

# Kamrai tachycardiák epikardiális ablációja: esetbemutató és irodalmi áttekintés

Szilágyi Gergő, Csanádi Zoltán, Clemens Marcell

Debreceni Egyetem, Klinikai Központ, Kardiológiai és Szívsebészeti Klinika, Debrecen



A szerző  
video-összefoglalója

Levelezési cím: Dr. Szilágyi Gergő, DEKK, Kardiológiai és Szívsebészeti Klinika  
4032 Debrecen, Móricz Zsigmond krt. 22. E-mail: szilagyi.istvangergo@gmail.com

Kamrai tachycardiák (KT) gyakran fordulnak elő a cardiomyopathiák különböző formáiban. Emiatt, primer vagy szekunder prevenció indikációban ICD-beültetés szükséges, azonban amennyiben antiaritmiás szer mellett is halmozott ICD-működések tapasztalunk, a kamrai tachycardia katéterablációja jön szóba. Egyes esetekben primer beavatkozásként, vagy az endokardiális abláció sikertelensége esetén annak kiegészítéseként epikardiális abláció válhat szükségessé.

48 éves dilatatív cardiomyopathiás betegünkönél primer prevenció indikációban VVI ICD-beültetés történt. KT okozta halmozott sokkleadás miatt amiodaronkezelés csak átmeneti sikert hozott, elektromos vihar miatt endokardiálisan végeztünk ablációt, amely kapcsán a bal kamra posterior falán történt ablációkat követően klinikai KT-t nem tudtunk indítani. 2 hónappal a beavatkozást követően ismét elektromos vihar miatt került hospitalizációra, amiodaron- és mexiletinterápia hatástalansága miatt kombinált endo-epikardiális térképezést követően epikardiálisan is kiterjedt hegesezést találtunk. Ezen a területen végzett ablációkat követően klinikai ritmuszavart indukálni nem tudtunk. Utánkövetése során per os amiodaronkezelés mellett a kamrai tachycardiák száma jelentősen lecsökkent, a csak ritkán jelentkező tartós ritmuszavarokat ATP szünteti.

Az epikardiális aritmiászubsztrát egyes cardiomyopathiákban – így a NICM-ben is – friss tanulmányok alapján gyakori, így primeren vagy az endokardiális abláció kiegészítéseként szükség lehet epikardiális ablációra is. Multicentrikus tanulmányok alapján az epikardiális abláció sikeraránya gyakorlott centrumokban magas, a szövődmények aránya pedig nem magasabb az endokardiális megközelítéshez képest.

**Kulcsszavak:** kamrai tachycardia, epikardiális abláció, ARVC, DCM, ICM

## Epicardial ablation of ventricular tachycardias: case report and literature review

Ventricular tachycardias (VT) are common in different types of cardiomyopathies. Consequently, ICD implantation could be indicated as a primary or secondary prevention. However, in case of multiple VT episodes with ICD discharges despite antiarrhythmic medication, catheter ablation of the VT should be considered. Epicardial ablation of the VT could be a first line treatment, or used following an unsuccessful endocardial ablation.

A 48 year-old female patient with non-ischemic dilated cardiomyopathy (NICM) received a VVI ICD in a primary prevention indication. Amiodarone treatment due to numerous shock delivery for VT-s was only temporarily successful due to an electrical storm, and as a result endocardial catheter ablation was performed. At the end of the procedure the clinical VT could not be induced. Two months after the first procedure, the patient was readmitted to the Institute again due to another electric storm, amiodarone and mexiletin treatment was inefficient, hence after a combined endo-epicardial mapping an extensive epicardial scar was also found. After the ablation in this area no VT could be induced. During follow up, leaving the patient on oral amiodarone therapy, VT-s were rare, and, importantly, always were terminated by ATP.

According to recent studies, in certain cardiomyopathies-like NICM- the epicardial origin of VT-s is frequent. Therefore, epicardial ablation could be necessary by alone or in conjunction with endocardial ablation. Multicenter studies proved that the success rate of epicardial ablation of VT-s is high in experienced centers and the incidence of complications is not higher than with the endocardial approach.

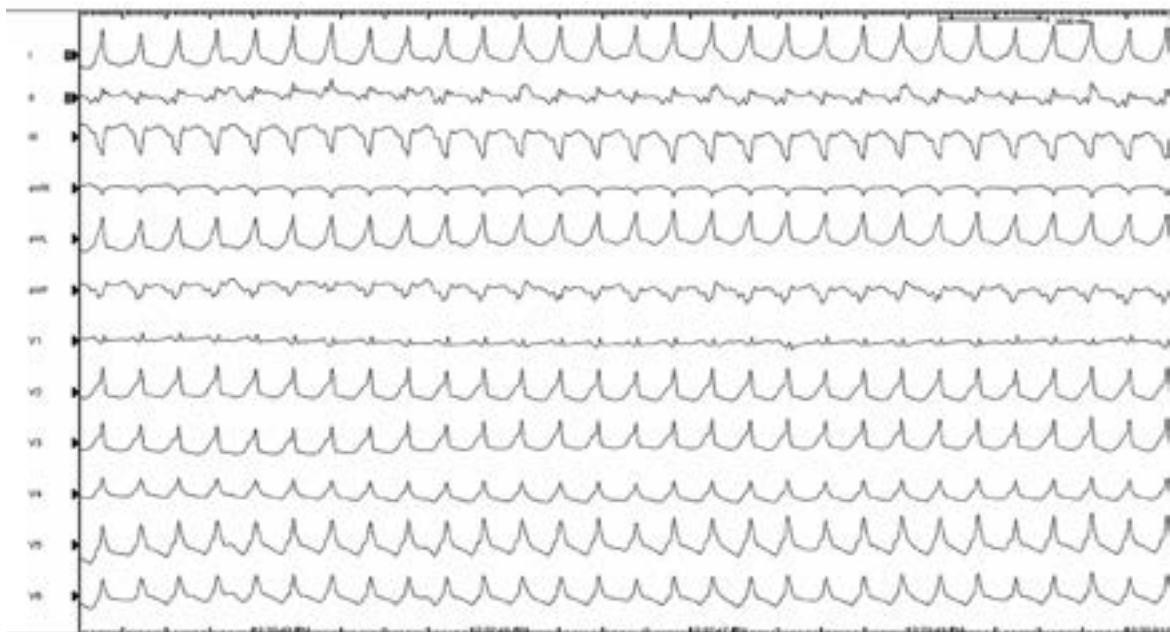
**Keywords:** ventricular tachycardia, epicardial ablation, ARVC, DCM, ICM

Hemodinamikailag stabil, vagy keringésmegingást, akár hirtelen szívhalált okozó kamrai tachycardiák (KT) gyakran fordulnak elő különböző típusú cardiomyopathiákban. Ezen esetek döntő többségében indokolt az implantálható kardioverter-defibrillátor (ICD) beültetése szekunder prevenció célzattal a mortalitás csökkentése céljából. A KT visszatérésének megelőzésére egyrészt alapvető fontosságú az alapbetegség megfelelő gyógyszeres kezelése, különös tekintettel a megfelelő béta-blokkoló-terápia kiválasztására; azonban ennek hatékonysága korlátozott (1–4). A specifikusan antiaritmiaszerek közül elsősorban a sotalol és az amiodaron jön szóba, azonban számos esetben emellett is visszatér a ritmuszavar; másfelől, elsősorban az amiodaron esetében, az extrakardiális toxicitás limitálja alkalmazhatóságát. Emiatt hódított teret a KT-k katéterablációja az elmúlt években, amely a gyógyszeres terápiához képest egy egyértelműen hatékonyabb alternatívát nyújt ezen betegek kezelésében (1, 5–7). A KT-k katéterablációja hagyományosan elsősorban endokardiális megközelítésből történik, azonban esetenként előfordul, hogy transmurális heg esetén az ablációs lézió elégtelen mélysége, vagy primeren szubepikardiális aritmiaszubsztrátum miatt az endokardiális abláció sikertelen marad és epikardiális megközelítés válik szükségessé.

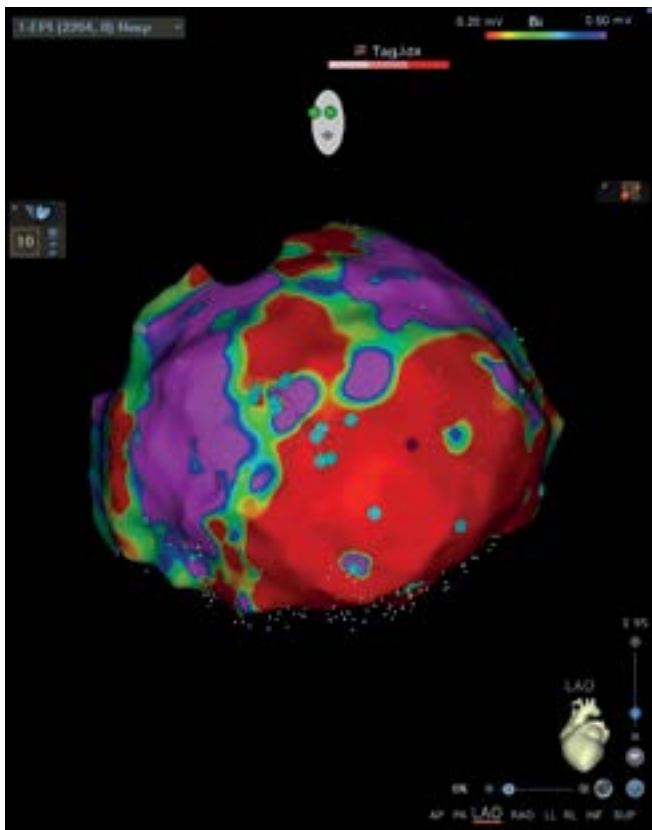
## Esetismertetés

48 éves nőbetegünk anamnézisében COPD, hipertónia, csökkent szisztolés balkamra-funkció (EF: 25%) szerepelnek. 2009-ben elvégzett koronarográfia szig-

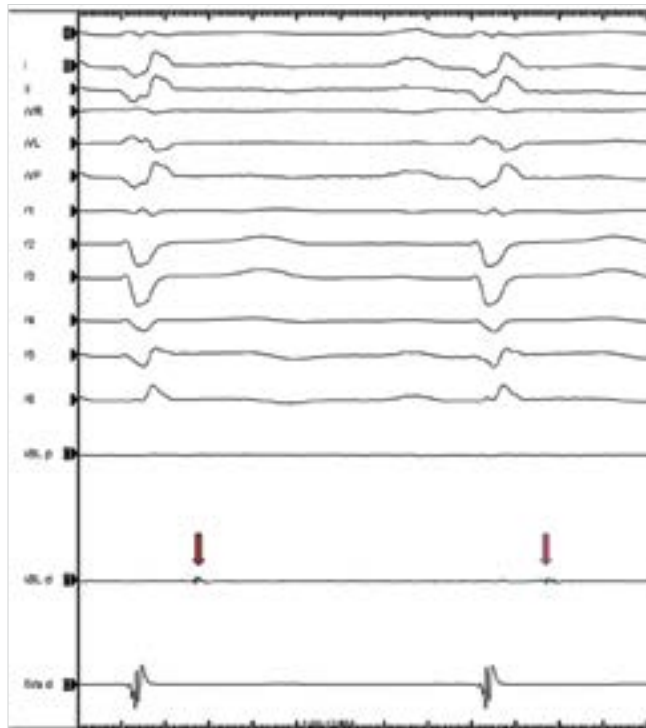
nifikáns szűkületet nem mutatott. 2015-ben primer prevenció ICD-beültetés történt, 2021 júniusában bal oldali hemiparesist okozó stroke miatt kezelték. 2021 júliusában elektromos vihar miatti halmozott ICD-működések miatt került felvételre. Koronarográfia progressziót nem mutatott, laborvizsgálat kapcsán reverzibilis ok nem igazolódott, amiodaron- és per os béta-blokkoló-kezelés mellett ritmuszavara nem ismétlődött. Állapotromlás miatt több alkalommal részesült levosimendankezelésben, ARNI-beállítás történt. 2022 februárjában ismét elektromos vihar miatti halmozott ICD-működés miatt került felvételre. Laborvizsgálatokban érdemi eltérés nem volt. Tekintettel az amiodaron mellett jelentkező gyakori kamrai tachycardiákra (KT) katéterabláció mellett döntöttünk. Programozott stimulációval a klinikai KT könnyen indukálható volt (1. ábra), az endokardiális térképezés kapcsán nagy kiterjedésű, alacsony feszültségű területeket találtunk a csúcsban, illetve az anterior és a posterior falon is. Szubsztrát-modifikációt követően a KT 3 ES-sel sem indult, a beavatkozást követően a beteget amiodaron mellett bocsátottuk otthonába. 2022 áprilisában amiodaron mellett is halmozottan jelentkező KT-k, többszöri sokkleadás miatt hospitalizáltuk. Mexiletint indítottunk, azonban osztályos megfigyelése alatt is több alkalommal jelentkezett hemodinamikai instabilitást okozó KT, amelyet ICD-sokkleadás szüntetett. Tekintettel a korábbi endokardiális ablációra, kombinált endo-epikardiális megközelítés mellett döntöttünk. Programozott stimulációval 200/perc frekvenciájú klinikai KT indult, amelynek exit pontját a bal kamra posterior epikardiális felszínére lokalizáltuk. A kombinált endo- és epikardiális térképe-



1. ÁBRA. Kamrai tachycardia EKG-képe. A ritmuszavar JTSZB-morfológiájú és superior tengelyállású, ami alapján a tachycardia exit pontja a bal kamra inferior falán található. Megfigyelhetők a pseudo-delta-hullámok, amelyek a ritmuszavar epikardiális eredetére utalnak



**2. ÁBRA.** 3 dimenziós elektroanatómiai térkép (CARTO, Biosense Webster), amelyen az eltérő feszültségű területek eltérő színnel kerülnek megjelenítésre. Egy területen az alacsony lokális feszültségérték (piros szín) fibrotikusan átalakult területet jelent, amelyben a túlélő myocardiumrostok funkcionálisan a kamrai tachycardia lassan vezető területének felel meg. Abláció során elsősorban ezeket a területeket célozzuk



**3. ÁBRA.** Késői potenciálok sinusritmusban. 12 elvezetéses EKG és katéterekről (ablációs és jobb kamrai diagnosztikus) elvezetett intrakardiális elektrogramok láthatók. Nyilak jelzik az ablációs katéter csatornáján látható késői potenciálokat, melyek időben a QRS-hez képest későn aktiválódnak (lassú vezetőségű) területek, funkcionálisan a kamrai tachycardia szubsztrátjai. Ezek a területek az elsődleges célpontjai a katéterablációnak

zés kapcsán alacsony feszültségű területeket a csúcsi régióban találunk endo- és epikardiálisan is (2. ábra). Ennek megfelelően nagy kiterjedésű területen találtunk késői potenciálokat, amelyek funkcionálisan a fibrotikus területen lassan vezető csatornáknak, a kamrai tachycardia szubsztrátjának felelnek meg (3. ábra). Ezek a területek az ablációk elsődleges célpontjai. Az epikardiálisan végzett ablációkat követően a klinikai KT nem volt indukálható. Az azóta eltelt időszakban az ICD-lekérdezés kapcsán néhány esetben találtunk tartós KT-t, amelyek mindegyikét az ATP szüntette. A kombinált ablációs stratégia a ritmuszavar megelőzésében sikeresnek bizonyult, azonban a szívelégtelenség progressziója miatt a betegnél szívtranszplantációt tervezünk.

## Megbeszélés

A perkután punkción keresztül elvégzett epikardiális elektroanatómiai térképezés technikáját Sosa és munkatársai 1996-ban publikálták Chagas-kórban szenvedő betegek kamrai aritmiáinak kezelése kapcsán (8).

Ebben a betegcsoportban az endokardiális abláció gyakori sikertelensége vezetett arra a következtetésre, hogy a KT eredete szubepikardiális lehet. A beavatkozások során vénás behatolásból vezettek katétereket a jobb kamra csúcsába, a sinus coronariusba, illetve artériás behatolásból a bal kamra laterális falára, mivel az endokardiálisan végzett beavatkozások kapcsán ebben a régióban találták a legkorábbi jeleket. A pericardiumba vezetett katéter segítségével a KT indukálhatóságát, illetve a jelek koraiságát figyelembe véve következtettek a heg lokalizációjára. A pericardium punkciója, illetve a katétermozgatás kapcsán szövődmény nem jelentkezett. Bár csupán három betegen végezték el a diagnosztikus beavatkozást és abláció nem is történt, mégis ezeknek a kísérleteknek a hatására egyre több centrumban kezdtek el alkalmazni az epikardiális térképezést, illetve az ablációt.

Az epikardiális megközelítésből végzett KT-ablációt alkalmazhatjuk primer beavatkozásként vagy az endokardiális abláció sikertelensége esetén. A két stratégia közötti döntéshez több tényezőt is figyelembe kell vennünk. Elsőként érdemes figyelembe venni cardiomyopathia etiológiáját: míg az iszkémiás cardiomyopathiás (ICM) esetek többsége megoldható tisztán endokardiálisan végzett ablációval, a noniszkémiás dilatatív

**1. TÁBLÁZAT.** Epikardiális megközelítés szükségessége KT-abláció során a különböző cardiomyopathia-etiológiák esetében

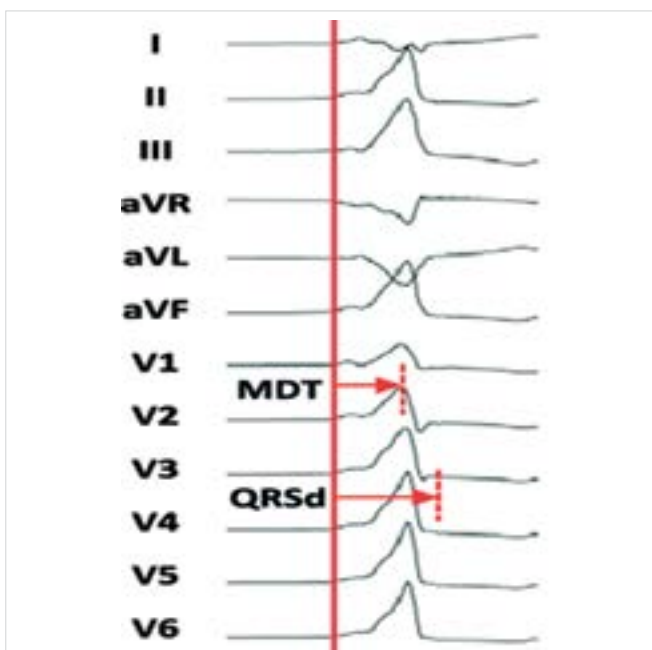
Etiológia	Előfordulási gyakoriság (9)
ICM	6%
DCM	35%
ARVC	41%
Egyéb CM	18%

(DCM), valamint az aritmogén jobb kamrai cardiomyopathia (ARVC) esetén az epikardiális vagy az endo-epikardiális megközelítés szükséges a ritmuszavarok teljes eliminációjához. A KT epikardiális kiindulásának valószínűségét az egyes betegcsoportokban az 1. táblázat mutatja. A kamrai aritmiászubstrátum endo-versus epikardiális elhelyezkedésére a QRS-komplexusok ritmuszavar alatt készült 12 elvezetéses EKG-képen látható morfológiája alapján is következtethetünk. A ritmuszavar epikardiális exit pontját valószínűsíti a KT alatt az EKG-n az I-es elvezetésben észlelt Q-hullám, a 75 ms-nál hosszabb pseudo-delta-hullámok és a MDI >0,59. Az MDI, vagyis az úgynevezett maximum deflexiós index, a QRS kezdetétől a legkorábbi maximális kilengésig eltelt idő (MDT-maximális deflexiós idő) osztva a teljes QRS-szélességgel (4. ábra). A Valles és munkatársai (10) által készített tanulmány alapján ezen EKG-algoritmus használata 96%-os szenzitivitással és 93%-os specificitással jelezte előre az epikardiális eredetet a nonisztkémiás cardiomyopathiás betegcsoportban. Az etiológia és a testfelszíni EKG-kép mellett a

miokardiális hegesedés szív-MR-vizsgálattal kimutatott lokalizációja nyújthat támpontot és segíthet az ablációs stratégia felállításában. A modern ICD-készülékek mellett ez a vizsgálat már kivitelezhető, azonban a legpontosabb eredményhez célszerű a vizsgálatot az eszköz beültetése előtt elvégezni. A primer epikardiális abláció indikációjának megállapításában az 5. ábrán látható döntési algoritmus nyújthat segítséget.

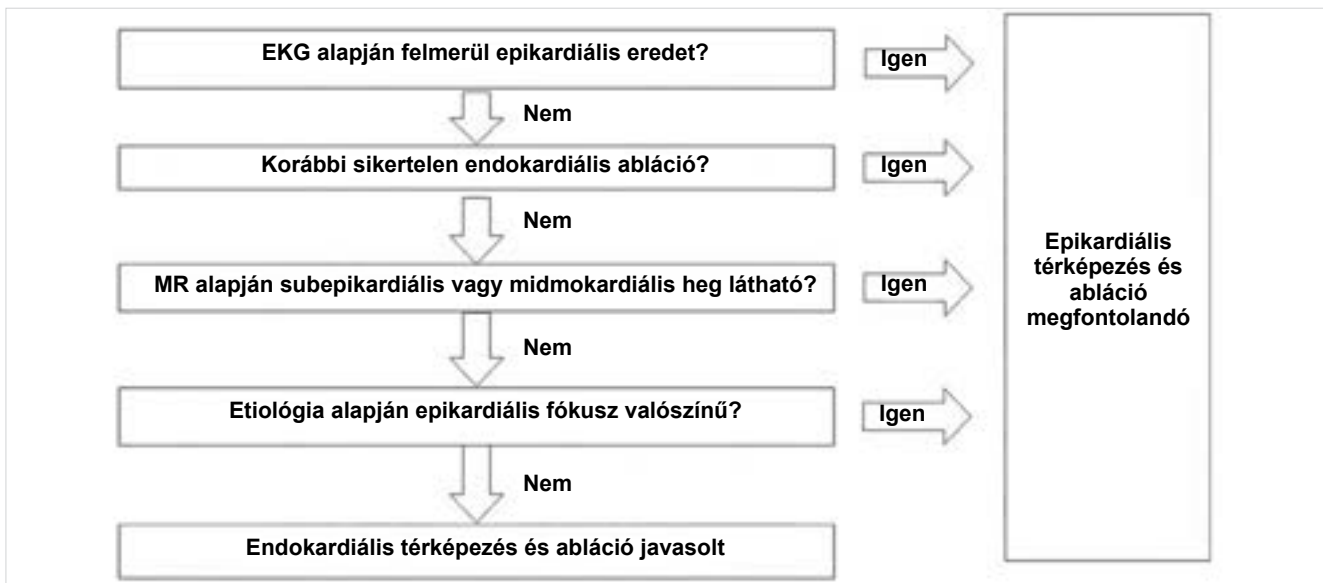
A behatolási kaput tekintve a subxyphoid perkután epikardiális technika terjedt el szemben a parasternalis, az apicalis, a transatriális a transoesophagealis, illetve transbronchiális technikákkal.

A sebészi behatolás kapcsán egy 6-7 cm-es vágást ejtenek a középvonalban az epigastriumban, majd az abdominalis fascián keresztül a pericardiumba egy 8 F-es sheath kerül behelyezésre. A beavatkozással járó fájdalom elkerülése érdekében, mély szedáció vagy teljes anesztézia javasolt, bár ez negatív hatással lehet a ritmuszavar indukálhatóságára. A betegbiztonság érdekében echokardiográfiás, illetve szívsebészeti háttér mellett végezzük a műtétet. Preoperatív az antikoagulánsok kihagyása javasolt, de akár a thrombocytáaggregáció-gátlók elhagyása is megfontolandó az egyéni vérzéses rizikó figyelembe vételével. Amennyiben egy ülésben endo- és epikardiális térképezést, illetve ablációt is tervezünk, első körben az epikardiális behatolási kapu biztosítása javasolt, még a szisztémás heparinizációt megelőzően. A szűrés optimális helye a processus xyphoideus bal oldala és a bal oldali legalsó borda által bezárt háromszög (Larrey-űr), amelyet avaszkulárisnak tekintünk. Helyi érzéstelenítést követően itt történik a punkció jellemzően egy 17 vagy 18 G-s úgynevezett Tuohy-tűvel a bal váll irányába röntgenátvilágítás mellett. A perikardiális tamponáddal ellentétben, ahol a pericardiumot kitöltő folyadékgyülem vastagsága akár a 20 mm-t is meghaladhatja, ezen esetekben „száraz” pericardiumnál a perikardiális űr fiziológiásan csak 1-3 mm. Emiatt, a jobb kamra direkt punkciójának elkerülése érdekében a beavatkozás kapcsán a szívárnyékhoz közel érve kis mennyiségű kontrasztanyag adása javasolt, amellyel vizualizálhatjuk, ha a pericardiumba ért a tű hegye. A jobb kamra sérülésének megelőzésére került kifejlesztésre egy speciális, optikai szállal ellátott tű is, amely folyamatos nyomás- és frekvenciamérésre alkalmas. Egy, az eszköz hatékonyságát és biztonságosságát vizsgáló multicentrikus tanulmány alapján a pericardiumban mért nyomás 5 Hgmm alatt volt. A nyomásértékek, illetve a frekvencia emelkedése a jobb kamra falának közelségét jelezte (11). Alternatívaként a pericardiumpunkció megkönnyíthető, biztonságosabbá tehető, ha a szűrást közvetlenül megelőzően a pericardiumürbe szén-dioxidot juttatunk. Ehhez a sinus coronarius kanülálása, majd egy oldalág szándékos perforációja szükséges, ahol egy a pericardiumtérbe kivezetett mikrokatóteron keresztül történik a szén-dioxid bejuttatása. A szűrés irányát illetően anterior és posterior punkciókat különíthetünk el, attól függően, hogy a



**4. ÁBRA.** A maximum deflexiós index (MDI), a QRS kezdetétől a legkorábbi maximális kilengésig eltelt idő (MDT-maximális deflexiós idő) osztva a teljes QRS-szélességgel





5. ÁBRA. Döntési algoritmus a primer epikardiális abláció indikációjának felállításához

szív anterior vagy posterior felszínét célozzuk. Közülük inkább az anterior szúrás irányba terjedt el jobban, bár bizonyos esetekben (pl. ARVC-hez társuló jelentős jobb kamrai tágulat miatt) a posterior irány jár kisebb kockázattal. A pericardiumúrhoz vezetett sheathen keresztül ezek után történik a feszültségtérkép felvétele a 3 dimenziós elektroanatómiai térképezőrendszerek valamelyikével. Fiziológias esetben a pericardium lemezei között csak minimális folyadék található, így az ablációs katéter megfelelő hűtését irrigációs katéterrel érhetjük el. A különböző tanulmányok kapcsán az abláció teljesítményét 20-40 W között ajánlott megválasztani úgy, hogy a katéter hőmérséklete 45 °C alatt legyen, az irrigáció sebessége elérheti akár a 25 ml/percet is. Emellett időnként szükséges a pericardiumból az irrigációs folyadék leszívása a sheathen keresztül. A beavatkozás kapcsán az epikardiális zsírszövet jelenléte a térképezés és az abláció sikerességét is korlátozza. 2006-ban *Abbara és munkatársai* (12) által nyitott szívműtétek kapcsán végzett mérések bizonyították, hogy felnőttek esetén átlagosan 5 mm vastagságú epikardiális zsírszövettel kell számolni, amely nőknél, 65 év felett, illetve a bal kamra laterális és a jobb kamra anterior falánál vastagabb lehet. 5 mm feletti epikardiális zsírszövet esetén a jelamplitúdó csökken, és – a hegszövettel ellentétben – az impedancia nő (13). A vastag epikardiális zsírszövet nemcsak az aritmogén szubsztrát térképezését nehezíti, hanem annak ablációját is: 10 mm-es vastagság felett az abláció lényegében inefektív (14).

A major komplikációk általában a vérzéssel függenek össze, az összes major szövődmény előfordulása multicentrikus és az egy centrumot érintő tanulmányokat is figyelembe véve 1-7% közötti (10), azonban a beavatkozáshoz köthető halálozás az irodalmi adatok alapján nagyon ritka. Szövődmények közül a hemopericardium a leggyakoribb ennek hátterében a kamrák direkt punk-

ciója, az epikardiális erek sérülése a punkció hatására, illetve a pop jelenség állhat. Koronáriák a radiofrekvenciás energiaközlés alatt is sérülhetnek (okkludálhatnak), ennek elkerülése érdekében a beavatkozással egy ülésben koronarográfia javasolt. A koronária anatómia ismeretében az ablációkat minimum 5 mm-re végezzük a koronáriáktól. Előfordulhatnak még hasúri vérzések, miokardiális sérülések (pszeudoaneurizma, ventriculo-abdominális fisztula), pericarditis, továbbá a n. phrenicus sérülése is.

Irodalmi adatok alapján a kombinált endo-epikardiális megközelítés magasabb akut és hosszú távú sikeraránytal járul a tisztán endokardiális ablációval összehasonlítva. Hosszú távú utánkövetés kapcsán a *Paolo Della Bella* (15) és *munkatársai* által végzett vizsgálatban átlagosan 18 hónapot követően a betegek 31,4%-ánál rekurált a ritmuszavar, a medián ritmuszavar-mentes időszak 51 hónap volt. Azt azonban fontos megjegyezni, hogy az esetek 40%-ában volt egyértelműen azonos a KT-morfológia a felszíni EKG alapján a korábbi klinikai KT-val, míg 32%-ban egyértelműen eltérő mintázatú ritmuszavar jelentkezett. A maradék 28%-ban ICD-vel rögzített intrakardiális elektrokardiogram állt csak rendelkezésre. Egy 2019-ben publikált, 22 tanulmányt vizsgáló metaanalízis (a) csak endokardiális, illetve az endo- és epikardiális abláción is átesett betegek eredményeit hasonlította össze (16). A 7-70 hónapos utánkövetés kapcsán a KT-rekurrencia, illetve az indokolt ICD-terápiák száma szignifikánsan alacsonyabb volt a kombinált abláción átesetteknél (OR=0,52, p <0,01). Az összmortalitás szintén alacsonyabb volt ebben a betegcsoportban (OR=0,50, p=0,03). Az alcsoportelemzéseket figyelembe véve ez a különbség elsősorban az ICM- és az ARVC-etiológiák esetében volt megfigyelhető; általánosságban a NICM-csoportban nem volt kimutatható szignifikáns

különbség. Ez azért is meglepő eredmény, mert bár a NICM-csoport egy heterogén csoport, a szubepikardiális aritmiászubsztrátum jelenléte (vagy akár dominanciája) általában jellemző. A periprocedurális szövődmények tekintetében eltérés nem volt a két ablációs stratégia között. Egy másik, szintén nemrégiben publikált metaanalízis ARVC-s betegcsoportot vizsgált (17). A 9 tanulmányt érintő metaanalízis alapján az átlagosan 48 hónapos után követés során a kombinált endo-epikardiális abláció 42%-os relatív rizikócsökkenést jelentett a KT-k rekurrenciáját illetően. A két ablációs stratégia során szintén nem találtak különbséget a halandóság, illetve a beavatkozáshoz köthető szövődmények tekintetében. 2022-ben publikálták *Daniel Matos és munkatársai* a kombinált és a csak endokardiális abláció direkt retrospektív összehasonlítását KT-abláció esetén (18). A tanulmány két centrum eseteit vizsgálta. A betegek 81%-a azonban ebben az esetben csak endokardiális abláción esett át, míg csupán 17%-a endoepikardiális ablációban részesült. Ebben az esetben a KT-rekurrencia a 3 éves után követés kapcsán szignifikánsan alacsonyabb volt (63% vs. 23%) a kombinált abláción átesettek között. Egy másik, ugyanabban az évben publikált tanulmány 5 éves után követés során hasonlította össze a kombinált és a tisztán endokardiális ablációs stratégiát ICM-ben szenvedő betegek KT-ablációját követően (19). A kombinált abláción átesett betegek körében szignifikánsan magasabb volt az abláció sikeraránya hosszú távon is, bár esetükben már az utánkövetési idő hossza miatt igen magas rekurrencia arányokat láthatunk (81% vs. 66%).

## Következtetések

A KT-k egy részében –a cardiomyopathia etiológiájától függően – szükség lehet epikardiális ablációra primer beavatkozásként vagy az endokardiális ablációk kiegészítéseként. Egyes esetekben a felszíni EKG alapján már felmerülhet a ritmuszavar epikardiális eredete, amelyet a szív-MR-vizsgálatával igazolhatunk. A legfrissebb tanulmányok alapján a kombinált endo-epikardiális ablációk hosszú távon szignifikáns előnyt mutatnak a ritmuszavar-rekurrencia és ösztörtalítás tekintetében a tisztán endokardiális ablációval szemben. Az epikardiális abláció sikeraránya gyakorlott centrumokban magas és a lehetséges szövődmények előfordulási gyakorisága is elfogadhatóan alacsony.

## Nyilatkozat

*A szerzők kijelentik, hogy az összefoglaló közlemény megírásával kapcsolatban nem áll fenn velük szemben pénzügyi vagy egyéb lényeges összeütközés, összeférhetetlenségi ok, amely befolyásolhatja a közleményben bemutatott eredményeket, az abból levont következtetéseket vagy azok értelmezését.*

## Irodalom

- Sapp JL, Wells GA, Parkash R, et al. Ventricular tachycardia ablation versus escalation of antiarrhythmic drugs. *N Engl J Med* 2016; 375: 111–21. PMID: 27149033. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1513614>;
- Connolly SJ, Dorian P, Roberts RS, et al. Comparison of beta-blockers, amiodarone plus beta-blockers, or sotalol for prevention of shocks from implantable cardioverter defibrillators: the OP-TIC Study: a randomized trial. *JAMA* 2006; 295: 165–71. PMID: 16403928. <https://doi.org/10.1001/jama.295.2.165>
- Gula LJ, Doucette S, Leong-Sit P, et al. Quality of life with ablation or medical therapy for ventricular arrhythmias: A substudy of VANISH. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2018; 29:1–14. <https://doi.org/10.1111/jce.13419>; PMID: 29316012.
- Deyell MW, Steinberg C, Doucette S, et al. Mexiletine or catheter ablation after amiodarone failure in the VANISH trial. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2018; 1–6. <https://doi.org/10.1111/jce.13419>
- Tung R, Vaseghi M, Frankel DS, et al. Freedom from recurrent ventricular tachycardia after catheter ablation is associated with improved survival in patients with structural heart disease: an international VT ablation center collaborative group study. *Heart Rhythm* 2015; 12(9): 1997–2007. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2015.05.036>; PMID: 26031376.
- Santangeli P, Zado ES, Supple GE, et al. Long-term outcome with catheter ablation of ventricular tachycardia in patients with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2015; 8: 1413–21. <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.116.004333>; PMID: 27516457.
- Muser D, Santangeli P, Castro SA, et al. Long-term outcome after catheter ablation of ventricular tachycardia in patients with nonischemic dilated cardiomyopathy. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2016; 9: pii: e004328. PMID: 27733494. <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.116.004328>
- Sosa, et al. A new technique to perform epicardial mapping in the electrophysiology laboratory. *J Cardiovasc Electrophysiology* 1996 Jun; 7; (6): 531–6.
- Boyle, et al. Summary of clinical indications for epicardial mapping and ablation *Circulation* 2012; 126: 1751–69.
- Vallés E, Bazan V, Marchlinski FE. ECG criteria to identify epicardial ventricular tachycardia in nonischemic cardiomyopathy. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2010; 3: 63–71.
- Di Biase, et al. Initial international multicenter human experience with a novel epicardial access needle embedded with real-time pressure/frequency monitoring to facilitate epicardial access: Feasibility and safety 2017. *Heart Rhythm J* 2017; 14(7): 981–988.
- Abbara S, et al. Mapping epicardial fat thickness on the human epicardial bipolar electrogram characteristics: measurements on patients undergoing open-heart surgery. *Europace* 2009; 11: 111:949–53.
- Jacobson, et al. Tissue-specific variability in human epicardial impedance. *J Cardiovasc Electrophysiology* 2011; 22: 436–9.
- Desjardins B, et al. Effect of epicardial fat on electroanatomical mapping and epicardial catheter ablation *J Am Coll Cardiol* 2010; 56: 1320–7.
- Paolo DE Bella, et al. Epicardial ablation for Ventricular Tachycardia. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology* 2011 October; 4(5): 653–659.
- Rhanderson Cardoso, Fabrizio R Assis, Andre D'Avila. Endo-epicardial vs. endocardial only catheter ablation of ventricular tachycardia: A meta-analysis. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2019; 30: 1537–1548.
- Jorge Romero, et al. Endo-epicardial ablation vs endocardial ablation for the management of ventricular tachycardia in arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy: A systematic review and meta-analysis. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2020; 31: 2022–2031.
- Daniel Matos, et al. Outcomes of a combined vs non-combined endo-epicardial ventricular tachycardia ablation strategy. *J of Interventional Cardiac Electrophysiol* 2022 Mar 8. <https://doi.org/10.1007/s10840-022-01175-3>
- Sanghamitra Mohanty, et al. Endocardial Scar-Homogenization With vs Without Epicardial Ablation in KT Patients With Ischemic Cardiomyopathy. *JACC Clin Electrophysiol* 2022 Apr; 8 (4): 453–461.