

MAGNETINIO REZONANSO TOMOGRAFIJOS TYRIMAS PACIENTAMS SU IMPLANTUOTAIS KARDIOSTIMULIATORIAIS

Nomeda Rima Valevičienė¹, Beatričė Margytė², Berta Vištartaitė², Barbora Grinevičiūtė²

¹*Vilniaus universiteto Radiologijos ir branduolinės medicinos centras,*

²*Vilniaus universiteto Medicinos fakultetas*

Raktažodžiai: MRT tyrimas, elektrokardiostimuliatorius, kontraindikacijos, 1,5 T, vaizdai.

Santrauka

Daugėjant pacientų su implantuotais elektrokardiostimuliatoriais ir plečiantis magnetinio rezonanso tomografijos tyrimų indikacijoms, atsiranda poreikis dažniau atlikti magnetinio rezonanso tomografiją žmonėms su implantuotu elektrokardiostimuliatoriumi. 2014 metais Vilniaus universiteto ligoninės Santariškių klinikų Radiologijos ir branduolinės medicinos centre pirmiesiems pacientams atlikti magnetinio rezonanso tomografijos tyrimai. Straipsnyje retrospektyviai išanalizuotos tyrimo indikacijos ir išvados. Apžvelgti literatūros duomenys apie pasaulinę praktiką šioje srityje. Šiuo straipsniu norime supažindinti su Lietuvoje sėkmingai atliktu vienu iš pirmųjų magnetinio rezonanso tomografijos tyrimų pacientams su implantuotais elektrokardiostimuliatoriais.

Įvadas

Pasaulyje kasmet daugėja ne tik magnetinio rezonanso tomografijos (MRT) tyrimų, bet ir žmonių, kuriems yra implantuojami širdies stimulatoriai ir defibriliatoriai [1]. Kiekvienais metais pasaulyje atliekama apie 60 milijonų MRT tyrimų [2]. 2012 metais Lietuvoje buvo implantuoti 2666 širdies stimulatoriai ir 149 širdies defibriliatoriai [3]. Beveik 40 proc. europiečių ir 50 – 75 proc. amerikiečių su implantuotais elektrostimuliatoriais ir kardioverteriais-defibriliatoriais susiduria su būklėmis, kai jiems prireikia MRT tyrimo. Tai sudaro apie 1,5 milijono pacientų [1]. Tikimybė, jog pacientui po elektrostimuliatoriaus (EKS) implantavimo bent kartą gyvenime prireiks MRT tyrimo, yra 50 proc. Dažniausiai MRT tyrimo prireikia, norint įvertinti centrinės nervų sistemos, judamojo aparato ir kardiovaskulinės sistemos sutrikimus [4]. 2006 – 2009 metais JAV

tirti 109 pacientai su elektrostimuliatoriais ar kardioverteriais – defibriliatoriais, kuriems nebuvo galima taikyti kito alternatyvaus diagnostinio metodo kaip MRT. Dažniausiai (31 proc. pacientų) buvo reikalingas smegenų bei stuburo (18 proc. pacientų – juosmeninės dalies, 15 proc. pacientų – kaklinės, 10 proc. – krūtininės) MRT tyrimas [5].

Darbo tikslai: supažindinti su Vilniaus universiteto ligoninės Santariškių klinikų (VUL SK) Radiologijos ir branduolinės medicinos centro praktika, pristatant vieną iš pirmųjų Lietuvoje atliktų MRT tyrimų pacientams su implantuotais EKS, atvejį. Apžvelgti literatūros duomenis apie pasaulinius pasiekimus šioje srityje, senųjų EKS kontraindikacijas MRT tyrimui bei naujųjų su MRT suderinamų EKS ypatybes.

Tyrimo medžiaga ir metodai

Atlikta literatūros apie MRT tyrimus pacientams su implantuotais EKS apžvalga. Atliekant paiešką Jungtinių Amerikos Valstijų Nacionalinio Biotechnologijų Informacijos Centro duomenų bazėje (angl. *pubmed*) su raktažodžiais: MRT tyrimas, elektrokardiostimuliatorius, kontraindikacijos, 1,5 T.

Literatūros apžvalgai naudota 11 šaltinių, ne senesnių nei 5 metai. VUL SK nuo 2014 metų balandžio buvo atliekami pirmieji MRT tyrimai pacientams su implantuotais elektrokardiostimuliatoriais. Retrospektyviai detaliau išanalizuotas vienas klinikinis atvejis, aptartos radiologinių tyrimų indikacijos ir išvados. Įvertinta gautų duomenų nauda tolimesniam paciento gydymo planui.

Klinikinis atvejis

Pacientas vyriškos lyties. 58 metų amžiaus, serga hipertrofine kardiomiopatija, permanentiniu prieširdžių virpėjimu – prieširdžių plazdėjimu. 2015 metų sausio mėnesį pacientas kreipėsi į VUL SK dėl stipraus dusulio, sumažėjusios fizinio krūvio tolerancijos. Iš anamnezės: 2002 metais pacientui implantuotas EKS, 2012 metais atlikta reimplantacija. Esant šiems pokyčiams: pirminei arterinei hipertenzijai.

zijai (II° arterinio kraujo spaudimo padidėjimas); plautinei hipertenzijai; kairiojo ir dešiniojo skilvelių silpnumui; mitralinio ir triburio vožtuvų II° nesandarumui; bronchinei astmai, diagnozės patikslinimui ir tolimesnio gydymo plano sudarymui, gydytojo kardiologo rekomenduotas MRT. EKS suderinamas su MRT, todėl tyrimas nėra kontraindikuotinas. Tyrimas atliktas aparatu 1,5 T Siemen Avanto, naudota kontrastinė medžiaga Omniscan (30 ml). Po elektrofiziologo konsultacijos taikyta EKG sinchronizacija. Tyrimo metu paciento širdies veikla buvo monitoruojama, tyrimą stebėjo radiologas ir kardiologas. Tyrimas atliktas natyviais pjūviais. Skilvelių funkciniai rodikliai apskaičiuoti Argus programa iš trumpos ašies vaizdų. Nuo laidų stebimi artefaktai dešiniajame prieširdyje ir skilvelyje. Po MRT tyrimo gautos išvados: kairiojo skilvelio dilatacija, indeksavus padidinti tūriai, išmetimo frakcija sumažinta 52 proc. Kairiojo prieširdžio III-IV° dilatacija. Dešiniojo prieširdžio II° dilatacija. Kairiojo skilvelio priekinėje ir šoninėje sienelėse stebimas kontrastinės medžiagos kaupimas, daugiau būdingas persirgtam miokardo infarktui, tačiau artefaktų fone pakitimai sunkiai diferencijuojami. Tarpkilvelinės pertvaros hipertrofija, stebimi fibroziniai židiniai bei kontrastinės medžiagos kaupimas kairiojo ir dešiniojo skilvelio jungtyje. Skystis perikardo ertmėje. Plautinės hipertenzijos požymiai. Po MRT tyrimo EKS grąžintas į įprastą režimą, atlikta EKS patikra ir paskirta kontrolė po 12 mėnesių. Įvertinus paciento anamnezę, klinikinį duomenis, gautus MRT tyrimo rezultatus, patvirtinta diagnozė ir sudarytas tolimesnis gydymo planas.

MRT tyrimas su senojo tipo kardiostimuliacijomis. Amerikos testavimo asociacija (American Society for testing and materials, 1898 m.) siūlo, atliekant MRT, medi-

1 lentelė. Implantuotų prietaisų saugumo terminologija, atliekant MRT

| Saugumas atliekant MRT | Prietaiso charakteristika |
|------------------------|---|
| Saugus | Magnetinio rezonanso aplinkoje nesukelia jokios grėsmės |
| Sąlyginai saugus | Magnetinio rezonanso aplinkoje nesukelia jokios žinomos grėsmės esant nustatytoms sąlygoms, pvz., tam tikras magnetinio lauko stiprumas, absorbcijos koeficientas |
| Nesaugus | Magnetinio rezonanso aplinkoje sukelia žinomą žalą |

cininius prietaisus skirstyti į tris saugumo kategorijas (1 lentelė), kurios leistų tinkamai įvertinti tyrimo sukeltą riziką ir galimą žalą [6].

Buvo manoma, kad senojo tipo kardiostimuliacijos, atliekant MRT tyrimą, bet kokių atveju gali sukelti pavojų žmogaus gyvybei dėl sąveikos su elektromagnetiniu lauku.

Atliekant MRT tyrimą, kardiostimuliacijų ir jo laidus veikia mechaninės ir elektromagnetinės jėgos. Pagrindinius rizikos veiksnius galima sugrupuoti į tris kategorijas: stimuliuojančio impulso slopinimas, stimuliavimas asinchroniniu/didelio dažnio ritmu, stimuliacijos laidų kaitimas, prietaiso dislokacija.

Statinis magnetinis laukas sukuria mechninę jėgą, kuri veikia feromagnetinių savybių turinčias medžiagas (kobaltas, nikelis, geležis) [2]. Tai gali sukelti ektostimuliacijos ar jo laidų dislokaciją, ypač ankstyvuojant laikotarpiu po implantacijos (iki 6 savaičių po procedūros), kol



1 paveikslas. Paciento su implantuotu elektrokardiostimuliacijomis širdies magnetinio rezonanso tomografijos tyrimas. Kairiojo ir dešiniojo skilvelių jungtyje – kontrastinės medžiagos kaupimas, fibroziniai židiniai tarpkilvelinėje pertvaroje miokarde. Priekinėje ir šoninėje sienelėse midventrikuliariai stebimas subendokardinis kontrastinės medžiagos kaupimas. Skystis perikardo ertmėje

nėra susiformavęs stabilus randinis audinys. Naujojo tipo stimulatoriuose naudojant titaną ir jo lydinius, nepasižyminčius feromagnetinėmis savybėmis arba implantuojant mažesnius stimulatorius, šios problemos galima išvengti [7]. Statinis magnetinis laukas taip pat gali sukelti neprognozuojamą stimulatoriaus sensoriaus aktyvaciją ir jungiklio ("Reed switch") užsidarymą, lemiančius asinchroninę stimuliaciją. Elektrostimuliaciją gali interpretuoti stiprų magnetinį lauką kaip širdies elektromagnetinį aktyvumą ir negeneruoti impulsų, esant stimuliuojamo ritmo poreikiui [2]. Kintančios aukšto radiodažnio bangos. Atliekant MRT tyrimą stimulatoriaus laidai veikiami aukšto dažnio pulsų, kuriuos skleidžia ritės. Dėl to įkaista laidai, kurie dėl paciento ir laidų padėties bei naudojamų izoliacinių medžiagų gali sukelti endokardo ir miokardo edemą, randinio audinio formavimąsi, keičiantį miokardo jautrumą stimuliacijai. Stipraus elektromagnetinio lauko poveikis elektrostimuliatoriui taip pat gali pasireikšti ritmo sutrikimais: dažnas skilvelinis ritmas, prieširdinės ir skilvelinės tachikardijos, bradikardijos, asistolija, asinchroninis ritmas, jungiklio veikimo sutrikimai, stimuliuojančio ritmo slopinimas, elektrostimuliacijos programavimo pokyčiai [8]. Kintantys magnetiniai laukai gali sukelti voltažo pokyčius kardiostimuliacijos laiduose ir sumažinti arba padidinti stimulatoriaus jautrumo slenksį [2].

Su MRT suderinamas elektrostimuliacijos aparatai. 2012 metais JAV maisto ir vaistų administracija (U.S. Food and Drug Administration) patvirtino Medtronic EnRhythm MRI SureScan – tai pirmasis su MRT suderinamas elektrostimuliacijos aparatas [7].

Naujieji elektrostimuliacijos aparatai techniškai tobulesni: sustiprinta vidinės grandinės apsauga siekiant sumažinti energijos tiekimo trikdžių tikimybę, naudojamos medžiagos, turinčios mažiau feromagnetinių savybių bei generatoriai šilumai išsklaidyti, senojo tipo jungiklis ("Reed Switch") pakeičiamas naujo tipo davikliu ("Hall"), kuris stabilus elektromagnetiniame lauke. Yra specialūs režimai, skirti naudoti MRT tyrimo metu [4,7]. Su MRT suderinami elektrostimuliacijos aparatai turi rentgenokonstrastinius žymenis, leidžiančius atskirti ir patvirtinti juos nešiojančius pacientus. Šie žymenis pastebimi, atlikus krūtinės ląstos rentgenogramą [2,9]. Naujieji elektrostimuliacijos aparatai sukurti taip, kad išvengtų sąveikos su elektromagnetiniu lauku. Nelieka komplikacijų, kurias sukeldavo senojo tipo (konvenciniai) elektrostimuliacijos aparatai: aritmijos, generuojamo ritmo slopinimas, terminis poveikis, potencialiai sukeliantis elektrodo ir audinių pažeidimą [10].

2013 vasario 13 dieną JAV maisto ir vaistų administracija patvirtino Advisa MRI SureScan elektrokardiostimuliacijos aparatus. Svarbiausias jo patobulinimas: atliekant MRT

tyrimą krūtinės srityje, nėra pozicionavimo apribojimų [7].

Šie elektrostimuliacijos aparatai saugūs, atliekant MRT tyrimą iki 1,5 T lauke, SAR ne daugiau 2 W/kg, kai maksimalus apsisukimų greitis 200 T/m/s [5]. Svarbu, kad atliekant MRT tyrimą, būtų įjungtas specialus elektrostimuliacijos MRT režimas prieš skenavimą ir išjungtas po tyrimo [10].

Nepaisant to, jog naujieji su MRT suderinami elektrostimuliacijos aparatai yra saugūs, paciento monitoravimas tyrimo metu yra būtinas. Svarbiausia stebėti paciento širdies ritmą, pulsoksimetro duomenis bei palaikyti žodinį kontaktą su pacientu viso tyrimo metu. Registruojama EKG gali būti paveikta trikdžių ir nepatikima, tačiau pulsoksimetro MRT nepaveikia – jis visada turėtų būti naudojamas. Gaivinimo įranga, taip pat ir defibriliatorius, bei patyręs reanimacijos personalas visada turėtų būti prieinami, jei paciento būklė taptų nestabili. Pasibaigus MRT tyrimui, atstatomi pradiniai elektrostimuliacijos nustatymai, įsitikinus, ar jie vis dar tinkamai ir adekvačiai veikia. Siekiant išvengti vėliau pasireiškiančių šalutinių reakcijų ar simptomų, pacientams rekomenduojama apsilankyti ambulatoriškai kontrolinio vizito po trijų-šešių mėnesių [9].

Klinikinė patirtis, atliekant MRT tyrimą pacientams su naujaisiais elektrostimuliacijos aparatais. Pirmieji su MRT suderinami elektrostimuliacijos aparatai registruoti nuo 2010 metų. Jau atlikti preklininiai ir klininiai tyrimai su 1,5 T MRT aparatais. Pacientai, kuriems buvo atliekami smegenų ir stuburo juosmeninės dalies MRT tyrimai, nepatyrė jokių komplikacijų, susijusių su elektrostimuliacijos aparatais [10]. Wilkoff ir kt. atliko prospektyvinį randomizuotą klinikinį tyrimą. Tirti 464 pacientai, turintys elektrostimuliacijos, iš kurių 258 pacientams atliktas MRT tyrimas. Kontrolinę grupę sudarė 206 pacientai, kuriems tyrimas nebuvo atliktas. Nestebėta jokių komplikacijų, susijusių su atliktu MRT tyrimu [7].

Konvenciniai širdies stimulatoriai iki šiol dažnai laikomi kontraindikacija MRT atlikti. 2014 metais Muehling ir kt. išskėlė hipotezę, kad 1,5 T MRT aparatas yra saugus atliekant MRT pacientams su implantuotais stimulatoriais, jeigu pacientas viso tyrimo metu yra monitoruojamas ir jo stimulatorius prieš ir po procedūros yra teisingai perprogramuojamas. Studijos metu buvo stebimi 365 pacientai (amžius $61 \pm 9,1$ metai) su vienkameriniu ($n=132$) ir dvikameriniu ($n = 224$) širdies stimulatoriumi, kuriems prireikė urgentinio galvos MRT tyrimo 12 mėnesių laikotarpiu. Skenavimas buvo atliktas naudojant 1,5 T aparatą. Tyrimo metu visi pacientai buvo monitoruojami: atlikta 3 kryptinių EKG ir stebėti pulsoksimetro rodmenys. Prieš tyrimą kardiostimuliacijos aparatai buvo perprogramuojami pagal specialų protokolą. Tyrimo rezultatai parodė, kad nebuvo sukeltos jokios širdies aritmijos, užprogramuoti parametrai

traį liko nepakitę viso tyrimo metu. Neužregistruota stimulatoriaus disfunkcijų. Po 2 savaičių, 2, 6 ir 12 mėnesių, atlikus pakartotinius tyrimus, jokių žymių ritmo pokyčių nediagnozuota. Jautrumo slenkstis ir varža po 12 mėnesių išliko nepakitę. Po tyrimo buvo prieita išvados, kad pacientai su širdies stimulatoriais yra saugūs atliekant MRT, jei yra tinkamai paruošiami prieš tyrimą ir tyrimo metu jiems taikomas monitoravimas [11].

Išvados

Pacientui MRT tyrimo indikacijos buvo tikslingos, tai buvo būtina paciento būklės įvertinimui bei tolimesnio gydymo plano sudarymui. Tyrimas buvo atliktas, remiantis pasaulinėmis rekomendacijomis, nebuvo stebima EKS veiklos sutrikimų tyrimo metu ir vėlesniu periodu.

Naujo tipo kardiostimulatoriai užtikrina paciento saugumą, atliekant MRT tyrimą. Dauguma studijų patvirtina tyrimo saugumą skenuojant 1,5 T MRT aparatu. Atliekant tyrimus ortopedinių ir neurologinių patologijų metu reikalinga didesnė vaizdinė raiška, kuriai pasiekti reikia 3 T MRT. Naujas iššūkis – surinkti patikimus duomenis, patvirtinančius 3 T MRT saugumą [9].

MRT tyrimas nėra kontraindikuotinas pacientams su naujojo tipo implantuotais EKS. Tai įrodo pasaulinės rekomendacijos ir pirmieji saugiai atlikti tyrimai VUL SK Radiologijos ir branduolinės medicinos centre. Tikimasi, kad tolimesnėje centro praktikoje tokių tyrimų daugės.

Literatūra

1. Lobodzinski SS. Recent innovations in the development of magnetic resonance imaging conditional pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators. *Cardiology Journal* 2012; 19(1):98-104.
2. Wegner J, Zvereva V, Hajredini B, Jackle A. Initial experience with magnetic resonance imaging-safe pacemakers. *J Interv Card Electrophysiol* 2011;32:213-219.
3. Arribas F, Auricchio A, Boriani G, Brugada J, Deharo JC, Hindriks G. et al. Statistics on the use of cardiac electronic devices and electrophysiological procedures in 55 ESC countries: 2013 report from the European Heart Rhythm Association. *Europace* 2014;16(1):1-78.
4. Bovenschulte H, Schlüter-Brust, Liebig T, Erdmann E, Eysel P, Zobel C. MRI in patients with pacemakers. *Deutsches Ärzteblatt International* 2012;109(15):270-5.
5. Cohen JD, Costa HS, Russo RJ. Determining the risk of magnetic resonance imaging at 1,5 tesla for patients with pacemakers and implantable cardioverter defibrillators. *Am J of Cardiol* 2012;1631-1636.
6. Hundley WG, Bluemke DA, Finn JP, Flamm SD, Fogel MA, Friedrich MG. et al. A Report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus Documents. *J Am Coll Cardiol* 2010; 55(23):2614-2662.
7. Kodali S, Baher A, Shah D. Safety of MRIS in patients with pacemakers and defibrillators. *MDCVJ*. 2013;9(3):137-141.
8. Roguin A, Schwitter J, Vahlhaus C, Lombardi M, Brugada J, Vardas P, Auricchio A, Priori S, Sommer T. Magnetic resonance imaging in individuals with cardiovascular implantable electronic devices. *Europace* 2008; 10:336-346.
9. Graaf AWM, Bhagirath P, Gotte MJW. MRI and cardiac implantable electronic devices; current status and required safety conditions. *Neth Heart J*. 2014;22:269-276.
10. Weishaupt D, Bremerich J, Duru F, Hoppe H, Rizzo E, Votik P, Luechinger R. Pacemakers and magnetic resonance imaging. *Swiss Medical Weekly* 2011;141:1-6.
11. Muehling O, Wakili R, Greif M. et al. Immediate and 12 months follow up of function and lead integrity after cranial MRI in 356 patients with conventional cardiac pacemakers. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance* 2014;16:39.

MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN PATIENTS WITH IMPLANTED CARDIAC DEVICES

N. R. Valevičienė, B. Margytė, B. Vištartaitė, B. Grinevičiūtė

Key words: MRI, electrocardiostimulator, contraindications, 1,5 T, imaging.

Summary

There is a necessity to perform magnetic resonance imaging for people with implanted electrocardiostimulators, while the number of patients with implanted electrocardiostimulators and indications of magnetic resonance tomography are rapidly increasing. In 2014, Vilnius University Hospital Santariskiu Clinics, the Centre of Radiology and Nuclear medicine the first magnetic resonance imaging for patients with implanted electrocardiostimulators started being performed. In this article a retrospective analysis of indications, findings and overview about global practice in this area is presented. We want to introduce one of the first magnetic resonance imaging for the patient with implanted electrocardiostimulator in Lithuania.

Correspondence to: Nomeda.Valeviciene@santa.lt

Gauta 2015-04-17