

Pacemaker és defibrillátor kezelés  
szövődményeinek vizsgálata és  
a pacemaker kezelés új iránya

Akadémiai doktori értekezés tézisei

Dr. Duray Gábor Zoltán



Magyar Honvédség Egészségügyi Központ

Kardiológiai Osztály

Budapest

2021

## 1. Bevezetés

A különböző betegségek kezelése során az elmúlt ötven évben nem csak a gyógyszeres és sebészi eljárások területén észlelhető jelentős fejlődés, hanem a különböző technológiai lehetőségek ugrásszerű fejlődése a gyógyító eljárásokat is forradalmasította. Szűkebb szakterületem, a szívritmuszavarok és a szívelégtelenség kezelése során is jelentős fejlődés volt észlelhető, a beültethető elektromos eszközök, pacemakerek, defibrillátorok és a kardiális reszinkronizációs kezelést nyújtó eszközök területén. Az új technológiai fejlesztések során különös figyelemmel kell lenni az egyes technológiák alkalmazása mellett fellépő szövődmények előfordulására, melyek megjelenése korlátozza az ígéretes vagy már elfogadott kezelési módszerek alkalmazását. A doktori értekezésben részletezett kutatásaink során ezeket a kérdéseket is vizsgáltuk. A beültethető defibrillátorok és pacemakerek technikailag legérzékenyebb része a telepet a szívvel összekötő elektróda, melynek egy része a szívüregekben helyezkedik el, és emiatt állandó mozgásban van. Ez az állandó mozgás - évi 36 millió szívverés - jelentős fizikai erőbehatással van az elektródákra, ami az elektródák öregedéséhez, töréséhez vezet, és végül a megfelelő működés érdekében ismételt műtéti beavatkozást tehet szükségessé. Vizsgáltuk egy nagy elektromos teljesítményre képes ICD elektróda, valamint a reszinkronizációs kezeléshez szükséges három – jobb pitvari, jobb kamrai és bal kamrai – elektróda teljesítményét, és a szükséges ismételt sebészi beavatkozások előfordulását.

Az utóbbi évtizedben megjelentek a teljesen szívbe ültethető törpe pacemaker készülékek, melyek elektróda nélkül üzemelnek, és így számos korábbi hibalehetőség előfordulását kiküszöbölik. Ezzel szemben a teljesen új beültetési technikát ki kellett dolgozni, hogy újabb szövődmények ne forduljanak elő. Mindezek mellett a szívben elhelyezkedő pacemaker több szempontból más programozási logikát igényel.

### 1.1. **Beültethető defibrillátor elektróda szövődmények**

A hirtelen szívhalál az egyik legriasztóbb, és a legtöbb esetben nehezen megelőzhető halálok. Implantálható kardioverter defibrillátor (ICD) beültetésével az ismételten fellépő malignus kamrai ritmuszavar vagy a hirtelen szívhalál fellépésének magas kockázata esetén az ICD nagy eséllyel megmenti a beteg életét. Ezen túl az ICD kezelés

nem csak a hirtelen szívhalál esélyét csökkenti, hanem a teljes halálozásra is kedvező hatása lehet strukturális szívbetegségben szenvedő, életveszélyes kamrai ritmuszavarokra hajlamos betegpopulációban. Az ICD terápia hatékonyságát és előnyeit azonban korlátozzák a rendszer meghibásodásai, elsősorban a szívbe vezetett elektródák elmozdulása, törése vagy szigetelésének hibái.

### **1.2. Kardiális reszinkronizációs kezelés**

A kardiális reszinkronizációs terápia (Cardiac resynchronization therapy - CRT) javítja a túlélést, az életminőséget és a terhelhetőséget NYHA III-IV stádiumú szívelégtelen betegeknél csökkent bal kamrai ejekciós frakció ( $LVEF \leq 0,35$ ), és széles QRS ( $\geq 120$  ms) komplex esetén. A reszinkronizációs terápia sikere szempontjából kritikus a bal kamrai elektróda beültetése. Ennek legkevésbé invazív módja a szív vénás rendszerén, a szinusz koronáriuson (SC) keresztül történő beültetés, azonban a bal kamrai elektróda beültetése sok esetben nehéz, és gyakoribbak lehetnek a szövődmények is. A beültetés sikere a randomizált klinikai tanulmányok szerint 87-92% között mozgott. A bal kamrai elektróda szinusz koronáriuson keresztüli beültetéséhez felhasználható eszközök folyamatos fejlődésével az elektróda implantációja gyorsabbá és biztonságosabbá vált. Mindezzel együtt korábban nem állt rendelkezésre elegendő adat az egyes ICD típusok alkalmazása esetén előforduló elektróda szövődmények előfordulásáról.

### **1.3. Katéterrel beültethető törpe pacemaker**

A több mint 50 éve végzett első transzvéna endokardiális pacemaker elektróda beültetése óta a pacemaker kezelés óriási fejlődésen ment keresztül. Azzal együtt, hogy stabil, biztonságos kezelési forma, sajnos továbbra is számottevő egyes szövődmények gyakorisága. A műtétet követő első hónapban a betegek akár 10%-ánál felléphet valamely szövődmény, mely egyrészt a pacemaker generátorhoz (bőrerózió, telepzszebhematóma, telepzszeb-infekció), másrészt a vénán keresztül beültetésre kerülő elektródához (légmell, szívperforáció, elektróda elmozdulás) köthetők. A transzvéna elektródák tűnnek a hagyományos pacemakerek leggyengébb pontjának: sérülhet a burkolatuk, eltörhetnek, csatlakozási problémák léphetnek fel, tromboemboliás eseményeket okozhatnak, illetve elfertőződhetnek. A hagyományos szívritmus-szabályozó rendszerek Achilles-sarkát képező pacemaker elektródák leváltásának egyik

módja a vezeték nélküli, katéteren keresztül, teljes egészében a szívbe ültethető pacemakerek kifejlesztése. Két gyártó fejlesztett ki korán ilyen eszközt, ezek közül a Medtronic által kifejlesztett Micra technikai és klinikai kutatási programjában vehettem részt. A komoly technológiai fejlesztés mellett jelentős gyakorlati klinikai kutatómunkát igényelt a legjobb beültetési technika kidolgozása, és annak szervezett oktatása.

A teljesen szívbe ültethető törpe pacemaker esetében kihívást jelenthet a fizikai terheléshez adaptált frekvenciaválasz. A technikai lehetőségek ugyan kezdettől fogva adottak voltak, de a klinikai alkalmazhatóságáról nem állt rendelkezésre adat.

## **2. Célkitűzés**

### **2.1. *Beültethető defibrillátor elektróda szövődmény***

Vizsgálatunk célja az általunk korábban elsőként megfigyelt, új típusú elektródahiba - elektróda szétválás – gyakoriságának megfigyelése és az erre hajlamosító kockázati faktorok leírása a J. W. Goethe Egyetem III. sz. Belgyógyászati és Kardiológiai klinikájának (Frankfurt, Németország) beteganyagában.

### **2.2. *Kardiális reszinkronizációs kezelés***

#### **2.2.1. CRT komplikációk**

Célul tűztük ki a három elektróda beültetését igénylő, kardiális reszinkronizációs kezelést nyújtó beültethető kardioverter defibrillátorok alkalmazása során az ismételt műtéti beavatkozást igénylő szövődmények leírását, valamint ennek összehasonlítását a hagyományos egy- illetve két elektródás defibrillátor kezelés szövődményeivel.

### **2.3. *Törpe pacemaker (Micra)***

#### **2.3.1. A Micra pacemaker klinikai biztonságosságának és hatékonyságának vizsgálata**

Multicentrikus nemzetközi vizsgálat során vizsgáltuk az új elektróda nélküli, teljesen szívbe ültethető pacemaker (Micra) klinikai hatásosságát és a terápia biztonságosságát.

### **2.3.2. Beültetési technika kidolgozása és tréningprogram sikeressége**

Multicentrikus, nemzetközi együttműködés célja az elektróda nélküli pacemaker beültetés legbiztonságosabb módszerének kidolgozása.

Célul tűztük ki továbbá a szigorúan szabályozott beültetési tréningprogram kétféle tréning stratégiájának összehasonlítását.

### **2.3.3. Mozgásérzékelés a szívbe ültetett készülékkel**

Felismerve, hogy a teljesen a szívbe ültetett pacemaker esetén a beteg fizikai aktivitásának érzékelése új technikai kihívást jelent, a centrumunkban Micra pacemakert kapott betegek esetében vizsgáltuk a mozgás érzékeléséhez szükséges beállításokat, különös tekintettel a mozgást érzékelő akcelerométer különböző vektorai által észlelt értékekre. Célul tűztük ki továbbá az aktivitási vektorok érzékelési minőségének középtávú vizsgálatát.

## **3. Módszerek**

### **3.1 Beültethető defibrillátor szövődmények**

A trikuszipidális billentyű magasságában észlelt új típusú elektróda izoláció sérülés első észlelését és leírását követően elemeztük a 2000 és 2010 között beültetésre került hasonló típusú Riata (St. Jude Medical, Sylmar, CA: 1570, 1571, 1572, 1580, 1581, 1582, 7000, 7001, 7002, 7020, 7021) elektródák esetében az elektródahiba előfordulási gyakoriságát. Az elektródasérülés lehetséges prediktorait egy és több változós Cox regresszióval elemeztük.

### **3.2. Kardiális reszinkronizációs kezelés**

#### **3.2.1. CRT komplikációk**

A Frankfurti Egyetem Kardiológiai Klinikáján 2000 és 2007 között beültetésre került defibrillátorok esetében elemeztük az ismételt műtéti beavatkozást szükségessé tevő szövődmények gyakoriságát és megjelenési idejét valamint vizsgáltuk a szövődmények lehetséges prediktorait egy és több változós Cox regresszió segítségével.

### **3.3. Törpe pacemaker (Micra)**

#### **3.3.1.A Micra pacemaker klinikai biztonságossága és hatékonysága**

A Micra transzkatéteres pacemaker vizsgálat során prospektív nem randomizált, egykarú, nemzetközi több centrumos vizsgálat során elemeztük a Micra pacemaker beültetés biztonságosságát és hatékonyságát VVI pacemaker beültetésre szoruló betegek esetében. Az eredményeket egy előre meghatározott korábbi hasonlóan prospektív vizsgálatokból származó betegcsoport adataival vetettük össze.

#### **3.3.2. Beültetési technika kidolgozása és tréningprogram sikeressége**

A Micra klinikai vizsgálat során az első humán alkalmazás előtt több lépcsős kísérletes tréning programon vettünk részt, majd az első beültetések (Dr. Steinwender, Linz, Ausztria, 2013. december 6.) személyes megfigyelését követően folyamatos és kontrollált korai tapasztalatgyűjtés és elemzés során került kidolgozásra egy hatékony és biztonságos beültetési technika. Ezt követően vizsgáltuk a kezdetben szigorú laboratóriumi körülmények között, majd az adott kórházban, egy tapasztalt beültetést végző orvos által felkészített implantáló orvosok beültetési adatait és a beültetés biztonságosságát.

#### **3.3.3. Mozgásérzékelés a szívbe ültetett készülékkel**

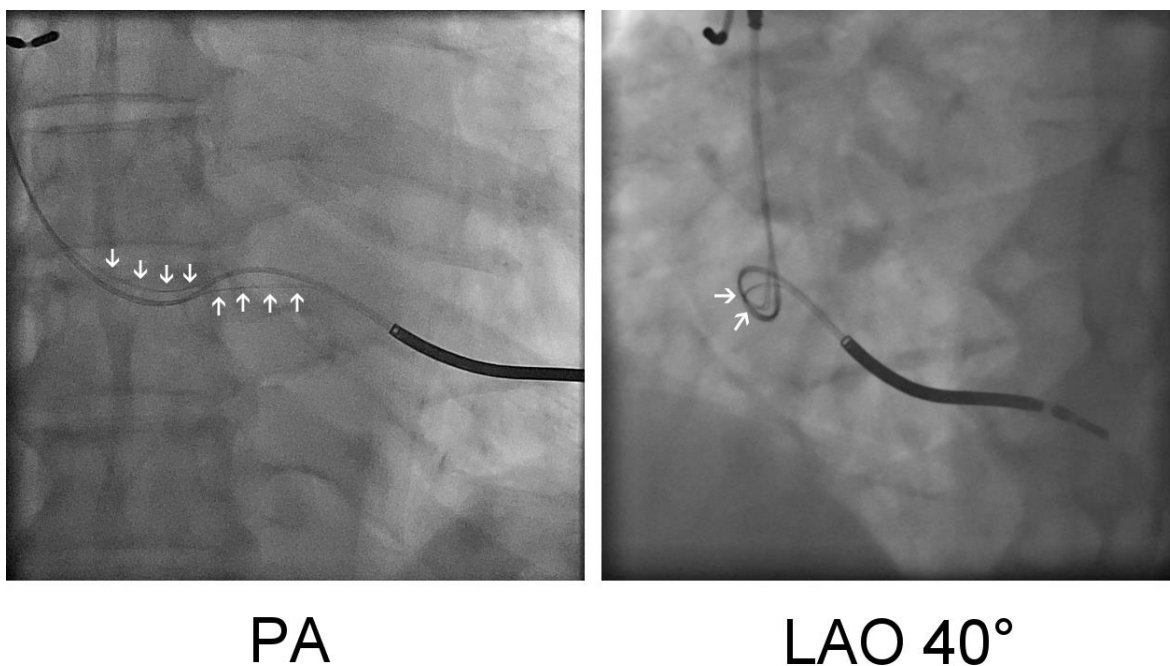
A Micra vizsgálatban résztvevő, a vizsgálat korai időszakában beültetésre kerülő betegek esetében vizsgáltuk az ismereteink szerint optimálisan beállított mozgásérzékelő működését.

A Micra pacemaker alkalmazásakor a szívben található akcelerométer 3 vektora közül kézzel kell kiválasztani a készülék által tartósan használt vektort. A Magyar Honvédség Egészségügyi Központban Micra beültetésen átesett, séta terhelésre alkalmas betegek esetében vizsgáltuk az egyes vektorokon mérhető, beteg mozgásra utaló jelek minőségét és a vektorok minőségének tartósságát, 1, 3, 6, és 12 hónappal a beültetést követően.

## 4. Eredmények

### 4.1. *Beültethető defibrillátor elektróda szövődmények*

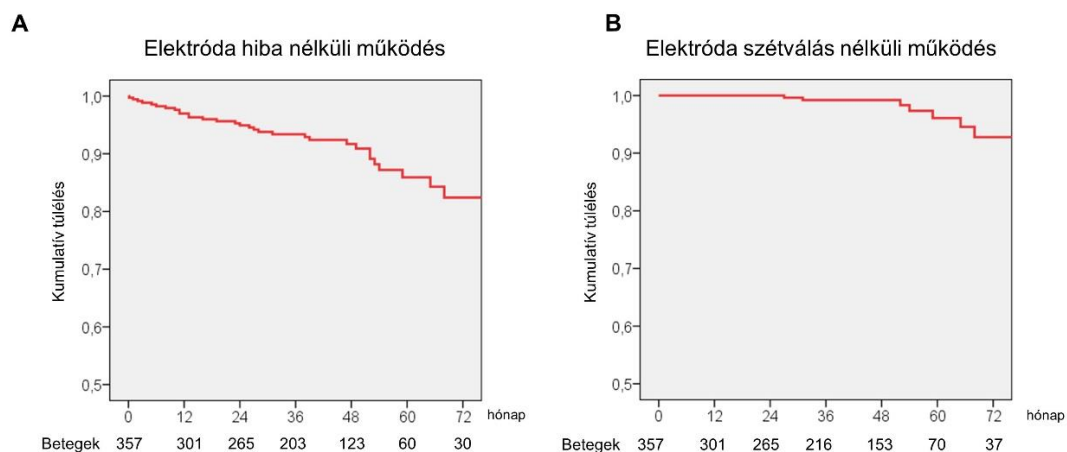
Korábban elsőként mutattunk be egy új elektróda hibalehetőséget: az ICD elektróda (Riata 1580, St Jude Medical, Sylmar, Ca) hozzátétőlegesen 6 cm-es szakasza felhasadt a trikuszipidális billentyű szintjében, és az elektródatestből két elektródaszál kilépett (1. ábra, postero- anterior és LAO 40° nézet). Az elektródát nem lehetett eltávolítani az elektródák körüli nagyon kifejezett hegesedések miatt. Új ICD elektródát ültettünk be, az elektródavég a korábbi elektródától megfelelő távolságra került. Az ICD revízió komplikáció nélkül zajlott.



**1. ábra Elektróda felhasadás a trikuszipidális billentyű magasságában: két vékony elektródaszál a fő elektródatesttől távolabb fut le (postero- anterior és LAO 40° nézet, fehér nyilak).**

Tekintettel arra, hogy megfigyelésünk szerint csak a St. Jude Riata elektródacsaládnál észleltünk ilyen hibát, a J. W. Goethe Egyetem III. sz. Belgyógyászati és Kardiológiai klinikáján (Frankfurt, Németország) 2000 január és 2010 decembere között 1142, ICD

beültetésen átesett beteg adatait elemeztük, tekintettel a Riata és Durata (St. Jude Medical) elektródacsaládra. Az előzőekben leírt, trikuszipidális billentyű magasságában észlelt új típusú elektróda izoláció sérülést a vizsgált 357 beteg közül 7 beteg esetében észleltük. Ezen kívül további 23 beteg esetében fordult elő más típusú elektródasérülés. Az általános elektromos meghibásodás gyakrabban jelentkezett véna szubklávia szúráson keresztül vezetett elektróda valamint szubmuszkuláris ICD telep elhelyezkedés esetén (OR 3.47, 95% CI 1.38–8.72,  $P = 0.013$  és OR 3.83, 95% CI 1.77–8.27,  $P = 0.001$ ). A trikuszipidális billentyűnél észlelt elektródahiba hátterében független kockázati tényezőt nem észleltünk, az elektródahiba nem függött az elektróda jobb kamrán belüli pozíciójától (csúcsi vagy szeptális) sem. Lényeges különbségként észleltük azonban, hogy a trikuszipidális szintű elektródahiba sokkal később jelent meg a többi elektródahibához képest (Medián:  $29 \pm 23$  hónap vs.  $51 \pm 16$  hónap,  $p = 0,01$ ), 2. ábra.



## 2. ábra Elektróda sérülés mentes túlélési idő Kaplan-Meier görbéje

A: összes elektródasérülés, B: Trikuszipidális szintű elektródasérülés.

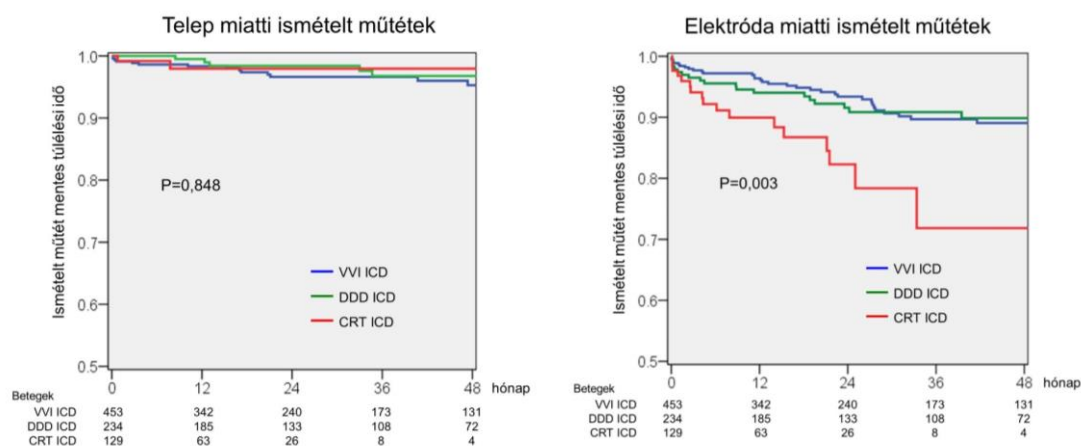
## 4.2. Kardiális reszinkronizációs kezelés

### 4.2.1. CRT komplikációk

A 2000 és 2007 között 816 beteg esetében került beültetésre egy, két vagy három elektródás ICD rendszer a Frankfurter Kardiológiai Klinikán. A  $31 \pm 24$  hónapos (2118



kumulatív beteg-év) utánkövetés alatt 98 beteg esetében összesen 110 rendszer reoperációjára (5,2%/beteg-év) került sor. A reoperációkra 81 esetben elektróda és 29 esetben ICD telep okozta probléma miatt került sor. A sebészi revízió előfordulása a kardiális reszinkronizációs defibrillátor készülékek (CRTD) esetében évi 11,8%, ezzel szemben az egy elektródás ICD esetében 4,9%, a két elektródás rendszer esetén 4,1% ( $P = 0,002$ ) volt. A CRTD esetében szükséges magasabb reoperációs igényt az elektródával, elsődlegesen a bal kamrai elektródával kapcsolatos problémák okozták. A CRTD beültetése a sebészi revízió független rizikófaktora (relatív rizikó 2,37, 95% konfidencia intervallum 1,38–4,04). Az egy, két és háromelektródás (biventrikuláris) ICD rendszerek esetében a telep miatt szükséges reoperációk tekintetében nem volt különbség, ellenben jelentős különbség mutatkozott az elektróda szövődmények miatt szükséges ismételt beavatkozások előfordulási gyakoriságában. (3. ábra).



3. ábra. Az egy, két és háromelektródás ICD rendszerek komplikáció miatti reoperáció igénye. Reoperáció mentes túlélési idő Kaplan-Meier görbéi. Bal panel: ICD telep függő komplikáció, Jobb panel: elektróda függő komplikáció. Single chamber – egy elektródás; Dual chamber – Két elektródás; Biventricular – három elektródás / kardiális reszinkronizációs ICD készülék.

### **4.3. Törpe pacemaker (Micra)**

#### **4.3.1. A Micra pacemaker klinikai biztonságossága és hatékonysága**

A Micra Transcatheter Pacing Study, (NCT02004873) egy globális, multicentrikus prospektív, nem randomizált vizsgálat volt az elektróda nélküli készülék biztonságosságának és hatékonyságának igazolására. A vizsgálatba összesen 726, kamrai (VVI/R) pacemaker beültetés indikációjával bíró beteg került bevonásra (átlagéletkor  $75,9 \pm 10,9$  év, 58,8% férfi) 2013 decembere és 2015 májusa között. A betegek 99,2%-ában sikeres beültetést végeztek (720/726). Egyértelműen készülékhez vagy a beültetéshez köthető 30 napon belüli major szövődmény 24 betegben (2,9%) fordult elő: szívperforáció 1,4 %-ban, (perikardiocentézis 1%-ban, szívsebészeti beavatkozás 0,3%-ban történt), érszövődmények (AV fisztula, pseudoaneurizma) 0,7%-ban, vénás tromboemboliás események 0,3%-ban, megemelkedett ingerküszöb a betegek 0,3%-ban jelentkezett. Az 1-6 hónapos időablak között további 6 esetben lépett fel szövődmény (szívelégtelenség 4, pacemaker szindróma 1, perikardiális folyadék 1 esetben). Pacemaker kimozdulást, eszközhöz kapcsolódó infekciót nem észleltünk a vizsgálat alatt. A megszokott elektromos paraméterek stabilak maradtak. Egy éves utánkövetés alatt a betegek 96%-nál nem fordult elő major szövődmény. Az első 24 hónapban a jobb kamrai ingerküszöb alacsony és stabil maradt, valamint az implantációtól számítva a becsült várható működési élettartam 12,1 év volt. Post hoc analízist folytatva, az új vezeték nélküli pacemaker biztonságosságát és működését a „hagyományos” pacemakerrel is összehasonlítottuk, felhasználva ehhez 2667 beteg adatát 6 korábbi, Medtronic által szponzorált kétüregű pacemakerrel történt vizsgálatból. Az elemzéshez a jobb pitvari elektródához köthető nem kívánatos eseményeket kizártuk és a betegeket propensity score matching módszerrel párosítottuk. Ennek alapján Micra™ beültetésen átesett betegeknél a major szövődmények rizikója 48%-kal alacsonyabbnak bizonyult (HR:0,52; 95% CI 0,35-0,77; P=0,001) a klasszikus transzvéna csoporthoz képest az implantációt követő első 12 hónapban. Az rizikócsökkenés elsősorban az ismételt kórházi kezelés gyakoriságában tapasztalt 47%-os relatív rizikócsökkenésnek és a pacemaker revíziók 82%-os relatív rizikócsökkenésének volt köszönhető. A major szövődmények alacsonyabb rizikója a

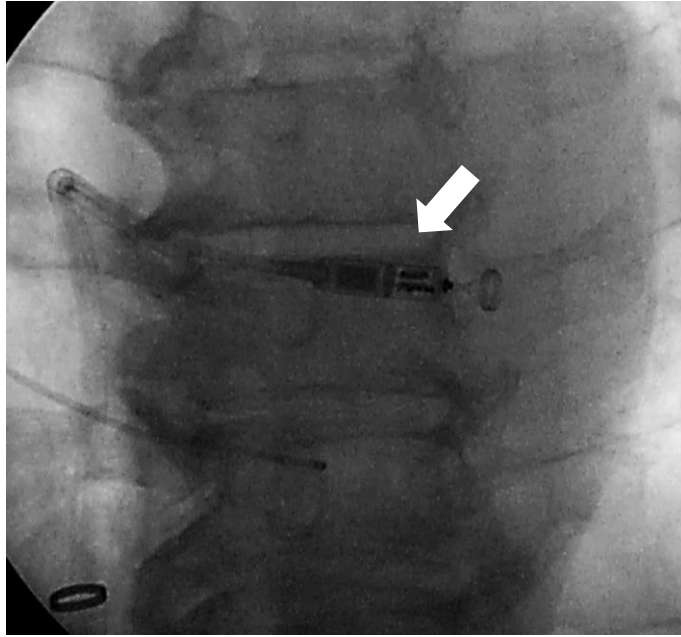
Micra™ beültetésben részesülő betegek valamennyi alcsoportjában (életkor, nem, társbetegségek szerinti csoportok) megfigyelhető volt.



4. ábra. A Micra pacemaker mérete egy 100 Ft-os érméhez hasonlítva

#### **4.3.2. Beültetési technika kidolgozása és tréningprogram sikeressége**

A Magyar Honvédség Egészségügyi Központjában 2014 februárjában osztrák és holland centrumokat követően a világon harmadik országgént ültethettünk be Micra™ vezeték nélküli pacemakert a klinikai vizsgálat keretein belül. A későbbiekben a Micra vizsgálatban a legtöbb implantációt végző vizsgálói centrumnak is intézményünk bizonyult. A kidolgozott beültetési módszert szoros nemzetközi együttműködésben folyamatosan fejlesztettük. A további centrumok beültetést végző csapatai kontrollált módon először egy kórházon kívüli, központi tréningprogramban, majd az adott centrumban helyi tréningprogramban részesültek. A külső laborban tréningben részesült 55 orvos és a helyi tréningben átesett 39 orvos hasonló sikerességgel ültette be a készüléket (99,2%). A beültetés sikeressége és biztonságossága (major komplikáció, perikardiális folyadékgyülem előfordulása) nem függött az elvégzett beültetések számától. A tréning típusa – központi vagy helyi tréning – között szintén nem mutatkozott különbség.



5. **ábra.** A beültető katéter helyzetének ellenőrzése LAO 30 fok nézetből.  
A Micra pacemaker fehér nyíllal jelölve



6. **ábra.** A Micra pacemaker a beültetés után

### **6.1.1. Mozgásérzékelés a szívbe ültetett készülékkel**

A Micra vizsgálat során, a vizsgálat korai időszakában Micra pacemaker beültetésen átesett 42 beteg a beültetést követő 3. és 6. hónapban futószalag terheléses vizsgálaton esett át. Ennek során igazolásra került hogy a teljes egészében szívben elhelyezkedő pacemaker megfelelően képes érzékelni a beteg fizikai aktivitását. Ebben a korai vizsgálatban is észleltük azt, hogy a betegek egy részében a szívbe ültetett pacemaker a nyugalmi testhelyzetben (hanyatt, oldalt fekvő, ülő) is tévesen mozgást érzékelhet.

A Magyar Honvédség Egészségügyi Központjában 2014 és 2016 szeptembere között Micra pacemaker beültetésen átesett betegek közül 52 betegnél előre meghatározott módon végeztük a testhelyzet függő, könnyű és erőltetett séta terhelés során a beültetett eszköz mozgásérzékelő funkcióját. Az egyes tesztek során összehasonlítottuk a mozgást érzékelő akcelerométer 3 érzékelő vektora által érzékelt aktivitást, annak megfelelően, hogy alkalmas lehet-e az adott vektor a mindennapokban a nyugalmi testhelyzet és a terhelés megkülönböztetésére. Összesen 279 esetben végeztünk 818 vektormérést. Vizsgáltuk a vektorok közötti különbséget és a különbség időbeli stabilitását. A medián utánkövetési idő 18 hónap volt. A gyárilag beállított 1. Vektor az esetek 74%-ban mutatott elfogadható paramétereket. Az 1. és 3. Vektor összességében alkalmasabbnak bizonyult a mozgás érzékelésére. Azon betegekben, ahol a frekvencia adaptációt bekapcsoltuk, a betegek 47%-ban az 1. Vektort, 9%-ban a 2. Vektort, 44%-ban a 3. Vektort programoztuk az első tesztelés során. Az ismételt tesztelések alapján a betegek 22%-ban került sor a vektor átprogramozására. Fontos megfigyelés, hogy a 3. hónapot követően nem volt szükség további vektor átprogramozásra, ami arra utal, hogy a beültetett készülék pozíciója és mozgása ezt követően stabil maradt.

## **5. Következtetések (új megállapítások)**

1., Elsőként igazoltuk, hogy az általunk korábban leírt, elektródaszétválással járó elektródahiba döntő részt a trikuszipidális billentyű magasságában alakul ki, és adatbázisunkban ez az elektródaszétválás az összes elektródahiba ötödéért felelős.

2., Kimutattuk, hogy a trikuszipidális billentyű területén kialakuló elektródahiba nem függ a megszokott kockázati faktoroktól, és az elektróda jobb kamrán belüli pozíciójától sem. Kimutattuk, hogy az új típusú elektródahiba időben jóval később jelentkezik, mint a többi ismételt műtétet igénylő elektródahiba.

3., Elsőként közöltük, hogy a három elektródás, kardiális reszinkronizációs defibrillátor készülékek esetében az ismételt műtétet igénylő komplikációk magasabb számban, évi akár 12%-ban is előfordulnak az egy és két elektródás ICD készülékek esetén tapasztalt 4,1-4,9% arányhoz képest. A gyakoribb komplikáció előfordulása döntő részben az elektródákkal, elsődlegesen a bal kamrai elektródával összefüggő szövődeményekkel függ össze.

4., Nemzetközi multicentrikus megfigyeléses vizsgálatban elsőként igazoltuk, hogy a Micra törpe pacemaker biztonságosan és hatékonyan alkalmazható. A történelmi kontroll betegcsoporthoz képest a Micra pacemaker alkalmazásával a szövődemények fele olyan gyakran jelentkeztek. Ennek hátterében elsősorban az elektróda kimozdulás miatti ismételt sebészi beavatkozások számának jelentős csökkenése áll.

5., Folyamatos nemzetközi együttműködés során kidolgoztuk és leírtuk a Micra pacemaker beültetési technikáját és a beültetés kapcsán alkalmazandó gyógyszeres kezelést.

6., Igazoltuk, hogy a Micra vizsgálatban megfelelően tervezett tréningprogram esetén a külső helyszínen és a kórházban történő további tréning hasonló biztonságossággal alkalmazható új beültető orvosok képzése esetén.

7., Igazoltuk, hogy a teljes egészében szívbe ültetett Micra pacemaker is képes a beteg mozgásának érzékelésére és az ingerlési szívfrekvencia megemelésére (VVIR mód)

8., Kimutattuk, hogy a mozgásérzékelést végző akcelerométer egyes vektorai különbözőképpen érzékelik a beteg testhelyzetét és mozgását.

9., Megfigyeltük, hogy a mozgásérzékelés minősége a beültetést követő 3 hónapon belül kismértékben módosul, ezt követően klinikailag jelentős további változást nem észleltünk.

## **6. Eredményeink hatása a klinikai gyakorlatra és az eszközök fejlődésére**

1., Az általunk elsőként közölt új típusú, elektródaszétválással járó elektródahiba gyakoriságának, és klinikai megjelenésének leírásával felhívtuk a figyelmet az elektródaszétválás okozta szövődemények korai észlelésének fontosságára. Az általunk

megfigyelt és közölt jelenségek alapján hozzájárultunk a defibrillátor elektróda szerkezeti felépítésének további fejlesztéséhez. Hozzájárultunk ahhoz, hogy a magasabb sérülékenységet mutató elektródát a gyártó kivezesse a forgalomból és egy modernebb elektródát biztosítson e betegellátás részére.

2., Felhívtuk a figyelmet arra, hogy az egy és két elektródás ICD készülékekhez képest a három elektródás, bal kamrát ingerlő, szinusz koronáriusz elektróda beültetést is szükségessé tevő CRT-ICD készülékek esetén az ismételt műtétet szükségessé tevő szövődmények jelentős része az elektródákkal, elsősorban a bal kamrai elektródával van összefüggésben. Jelen munkát követően multicentrikus vizsgálatban részt vettünk új típusú, négy pólusú elektróda klinikai vizsgálatában. Ezen eredményeket is felhasználva a bal kamrai ingerlést manapság már leggyakrabban négy pólusú bal kamrai elektródával végezzük. Több klinikai és gyártói kutatócsoport munkásságának köszönhetően az általunk korábban észlelt szövődmény gyakoriság mára jelentősen csökkent.

3., A teljes egészében a szívbe ültetett Micra pacemaker klinikai alkalmazása, a beültetési módszerek majd a beültetést végző orvosok képzésének kidolgozásában a Micra klinikai vizsgálat irányító bizottsági tagjaként jelentős szerepet kaptam. A legelőször 2013-ban alkalmazott Micra pacemaker mára már több mint 100 000 beteg esetében került beültetésre. A Micra pacemaker további széles körű elterjedése várható, ami egyrészt az első, csak kamrai ingerlésre képes modell alkalmazása során észlelt biztonságosságnak köszönhető. A 2020. év közepétől kezdve ezen túl elérhetővé vált a pitvar- kamrai szinkroniát is nagy százalékban visszaállító VDD pacemaker modell is. Ez utóbbi alkalmazásával kapcsolatban még széles körű kutatások folynak. A teljesen szívbe ültethető pacemaker technológiát várhatóan a szubkután defibrillátor technológiával is össze fogják kapcsolni, így a két új technológia alacsony fertőzés és elektróda szövődmény arányát lehet a későbbiekben ötvözni. Összességében az elektróda nélküli pacemaker technológia lesz várhatóan a következő évtizedekben a legelterjedtebb pacemaker ingerlési módszer.

## **7. Köszönetnyilvánítás.**

A fentiekben összefoglalt tudományos munkásság nem jöhetett volna létre számos tanárom, barátom, szakmai iránymutatása, és családtagjaim szeretete nélkül. Lehetetlen

felsorolni mindenkit, akitől segítséget, támogatást kaptam az elmúlt két évtizedben, de többeknek név szerint is szeretnék köszönetet mondani.

Legelőször is Préda István professzornak, aki az orvosi pályám elejétől kezdve rávezetett a gyógyítás tudományos szemléletére. Meghatározóak voltak a végzést követő első évek, Medvegy Mihály főorvos témavezetése, Horányi Péter főorvos mindennapi szakmai iránymutatása.

Az egyes betegségek, a szívritmuszavarok tudományos szemléletű vizsgálatára Székely Ádám főorvos és Böhm Ádám professzor mutatott rá, akik folyamatosan fenntartották a kíváncsiságomat korábban nem ismert jelenségek, gyógyító módszerek bemutatásával. Köszönetet kell mondjak Wilhelm Kaltenbrunner (Bécs) és Vereckei András főorvos uraknak, akik a 12 elvezetéses elektrokardiográfia kíváncsi és precíz megközelítését mutatták meg számomra és több tudományos projektbe is bevontak.

Örök hálával tartozom Stefan Hohnloser professzornak (J.W.Goethe Egyetem, Frankfurt, Németország) aki közel hat éves frankfurti tartózkodásom alatt vezetett tovább a klinikai tudományos munka rögzös útján, és atyai jó barátként lankadatlan türelemmel mutatta meg mindig a helyes útirányt.

Magyarországra való visszatérésemet követően tovább egyengette utamat Kiss Róbert Gábor professzor, jelenlegi főnököm, és a tudományos életben nagy tapasztalattal rendelkező kollégáim, Nyolczas Noémi és Dékány Miklós főorvosok.

Nem lett volna lehetséges a szakmai és tudományos munka lelkes fiatal munkatársak nélkül, akik folyamatosan fenntartották az érdeklődésemet új megfigyelések iránt, egyúttal a mindennapi betegellátásban nagy segítséget nyújtottak. A teljesség igénye nélkül kiemelném Vámos Máté, Bári Zsolt, Polgár Balázs, Bógyi Péter, Pap Leticia és Vigh Nikolett nevét, de fel kellene itt soroljam a Kardiológiai osztály összes munkatársát.

A nemzetközi tudományos életből kiemelném Dwight Reynolds, Philippe Ritter és Petr Neuzil támogatását, akik segítettek abban, hogy tudományos- szakmai nézőpontom és vitakészségem a nemzetközi szintű minőségűvé fejlődjön.

Szeretnék köszönetet mondani Kovács Attiláné Marcsinak, a pacemaker műtő és részleg munkatársainak, valamint minden további magyar és német kollégának, akiket eddig nem soroltam fel a mindennapi munkám támogatásáért, mellyel lehetővé tették a kutatási projektek lefolytatását.



Köszönöm nagyon szüleimnek, húgaimnak, nagybátyáimnak, hogy támogattak és lelkesítettek pályám során. És végül, de nem utolsósorban köszönöm gyerekeimnek, Boglárkának, Csillának, Borókának és feleségemnek Nórának, hogy elfogadták azt, hogy érdeklődésem miatt alkalmanként több időt töltöttem tudományos kérdésekkel mint kis családommal.

## 8. Közlemények

### 8.1. Az MTA Doktori értekezés alapjául szolgáló közlemények

1. Bari Z, Vamos M, Bogyi P, Kiss RG, Duray GZ. Vezeték nélküli pacemaker: biztonságosság és működés a rendelkezésre álló klinikai adatok tükrében. *Cardiologica Hungarica* 2017; 47:219-224
2. Bari Z, Vamos M, Bogyi P, Reynolds D, Sheldon T, Fagan DH, Duray GZ. Physical activity detection in patients with intracardiac leadless pacemaker. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2018; 29:1690-1696.  
Impact factor: 2,91 Idézők száma: 2
3. Duray GZ, Ritter P, El-Chami M, Narasimhan C, Omar R, Tolosana JM, Zhang S, Soejima K, Steinwender C, Rapallini L, Cicic A, Fagan DH, Liu S, Reynolds D; Micra Transcatheter Pacing Study Group: Long-term Performance of a Transcatheter Pacing System: 12 month results from the Micra Transcatheter Pacing Study. *Heart Rhythm.* 2017; 14:702-709.  
Impact factor: 4,743 Idézők száma: 113
4. Duray GZ, Schmitt J, Cicek-Hartvig S, Hohnloser SH, Israel CW. Complications leading to surgical revision in implantable cardioverter defibrillator patients: comparison of patients with single-chamber, dual-chamber, and biventricular devices. *Europace*, 2009; 11: 297-302.  
Impact factor: 1,871 Idézők száma: 46
5. Duray GZ, Szabó A, Kósa É, Vámos M. Bal kamrai ingerlés lehetőségei a cardialis reszinkronizációs kezelés során. *Orvosképzés* 2012; 87: 97-101.
6. Duray, G. (2019) Implantálható kardioverter defibrillátorok a gyakorlatban. *Orvostovábbképző Szemle* 2019; 26: 12-20.
7. El-Chami M, Kowal RC, Soejima K, Ritter P, Duray GZ, Neuzil P, Mont L, Kypta A, Sagi V, Hudnall JH, Stromberg K, Reynolds D. Impact of operator experience and training strategy on procedural outcomes with leadless pacing: Insights from the Micra Transcatheter Pacing Study. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2017; 40:834-842.  
Impact factor: 1,441 Idézők száma: 14
8. El-Chami MF, Roberts PR, Kypta A, Omdahl P, Bonner MD, Kowal RC, Duray GZ. How to Implant a Leadless Pacemaker With a Tine-Based Fixation. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2016; 27:1495-1501.  
Impact factor: 3,068 Idézők száma: 28

9. Erkapic, D\*; Duray, GZ\*, Bauernfeind, T, De Rosa, S, Hohnloser, SH. Insulation defects of thin high-voltage ICD leads: an underestimated problem? J Cardiovasc Electrophysiol. 2011; 22:1018-22  
\*:Authors contributed equally to this publication  
Impact factor: 3,064 Idézők száma: 75
10. Reynolds D, Duray GZ, Omar R, Soejima K, Neuzil P, Zhang S, Narasimhan C, Steinwender C, Brugada J, Lloyd M, Roberts PR, Sagi V, Hummel J, Bongiorno MG, Knops RE, Ellis CR, Gornick CC, Bernabei MA, Laager V, Stromberg K, Williams ER, Hudnall JH, Ritter P; Micra Transcatheter Pacing Study Group: A Leadless Intracardiac Transcatheter Pacing System. N Engl J Med. 2016; 374:533-41.  
Impact factor: 59,558 Idézők száma: 367
11. Ritter P, Duray GZ, Zhang S, Narasimhan C, Soejima K, Omar R, Laager V, Stromberg K, Williams E, Reynolds D; Micra Transcatheter Pacing Study Group. The rationale and design of the Micra Transcatheter Pacing Study: safety and efficacy of a novel miniaturized pacemaker. Europace. 2015; 17:807-13.  
Impact factor: 4,021 Idézők száma: 42
12. Ritter P, Duray GZ, Steinwender C, Soejima K, Omar R, Mont L, Boersma LV, Knops RE, Chinitz L, Zhang S, Narasimhan C, Hummel J, Lloyd M, Simmers TA, Voigt A, Laager V, Stromberg K, Bonner MD, Sheldon TJ, Reynolds D; Micra Transcatheter Pacing Study Group. Early performance of a miniaturized leadless cardiac pacemaker: the Micra Transcatheter Pacing Study. Eur Heart J. 2015; 36:2510-9.  
Impact factor: 15,064 Idézők száma: 110
13. Vamos M, Szabó B, Nyolczas N, Kiss RG, Duray GZ. Quadripoláris bal kamrai elektróda használata n. phrenicus ingerlés kiküszöbölésére. Cardiologia Hungarica 2013; 43:13-15

Összesített Impact factor: 95,74

Idézés összesen: 796

## **8.2. Az MTA Doktori értekezés témájához kapcsolódó (nem bemutatott) közlemények**

1. Benz AP, Vamos M, Erath JW, Bogyi P, Duray GZ, Hohnloser SH. ICD lead type and RV lead position in CRT-D recipients. Clinical Research in Cardiology 2018; 107:1122-1130  
Impact factor: 4,907 Idézők száma: 3



73.  
Impact factor: 1,09  
Idézők száma: 36
11. Duray GZ, Hohnloser SH, Israel CW. Coronary sinus side branches for cardiac resynchronization therapy: prospective evaluation of availability, implant success, and procedural determinants. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2008;19: 489-494.  
Impact factor: 3,798  
Idézők száma: 22
12. Duray GZ, Hohnloser SH. Fighting with the invisible: radiation exposure in cardiac resynchronization therapy. *Europace*, 2009; 11: 1575-1576.  
Impact factor: 5 034,  
Idézők száma: --
13. Duray GZ, Hohnloser SH. Defibrillation testing: the need for a definitive trial *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2010 Feb;21(2):183-5.  
Impact factor: 1,871  
Idézők száma: 3
14. Duray GZ, Israel CW, Pajitnev D, Hohnloser SH. Upgrading to biventricular pacing/defibrillation systems in right ventricular paced congestive heart failure patients: prospective assessment of procedural parameters and response rate. *Europace*, 2008; 10: 48-52.  
Impact factor: 1,706  
Idézők száma: 35
15. Duray GZ, Israel CW, Schmitt J, Hohnloser SH. Implantable cardioverter-defibrillator lead disintegration at the level of the tricuspid valve. *Heart Rhythm*. 2008; 5:1224-5  
Impact factor: 4,444  
Idézők száma: 55
16. Duray, GZ, Schmitt, J, Richter, S, Israel, CW, Hohnloser, SH. Arrhythmic death in implantable cardioverter defibrillator patients: a long-term study over a 10 year implantation period. *Europace* 2009; 11:1462-1468.  
Impact factor: 1,871  
Idézők száma: 30
17. El-Chami MF, Clementy N, Garweg C, Omar R, Duray GZ, Gornick CC, Leyva F, Sagi V, Piccini JP, Soejima K, Stromberg K, Roberts PR. Leadless Pacemaker Implantation in Hemodialysis Patients: Experience With the Micra Transcatheter Pacemaker *JACC Clin Electrophysiol*. 2019; 5:162-170  
Impact factor: (2020: 6,375)  
Idézők száma: 10
18. Erath JW, Vamos M, Domokos D, Benz AP, Bari Z, Bogyi P, Duray GZ, Hohnloser SH. Effects of implantation of quadripolar left ventricular leads on CRT response *Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology* 2019; 55:1 73-81.  
Impact factor: 1,277  
Idézők száma: --
19. Grabowski M, Michalak M, Gawalko M, Gajda S, Cacko A, Januszkiewicz Ł, Kołodzińska A, Mitkowski PP, Duray GZ, Opolski G. Implantation of the Micra transcatheter pacing system: Single Polish center experience with the real costs



- equivalent CRT responses with less complications than a conventional three-lead system: Results from the QP ExCELS lead registry. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2020;31:1784-1792.  
Impact factor: 2,424 Idézők száma: --
28. Sperzel J, Danschel W, Gutleben KJ, Kranig W, Mortensen P, Connelly D, Trappe HJ, Seidl K, Duray G, Pieske B, Stockinger J, Boriani G, Jung W, Schilling R, Saberi L, Hallier B, Simon M, Rinaldi CA. First prospective, multi-centre clinical experience with a novel left ventricular quadripolar lead. *Europace*, 2012; 14: 365-372.  
Impact factor: 2,765 Idézők száma: 69
29. Sztaniszláv Á, Vargová K; Polgár B, Vámos M, Székely Á, Kiss RG, Duray GZ. Elektroda-diszlokáció speciális esete kétüregű pacemaker mellett *Cardiologia Hungarica*. 2014;44:161-163.
30. Vámos M, Bári Zs, Bógyi P, Duray GZ. A szubkután ICD: indikációk, beültetés, utánkövetés, evidenciák *Cardiologia Hungarica*; 2017; 47: 290-295
31. Vámos M, Bári Zs, Polgár B, Kiss RG, Duray GZ. A pacemaker- és defibrillátor-beültetés során alkalmazott perioperatív antikoaguláns kezelés aktuális kérdései *Cardiologia Hungarica*. 2016;46:17-22.
32. Vámos M, Erath JW, Bari Z, Vagany D, Linzbach SP, Burmistrava T, Israel CW, Duray GZ, Hohnloser SH. Effects of Upgrade Versus De Novo Cardiac Resynchronization Therapy on Clinical Response and Long-Term Survival: Results from a Multicenter Study. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2017; 10: e004471.  
Impact factor: 4,712 Idézők száma: 9
33. Vámos M, Erath JW, Benz AP, Bari Z, Duray GZ, Hohnloser SH. Incidence of Cardiac Perforation With Conventional and With Leadless Pacemaker Systems: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2017;28:336-346.  
Impact factor: 2,873 Idézők száma: 25
34. Vámos M, Healey JS, Wang J, Duray GZ, Connolly SJ, van Erven L, Vinolas X, Neuzner J, Glikson M, Hohnloser SH. Troponin levels after ICD implantation with and without defibrillation testing and their predictive value for outcomes: Insights from the SIMPLE trial *Heart Rhythm*. 2016 Feb;13(2):504-10  
Impact factor: 4,825 Idézők száma: 10
35. Vámos M, Honold J, Duray GZ, Hohnloser SH. MICRA Leadless Pacemaker on Autopsy. *JACC Clin Electrophysiol*. 2016; 2:636-637.  
Impact factor: (2020: 6,375) Idézők száma: 12
36. Vámos M, Nyolczas N, Bari Z, Bogyi P, Muk B, Szabo B, Ancsin B, Kiss RG, Duray GZ. Refined heart failure detection algorithm for improved clinical

- reliability of OptiVol alerts in CRT-D recipients. *Cardiol J.* 2018; 25:236-244.  
Impact factor: 1,743 Idézők száma: 5
37. Vámos M, Németh M, Balázs T, Zima E, Duray GZ. Rationale and feasibility of the atrioventricular single-lead ICD systems with a floating atrial dipole (DX) in clinical practice. *Trends in Cardiovascular Medicine* 2021; 19:S1050-1738(21)00004-9. DOI: 10.1016/j.tcm.2021.01.003  
Impact factor: 4,755 Idézők száma: --
38. Vámos M, Bogyi P, Duray GZ, Nyolczas N, Hohnloser SH. Ventricular rate stabilization for treatment of recurrent VT. *Herzschrittmachertherapie und Elektrophysiologie* 2017; 28:239-242

### **8.3. Az MTA Doktori értekezés témájához nem kapcsolódó közlemények**

1. Bauernfeind T, Préda I, Szokolczai K, Szűcs E, Kiss RG, Simonyi G, Kerecsen G, Duray G, Medvegy M. Diagnostic value of the left atrial electrical potentials detected by body surface potential mapping in the prediction of coronary artery disease *International Journal of Cardiology* 2011; 150:315-318.  
Impact factor: 7,078 Idézők száma: 1
2. Bohm A, Hajdu L, Pinter A, Duray G, Préda I. Runaway pacemaker syndrome and intermittent nonoutput as manifestations of end of life of a VVI pacemaker. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2000; 23: 2143-4.  
Impact factor: 1,6 Idézők száma: 1
3. Bohm A, Kiss RG, Bachmann B, Duray GZ. Exercise-induced vasovagal syncope. *Heart Rhythm* 2014; 11:1089-1090.  
Impact factor: 5,076 Idézők száma: --
4. Clemens M, Saghy L, Duray G. Pacemaker-implantációk, szívelektrofiziológiai vizsgálatok és katéterablációk számának alakulása hazánkban 2011-2013-ban. *Cardiologia Hungarica*; 44:145-154
5. Czuriga I, Duray G, Halmai L, Jánosi A; Karlócai K, Kiss RG, Lengyel M, Préda I, Simon K. ST-elevációval járó akut miokardiális infarktus *Kardiológiai Szakmai Kollégium* 2005. *Cardiologia Hungarica* 2005; 35:240-254
6. Duray GZ, Israel CW, Wegener FT, Hohnloser SH. Tachycardia after pacemaker implantation in a patient with complete atrioventricular block. *Europace.* 2007;9: 900-3.  
Impact factor: 1,376 Idézők száma: 5



7. Duray, GZ, Ehrlich, JR, Hohnloser, SH . Dronedaron: a novel antiarrhythmic agent for the treatment of atrial fibrillation. *Current Opinion in Cardiology* 2010; 25:53-58.  
Impact factor: 2,736 Idézők száma: 9
8. Duray, GZ, Schmitt, J, Hohnloser, SH. Dronedaron therapy in atrial fibrillation: a summary of recent controlled trials. *Journal of Cardiovascular Pharmacology and Therapeutics* 2010; 15:19S-23S.  
Impact factor: 1,969 Idézők száma: 10
9. Duray, GZ, Torp-Pedersen, C, Connolly, SJ, Hohnloser, SH. Effects of dronedaron on clinical outcomes in patients with lone atrial fibrillation: pooled post hoc analysis from the ATHENA/EURIDIS/ADONIS studies. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology* 2011; 22:770-776.  
Impact factor: 3,064 Idézők száma: 16
10. Ehrlich JR, Wegener FT, Anneken L, Duray G, Israel CW, Hohnloser SH. Biventricular Pacing Does Not Affect Microvolt T-Wave Alternans In Heart Failure Patients. *Heart Rhythm*. 2008; 5:348-52.  
Impact factor: 4,444 Idézők száma: 15
11. Fink, A, Duray, GZ, Hohnloser, SH. A patient with recurrent atrial fibrillation and monomorphic ventricular tachycardia treated successfully with dronedaron. *Europace* 2011; 13:284-285.  
Impact factor: 1,98 Idézők száma: 8
12. Gardner RS, Thakur P, Hammill EF, Nair DG, Eldadah Z, Stančák B, Ferrick K, Ssratanasathavorn C, Duray GZ, Wariar R, Zhang Y, An Q, Averina V, Boehmer JP. Multiparameter diagnostic sensor measurements during clinically stable periods and worsening heart failure in ambulatory patients. *ESC Heart Fail*. 2021; 8:1571-1581.  
Impact factor: 3,902 Idézők száma: --
13. Hohnloser SH, Duray GZ, Baber U, Halperin JL. Prevention of stroke in patients with atrial fibrillation: current strategies and future directions *European Heart Journal Supplements* 2008 10: H4-H10  
Impact factor: 2,1 Idézők száma: 26
14. Kugler Sz, Duray G, Preda I. Új felismerések a pitvarfibrilláció genézisében és fenntartásában: az egyénre szabott kezelés lehetőségei. *Orvosi Hetilap* 2018; 159: 1135-1145.  
Impact factor: 0,564 Idézők száma: --
15. Leistner DM, Schmitt J, Palm S, Klotsche J, Estel S, Fink A, Israel CW, Assmus B, Duray GZ, Dimmeler S, et al. Intracoronary administration of bone marrow-derived mononuclear cells and arrhythmic events in patients with chronic heart failure. *European Heart Journal* 2011; 32:485-491.  
Impact factor: 10,478 Idézők száma: 9

16. Manegold JC, Israel CW, Ehrlich JR, Duray G, Pajitnev D, Wegener FT, Hohnloser SH. External cardioversion of atrial fibrillation in patients with implanted pacemaker or cardioverter-defibrillator systems: a randomized comparison of monophasic and biphasic shock energy application. *European Heart Journal* 2007; 28:1731-1738;  
Impact factor: 7,924 Idézők száma: 48
17. Medvegy M, Duray G, Pinter A, Preda I. Body surface potential mapping: historical background, present possibilities, diagnostic challenges. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2002; 7:139-51.  
Impact factor: -- Idézők száma: 16
18. Medvegy M, Savard P, Pinter A, Tremblay G, Nasmith JB, Palisaitis D, Duray G, Preda I, Nadeau RA. Simple, quantitative body surface potential map parameters in the diagnosis of remote Q wave and non-Q wave myocardial infarction. *Can J Cardiol.* 2004; 20: 1109-15.  
Impact factor: 1,297 Idézők száma: 5
19. Medvegy M, Szücs E, Szakolczai K, Simonyi G, Duray G, Bauernfeind T, Préda I. Anginás panaszt okozó koszorúér-lézió kimutathatósága testfelszíni potenciál térképezéssel. *Orvoscépzés* 2012; 87:83-87.
20. Medvegy, M, Duray, G, Pinter, A, Préda, I. Testfelületi potenciál térképezés - Történelmi áttekintés, diagnosztikus alkalmazhatóság, saját eredmények és távlati lehetőségek *Orvoscépzés* 2000; 77:37-51
21. Muk B, Vámos M, Bógyi P, Szabó B, Dékány M, Vágány D, Majoros Z, Borsányi T, Duray GZ, Kiss RG, Nyolczas N. The impact of serum concentration-guided digoxin therapy on mortality of heart failure patients: A long-term follow-up, propensity-matched cohort study. *Clin Cardiol.* 2020 Dec;43:1641-1648. .  
Impact factor: 2,248 Idézők száma: 4
22. Pilecky D, Vámos M, Bogyi P, Muk B, Stauder D, Racz H, Nyolczas N, Duray GZ, Zacher G, Zima E. Risk of cardiac arrhythmias after electrical accident: a single-center study of 480 patients. *Clin Res Cardiol.* 2019; 108:901-908.  
Impact factor: 5,268 Idézők száma: 4
23. Pinter A, Székely Á, Duray G, Zámolyi K, Borsányi T, Préda I.: Két atrioventriculáris járulékos köteg által okozott alternáló preexcitációs szindróma *Cardiologia Hungarica* 2000;4: 267-268
24. Pinter A, Székely Á, Zámolyi K, Duray G, Borsányi T, Préda I: Atypikus járulékos köteg által okozott tahikardia radiofrekvenciás katéterablációja *Magy. Belorv. Arch.* 2000; 53: 201-208
25. Pinter A, Zámolyi K, Székely Á, Duray G, Borsányi T, Préda I.: Atrioventriculáris járulékos kötegek lokalizálása 12-elvezetéses EKG delta hulláma alapján *Cardiologia Hungarica* 2000;3: 149-154

26. Richter S, Duray G, Hohnloser SH How to analyze T-wave alternans. *Heart Rhythm*. 2005; 2:1268-71.  
Impact factor: 2,667 Idézők száma: 23
27. Richter S, Duray G, Israel CW, Groenefeld G, Hohnloser SH. Beat-to-beat cycle length variation during narrow QRS complex tachycardia: what is the mechanism? *Pacing Clin Electrophysiol*. 2005; 28:1317-9  
Impact factor: 1,279 Idézők száma: 1
28. Schmitt J\*, Duray G\*, Gersh BJ, Hohnloser SH. Atrial fibrillation in acute myocardial infarction: a systematic review of the incidence, clinical features and prognostic implications. *Eur Heart J*. 2009; 30:1038-45.  
\*: Both authors contributed equally to this work  
Impact factor: 9,8 Idézők száma: 350
29. Schmitt, J, Baumann, S, Klinghenben, T, Richter, S, Duray, G, Hohnloser, SH, Ehrlich, JR. Assessment of microvolt T-wave alternans in high-risk patients with the congenital long-QT syndrome. *Annals of Noninvasive Electrocardiology* 2009; 14: 340-345.  
Impact factor: 1,208 Idézők száma: 12
30. Schmitt, J, Lewalter, T, Pittrow, D, Duray, G, Goette, A, Brachmann, J, Hohnloser, SH .Klinisches Profil des neuen Antiarrhythmikums Dronedaron. *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 2010; 135:S38-42  
Impact factor: 0,5 Idézők száma: --
31. Simonyi G, Kirschner R, Szűcs E, Préda I, Duray G, Medvegy N, Horváth B, Medvegy M. A Simple Numerical Body Surface Mapping Parameter Signifies Successful Percutaneous Coronary Artery Intervention. *Annals of Noninvasive Electrocardiology* 2016; 21:161-168.  
Impact factor: 1,852 Idézők száma: --
32. Szegedi N, Zima E, Clemens M, Szekely A, Kiss RG, Szeplaki G, Geller L, Merkely B, Csanadi Z, Duray G. Radiofrequency ablation of focal atrial tachycardia: Benefit of electroanatomical mapping over conventional mapping. *Acta Physiologica Hungarica* 2015; 102:252-262.  
Impact factor: 0,814 Idézők száma: 5
33. Szelényi Zs, Duray G, Katona G, Fritúz G, Szegő E, Kovács E, Szénási G, Vereckei A. Comparison of the “Real-life” Diagnostic Value of Two Recently Published Electrocardiogram Methods for the Differential Diagnosis of Wide QRS Complex Tachycardias. *Academic Emergency Medicine* 2013; 20:1121-1130. .  
Impact factor: 2,198 Idézők száma: 14
34. Tahin T, Riba Á, Clemens M, Földesi Cs, Duray G, Geller L, Merkely B, Sággy L. Szív-elektrofiziológiai vizsgálatok és katéterablációk számának alakulása Magyarországon 2014 és 2016 között *Cardiologia Hungarica*; 47:195-199

35. Vereckei A, Duray G, Szénási G, Altemose GT, Miller JM. New algorithm using only lead aVR for differential diagnosis of wide QRS complex tachycardia. *Heart Rhythm*. 2008; 5:89-98.  
Impact factor: 4,444 Idézők száma: 164
36. Vereckei A, Duray G, Szenasi G, Altemose GT, Miller JM. Application of a new algorithm in the differential diagnosis of wide QRS complex tachycardia. *Eur Heart J*. 2007; 28:589-600.  
Impact factor: 7,924 Idézők száma: 125
37. Wegener FT, Gronefeld GC, Duray G, Ehrlich JR, Hohnloser SH. Pharmacological therapy for ventricular arrhythmias: evidence for current treatment strategies and perspectives for the future Was kommt, was bleibt, was geht? [Pharmacological therapy for ventricular arrhythmias: evidence for current treatment strategies and perspectives for the future.] *Internist (Berl)*. 2006; 47: 297-307. German.  
Impact factor: 0,277 Idézők száma: --

Duray Gábor Zoltán tudományos és oktatási közleményeinek összefoglalása  
MTA V. Orvostudományi Osztály (2021.07.18)

Tudományos és oktatási közlemények	Szám		Hivatkozások <sup>1</sup>	
	Összesen	Részletezve	Független	Összes
<b>I. Folyóiratcikk<sup>2</sup></b>	86	---	---	---
szakcikk nemzetközi folyóiratban, idegen nyelvű	---	45	987	1114
szakcikk, hazai idegen nyelvű	---	1	4	5
szakcikk, magyar nyelvű	---	6	0	0
szakcikk, sokszerzős, érdemi szerzőként <sup>3</sup>	---	6	535	671
összefoglaló közlemény	---	16	391	402
rövid közlemény	---	12	88	92
<b>II. Könyv</b>	0	---	---	---
a) Szakkönyv, kézikönyv, tankönyv szerzőként	0	---	---	---
idegen nyelvű	---	0	0	0
magyar nyelvű	---	0	0	0
aa) Felsőoktatási tankönyv	---	0	0	0
b) Szakkönyv, kézikönyv, konferenciakötet, tankönyv szerkesztőként	0	---	---	---
idegen nyelvű	---	0	---	---
magyar nyelvű	---	0	---	---
bb) Felsőoktatási tankönyv	---	0	---	---
<b>III. Könyvrészlet</b>	13	---	---	---
idegen nyelvű	---	0	0	0
magyar nyelvű	---	9	0	0
cc) Felsőoktatási tankönyvfejezet	---	4	0	0
<b>IV. Konferenciaközlemény<sup>4</sup></b>	3	---	1	1
Oktatási közlemények összesen (II.aa,bb-III.cc)	---	4	0	0
Tudományos közlemények összesen (I-IV.)	---	98	2006	2285
Tudományos és oktatási közlemények összesen (I-IV.)	102	---	2006	2285

<b>V. További tudományos művek</b>	29	---	---	---
További tudományos művek, ide értve a nem teljes folyóiratcikket és a nem ismert lektoráltságú folyóiratokban megjelent teljes folyóiratcikket is	---	19	2	2
Szerkesztőségi levelezés, hozzászólások, válaszok	---	10	7	7
Oltalmak, szabadalmak	---	0	0	0

<b>VI. Hivatkozott absztraktok<sup>5</sup></b>	5	---	5	5
<b>Összes hivatkozás<sup>1</sup></b>	---	---	2020	2299
<b>Hirsch index<sup>6</sup></b>	24	---	---	---
<b>g index<sup>6</sup></b>	48	---	---	---

Speciális tudományometriai adatok	Száma	Összes hivatkozás
Első szerzős teljes folyóiratcikkek száma <sup>2</sup>	15	465
Utolsó szerzős teljes folyóiratcikkek száma <sup>2</sup>	14	54
A tudományos fokozat (PhD) elnyerése utáni (2009) teljes tudományos folyóiratcikkek száma	57	1161
Az utolsó 10 év (2011 - 2021) tudományos, teljes, lektorált tudományos folyóiratcikkeinek száma	54	1139
Az utolsó 10 év (2011 - 2021) tudományos, teljes, lektorált tudományos folyóiratcikkeinek száma	368	16,01%
Hivatkozások száma, amelyek nem szerepelnek a WoS/Scopus rendszerben	---	124
Jelentés, guideline	0	0
Csoportos (multicentrikus) közleményben kollaborációs közreműködő <sup>7</sup>	10	11493