrostimulacijo z veliko energijo (električni tok 15 mA, trajanje 5 ms). Če s tem ne izzovemo kontrakcij diafragme, je ablacija na tem mestu varna.

Epikardno maščevje kot omejitveni dejavnik pri preiskavi in radiofrekvenčni ablaciji

Maščevje na epikardni površini srca lahko otežuje izvedbo elektrofiziološke preiskave in zmanjšuje učinkovitost radiofrekvenčne ablacije. Maščevje deluje kot izolator, zato imajo elektrogrami lahko manjše amplitude in tudi spremenjeno obliko. Podobno je z elektrostimulacijo, ki jo uporabljamo za izvajanje stimulacijske kartografije kot pomoč pri določanju ustreznega mesta za ablacijo. Zaradi maščevja je pogosto treba uporabiti zelo velike energije ali pa je elektrostimulacija na določenih predelih celo neizvedljiva. Oboje oteži interpretacijo in umestitev aritmogenega substrata. Ugotovili so, da maščobni sloj debeline do 5 mm ni ovira, debelejši pa moti preiskavo. Hkrati epikardno maščevje zmanjšuje učinkovitost radiofrekvenčne ablacije, saj se velik delež energije absorbira že v maščevju in ne doseže epikardne površine srca.

Maščobni predeli so zato lahko vzrok za neuspešno radiofrekvenčno ablacijo.

Indikacije za preiskavo in klinične izkušnje

Na uporabo epikardnega pristopa pomislimo predvsem v primerih, ko posumimo na epikardni izvor prekatne tahikardije, in takrat, ko je poseg endokardno neizvedljiv ali kontraindiciran (Razpr. 1). V praksi je najbolj pogosta indikacija za tovrsten pristop sum na epikardni izvor prekatne tahikardije. Nanjo pomislimo v dveh primerih. Najpogosteje takrat, ko s standardnim endokardnim pristopom ne uspemo najti ustreznega mesta za radiofrekvenčno ablacijo, oziroma s slednjo ne uspemo prekiniti prekatne tahikardije. Obstajajo tudi določena merila, na podlagi katerih s površinskega posnetka EKG med tahikardijo sklepamo, da izhaja z epikardnega področja (Razpr. 2). Na epikardni izvor prekatne tahikardije nakazujejo predvsem: široki kompleks QRS, prisotnost vala psevdodelta v prekordialnih odvodih in podaljšana intrinzioidna defleksija kompleksov QRS v prekordialnih odvodih¹³ (Razpr. 2).

Kako pogosta je epikardna umeščenost prekatne tahikardije, pravzaprav ni jasno. Največ kliničnih izkušenj na tem področju imajo elektrofiziologi iz Brazilije, ki so tudi pionirji na tem področju. Edouardo Sosa in sodelavci so metodo prvič opisali leta 1996.¹¹ Uporabili so jo pri 215 bolnikih s prekatno tahikardijo.¹² Največ je bilo bolnikov s Chagasovo boleznijo, in sicer 138. Druga največja skupina so bili bolniki s prebolelim spodnjestenskim srčnomišičnim infarktom, teh je bilo 50, bolnikov z dilatativno kardiomiopatijo pa je bilo 15. Epikardni izvor prekatne tahikardije so ugotovili pri 36 % bolnikov s Chagasovo boleznijo, 32 % bolnikov s prebolelim srčnomišičnim infarktom ter 25 % bolnikov z dilatativno kardiomiopatijo. Delež bolnikov, pri katerih so z epikardnim pristopom uspeli odpraviti prekatno tahikardijo, je bil v vseh treh skupinah med 50 % in 60 %. Uspešnost metode je torej omejena, vendar je potrebno vedeti, da gre za težavne primere, pri katerih prekatne tahikardije ni bilo mogoče odpraviti na noben drug način. Zato se je metoda uveljavila in jo kljub tehnični zahtevnosti uporabljajo tudi v drugih centrih.^{7, 14-17}

Spomladi 2007 smo poseg prvič opravili tudi v Sloveniji na Kliničnem oddelku za kardiologijo, KC Ljubljana. Izvedli smo ga pri 30-letnem bolniku, ki je od leta 2005 imel napade počasne prekatne tahikardije, ki sicer ni bila hemodinamsko pomembna do te mere, da bi doživel sinkopo, vendar je bil ob napadih omotičen. Zaradi pogostih napadov je imel okrnjeno kakovost življenja. Z različnimi preiskavami smo izključili strukturno bolezen srca. Glede na površinski EKG je bil izvor prekatne tahikardije laterobazalno v levem prekatu (Sl. 3). Do leta 2007 so dvakrat opravili elektrofiziološko preiskavo. Podobno kot s površinskega EKG je bil tudi z endokardne površine izvor prekatne tahikardije umeščen v laterobazalnem področju levega prekata, vendar z ablacijami z endokardnega področja tahikardije nismo uspeli odstraniti. Glede na slab izid obeh poskusov in tudi glede na nekatere lastno-

Razpr. 1. *Indikacije za uporabo epikardnega pristopa za radiofrekvenčno katetrsko ablacijo.*

Table 1. *Indications for percutaneous epicardial approach for radiofrequency catheter ablation.*

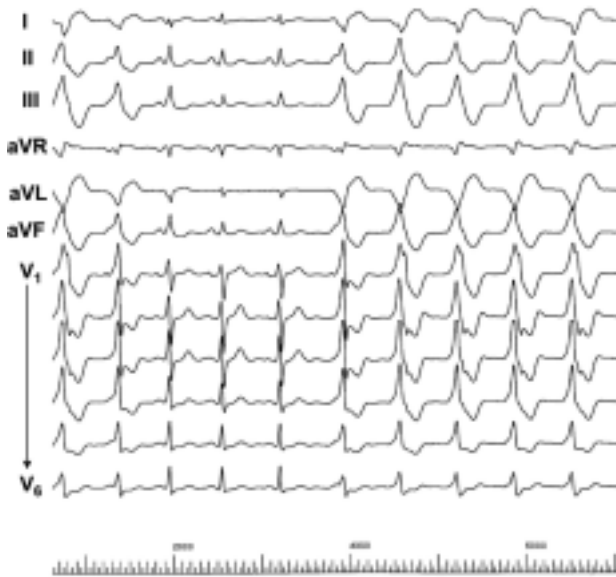
Sum na epikardno lego substrata pri bolniku s prekatno tahikardijo. Suspected epicardial location of ventricular tachycardia substrate.
Bolnik s prekatno tahikardijo in s tromбом v prekatu. Ventricular tachycardia and intraventricular thrombus.
Bolnik s prekatno tahikardijo in umetno aortno ter mitralno zaklopko. Ventricular tachycardia in patients with artificial mitral and aortic valves.
Sum na epikardno lego akcesorne poti; dva neuspešna posega z endokardnim pristopom. Suspected epicardial location of accessory pathway; two previous failed ablations of the pathway from endocardial site.

Razpr. 2. *Kazalci, ki nakazujejo možnost epikardnega izvora prekatne tahikardije.*

Table 2. *Parameters suggestive of epicardial location of ventricular tachycardia circuit.*

Kazalec Parameters	Opis Definition
I. Površinski 12-kanalni EKG I. Surface ECG	
Val psevdodelta > 34 ms	Čas od najzgodnejšega aktiviranja do najzgodnejše negativne defleksije kompleksa QRS v katerem koli prekordialnem odvodu.
Pseudodelta wave > 34 ms	Time measured from the earliest ventricular activation (from the stimulation artifact in paced patients) to the earliest fast deflection in any precordial lead.
Trajanje kompleksa QRS > 198 ms QRS duration > 198 ms	
Intrinzioidna defleksija > 85 ms	Čas od najzgodnejšega prekatnega aktiviranja do dna najzgodnejšega zobca S v katerem koli prekordialnem odvodu.
Intrinsicoid deflection time > 85 ms	Time measured from the beginning (onset) of the earliest ventricular activation to the peak of R wave.
Trajanje kompleksa RS > 121 ms	Čas od pričetka prekatnega aktiviranja do vrha vala R v odvodu V1.
RS complex duration > 121 ms	Time measured from the beginning of the ventricular activation to the peak of the R wave in the V1 lead.
II. Elektrofiziološka merila II. Electrophysiologic criteria	
Odsotnost mest z zgodnjim prekatnim aktiviranjem na endokardni strani med prekatno tahikardijo. Absence of early endocardial activation sites.	
Široko področje zgodnje aktivacije prekata na endokardni površini srca. Diffuse area of earliest endocardial activation.	
Slabo ujemanje stimulacijske kartografije iz endokardne površine z morfolgijo prekatne tahikardije. Poor endocardial pace maps.	
Neuspešna radiofrekvenčna ablacija z endokardne površine srca. Failed ablation at best endocardial sites.	

sti tahikardije na površinskem EKG (Sl. 3) smo posumili na epikardni izvor tahikardije. S pomočjo epikardnega pristopa smo umestili izvor tahikardije na epikardni površini laterobazalnega dela levega prekata blizu mesta, kjer smo ugotovili izvor tahikardije že z endokardnim pristopom. Žal je bilo mesto zelo blizu cirkumfleksne koronarne arterije, zato obsežnejša ablacija v tem področju ni bila mogoča (Sl. 4).



Sl. 3. EKG-posnetek počasne prekatne tahikardije pri 30-letnem bolniku. Vidni so zelo široki in razobličeni kompleksi QRS. Ti imajo v prekordialnih odvodih vidni tudi val pseudo delta. Te lastnosti nakazujejo možnost epikardne lege substrata pri bolniku.

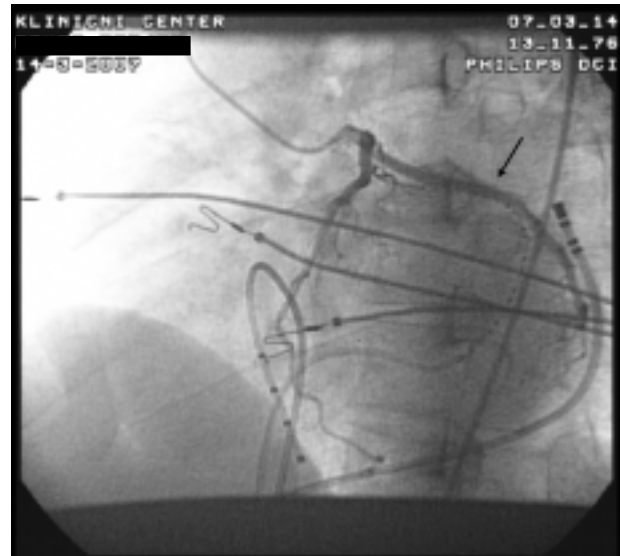
Figure 3. ECG of the ventricular tachycardia in 30-year old male. Recording shows relatively slow ventricular tachycardia, with broad QRS complexes. These in combination with so-called pseudodelta waves recorded in the precordial leads suggest epicardial location of the ventricular tachycardia circuit.

Zaključki

Subksifoidni perkutani pristop omogoča sorazmerno manj invaziven dostop do perikardnega prostora in epikardne površine srca za potrebe elektrofiziološke preiskave in radiofrekvenčne ablacije v primerih, ko posumimo na epikardni izvor prekatne tahikardije.

Literatura

- Morady F. Catheter ablation of supraventricular arrhythmias: State of the art. *Heart Rhythm* 2004; 1: 67C.
- Stevenson WG. Catheter ablation of monomorphic ventricular tachycardia. *Curr Opin Cardiol* 2005; 20: 42-7.
- Della Bella P, De Ponti R, Uriarte JA, Tondo C, Klersy C, Carbucichio C, et al. Catheter ablation and antiarrhythmic drugs for haemodynamically tolerated postinfarction ventricular tachycardia. Long-term outcome in relation to acute electrophysiological findings. *Eur Heart J* 2002; 23: 414-24.
- O'Callaghan PA, Poloniecki J, Sosa-Suarez G, Ruskin JN, McGovern BA, Garan He. Long-term clinical outcome of patients with prior myocardial infarction after palliative radiofrequency catheter ablation for frequent ventricular tachycardia. *Am J Cardiol* 2001; 87: 975-9.
- Morady F, Harvey M, Kalbfleisch S, el-Atassi R, Calkins H, Langberg JJ. Radiofrequency catheter ablation of ventricular tachycardia in patients with coronary artery disease. *Circulation* 1993; 87: 363-72.
- Hsia HH, Callans DJ, Marchlinski FE. Characterisation of endocardial electrophysiological substrate in patients with non-ischemic cardiomyopathy and monomorphic ventricular tachycardia. *Circulation* 2003; 108: 704-10.



Sl. 4. Položaj konice ablacijskega katetra na mestu, kjer bi bilo na epikardni površini srca po elektrofizioloških merilih najprimerneje izvesti radiofrekvenčno ablacijo prekatne tahikardije. Mesto leži zelo blizu cirkumfleksne koronarne arterije (LCX). Prikazana je rentgenska slika v levi stranski projekciji pod kotom 40°. Tanka multipolarna elektroda je uvedena v koronarni sinus.

Figure 4. Figure showing close proximity of the ablation catheter tip at the best ablation site and the left circumflex coronary artery (LCX), precluding radiofrequency energy delivery due to possible coronary artery damage.

- Soejima K, Stevenson WG, Sapp JL, Selwyn AP, Couper G, Epstein LM. Endocardial and epicardial radiofrequency ablation of ventricular tachycardia associated with dilated cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43: 1834-42.
- Littman L, Svenson RH, Gallagher JJ, Selle JG, Zimmern SH, Fedor JM, Colavita PG. Functional role of the epicardium in postinfarction ventricular tachycardia: Observations derived from computerized epicardial activation mapping, entrainment, and epicardial laser photoablation. *Circulation* 1991; 83: 1577-91.
- Cassidy DM, Vassallo JA, Miller JM, Poll DS, Buxton AE, Marchlinski FE, Josephson ME. Endocardial catheter mapping in patients in sinus rhythm: Relationship to underlying heart disease and ventricular arrhythmias. *Circulation* 1986; 73: 645-52.
- De Paola AA, Melo WD, Tavora MZ, Martinez EE. Angiographic and electrophysiological substrates for ventricular tachycardia mapping through the coronary veins. *Heart* 1998; 79: 59-63.
- Sosa E, Scanavacca M, d'Avilla A, Pilleggi F. A new technique to perform epicardial mapping in the electrophysiology laboratory. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1996; 7: 531-6.
- Sosa E, Scanavacca M. Epicardial mapping and ablation techniques to control ventricular tachycardia. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2005; 16: 449-52.
- Berruezo A, Mont L, Nava S, Chueca E, Bartholomay E, Brugada J. Electrocardiographic recognition of the epicardial origin of ventricular tachycardias. *Circulation* 2004; 109: 1842-7.
- Swarup V, Morton JB, Arruda M, Wilber DJ. Ablation of epicardial macroreentrant ventricular tachycardia associated with idiopathic non ischemic dilated cardiomyopathy by a percutaneous transthoracic approach. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2002; 13: 1164-8.
- Ouyang F, Bänsch D, Schaumann A, Ernst S, Linder C, Falk P, et al. Catheter ablation of subepicardial ventricular tachycardia using electroanatomic mapping. *Herz* 2003; 28: 591-7.

16. Schweikert RA, Saliba WI, Tomassoni G, Marrouche NF, Cole CR, Dressing TJ, et al. Percutaneous pericardial instrumentation for endo-epicardial mapping of previously failed ablations. *Circulation* 2003; 108: 1329-35.
17. Brugada J, Beruzzo A, Cuesta A, Osca J, Chueca E, Fosch X, et al. Nonsurgical transthoracic epicardial radiofrequency ablation: An alternative in incessant ventricular tachycardia. *J Am Coll Cardiol* 2003; 41: 2036-43.

Prispelo 2007-09-06, sprejeto 2007-12-13