

Predstavitev primera / Case report

PRIMER MAGNETNORESONANČNEGA SLIKANJA PACIENTA Z VSTAVLJENIM NEFEROMAGNETNIM PREVODNIM IMPLANTATOM

MAGNETIC RESONANCE IMAGING OF A PATIENT WITH A CONDUCTIVE NONFERROMAGNETIC IMPLANT - CASE REPORT

Gašper Podobnik

Onkološki inštitut Ljubljana, Oddelek za radiologijo, Zaloška cesta 2, 1000 Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: Gašper Podobnik, dipl. inž. rad., E-mail: gpodobnik@onko-i.si

Prejeto/Received: 7. 12. 2018

Sprejeto/Accepted: 9. 5. 2019

IZVLEČEK

Uvod: Slikanje z magnetno resonanco (MR) je relativno nova metoda prikaza notranjosti telesa, ki se zelo hitro razvija. Za slikanje se uporablja zelo močno statično magnetno polje, dodatna gradientna polja in radiofrekvenčne pulze. Z dodatnimi gradientnimi tuljavami lokaliziramo MR signal iz posameznih delov telesa. Če slikamo pacienta, ki ima vstavljen neferromagnetni električno prevodni implantat, lahko v njem pride do navora. Hitro menjavanje gradientov povzroči izrazite vibracije implantata, kar pacient zazna tudi kot občutek toplote na mestu implantata.

Namen: Namen članka je na primeru iz prakse predstaviti zaplet pri magnetnoresonančnem slikanju pacienta z vstavljenim implantatom, ki je neferromagnetni in prevoden.

Metode in materiali: Pri pacientki, ki je imela v goleni vstavljen kovinski implantat, smo opravili MR dojke. Pred preiskavo smo o tem pridobili potrdilo kirurga. Med slikanjem je bil implantat na obrobju MR tunela. Napravili smo klasičen protokol za slikanje dojke pri sumu na tumor, pri katerem je zadnja difuzijsko obtežena sekvenca s tehniko echoplanarnega slikanja.

Rezultati in razprava: Pacientka je med preiskavo povedala, da ima občutek, kot da ji bo razneslo nogo na mestu implantata. V literaturi sem zasledil pojav izrazitih vibracij pri prevodnih implantatih, ki so izpostavljeni hitro se menjajočim gradientnim poljem. Če želimo učinke vibracij zmanjšati, lahko namestimo pacienta tako, da je del telesa, v katerem je implantat, čim bolj v centru magnetnega polja ali pa izven področja vpliva gradientnih tuljav. Lahko tudi prilagodimo slikovne parametre (npr. daljši čas odmeva, daljši čas ponovitve, manj faznih korakov, večje pregledovalno polje pri isti matriki, itd.) ali pa pacienta slikamo na MR tomografu, pri katerem je gostota magnetnega polja manjša.

Zaključek: Pri slikanju pacientov z električno prevodnimi implantati lahko zmanjšamo učinke vibracij tako, da jih slikamo na magnetno resonančnih tomografih z manjšo gostoto magnetnega polja, uporabimo sekvence in parametre, ki manj obremenijo gradientne tuljave, ali pa z namestitvijo implantata vzporedno s silnicami magnetnega polja.

Ključne besede: MR, Neferromagnetni prevoden implantat, poseben primer

ABSTRACT

Introduction: Magnetic resonance imaging (MRI) is a relatively new, rapidly evolving method of displaying the interior of the human body. A powerful static magnetic field, additional gradient fields, and pulsed radiofrequency are needed for successful imaging. With additional gradient coils, the MRI signal is spatially encoded. During the MRI imaging of a patient with an electrically conductive implant, this can be a source of torque. Fast gradient switching induces vibrations of the implant, which patients report as a heating sensation.

Purpose: The purpose of this paper is to present a case of MRI of the patient with the nonferromagnetic conductive implant.

Materials and methods: Breast MRI was performed on a patient with a tibia metal implant. We received a written certificate of the implant from the surgeon. During imaging, the implant was positioned on the edge of the bore. We performed the breast MRI protocol with a diffusion-weighted sequence in an echoplanar imaging technique as the last sequence.

Results and discussion: During examination, the patient complained that her leg would explode on the place of the implant. In the literature review, I found reports of significant vibrations of implants that are exposed to fast gradient switching. If we want to reduce vibrations of the implants, we can place the patient's implant closer to the bore centre or outside the influence of the gradient coils. We can use sequences and imaging parameters (longer time echo, longer time repetition, fewer phase-encoding steps, bigger field of view with constant spatial resolution) that use lower power of gradient coils or we can perform imaging on a scanner with lower static magnetic field strength.

Conclusion: When we have to perform MRI on patients with conductive implants, we can reduce vibrations by using scanners with lower static magnetic field strength, use sequences and imaging parameters that use lower power of gradient coils, or position the implant parallel to magnetic field lines.

Key words: MRI, nonferromagnetic conductive implant, a special case

UVOD

Magnetna resonanca se je v svetu diagnostične radiologije pojavila relativno pozno. Prve slike človeškega telesa, za katerih zajem je bilo potrebno pet ur, so bile objavljene leta 1977. Tehnološki razvoj je nato potekal zelo hitro. Največji preskok je prinesel razvoj superprevodnih skenerjev z močnimi magnetnimi polji, digitalnimi radiofrekvenčnimi sistemi in faznonaniziranimi tuljavami (Elderman, 2014).

Sodobni MR tomografi v klinični uporabi uporabljajo zelo močno statično magnetno polje, do 3T, kar je približno 60 000-krat močnejše od zemeljskega magnetnega polja (Hartwig et al., 2009).

Pri MR slikanju je pacient v statičnem magnetnem polju, ki ima visoko gostoto. Med slikanjem je izpostavljen tudi kratkotrajnim visokofrekvenčnim elektromagnetnim pulzom, katerih del energije se absorbira v telesu, kar povzroča segrevanje. Hkrati je izpostavljen tudi dodatnim gradientnim magnetnim poljem, ki se hitro vklaplajo in izklaplajo. Z dodatnimi gradientnimi tuljavami ustvarjamo gradientna magnetna polja, s katerimi lokaliziramo MR signal iz posameznih delov telesa. Izpostavljenost telesa dodatnim gradientnim poljem lahko privede do periferne živčne stimulacije ali celo do srčne fibrilacije. Ko so vklopljene vse tri gradientne tuljave, je izpostavljenost največja, če pa je vklopljenih manj tuljav, je izpostavljenost manjša. Priporočila glede omejitev izpostavljenosti časovno spreminjajočim se magnetnim poljem so usmerjena predvsem na periferno živčno stimulacijo, ki je lahko zaradi bolečin zelo neprijetna. Za doseg praga srčne fibrilacije, ki pa je lahko usodna, je potrebna desetkrat višja izpostavljenost kot za periferno živčno stimulacijo (Gajšek, 2014).

Pri pacientih, ki imajo kovinske vsadke ali pa vsajene aktivne elektronske naprave, je lahko MR slikanje nevarno. Pri slikanju feromagnetnih vsadkov ali naprav lahko pride do premikov letih. Kovinski vsadki se lahko med slikanjem tudi segrevajo ali pa se v njih inducira električna napetost. Aktivne elektronske naprave lahko začnejo delovati neustrezno. Lahko pride tudi do popačenj na diagnostičnih slikah, kar lahko privede do težav pri pisanju izvidov ali celo do zamenjave popačitve za patologijo (Shellock, 2017).

Če slikamo pacienta, ki ima vstavljen električno prevoden implantat, ki ni feromagneten (npr. iz titana, aluminija ali bakra), lahko zaradi vrtilčnih tokov pride do sile, ki povzroči navor na implantat. Sprememba magnetnega toka skozi tak implantat namreč inducira vrtilčne tokove, kar povzroči magnetni moment. Če magnetni moment ni vzporeden s statičnim magnetnim poljem (B_0) pride do sile, ki povzroči navor. To se v praksi lahko zgodi, če se implantat premika po statičnem magnetnem polju (ko zapeljemo pacienta v tomograf) ali pa če je v času slikanja v območju dodatnih gradientnih polj implantat izven centra tomografa. Pri implantatih, ki so iz bolj prevodnih materialov, je pojav bolj izrazit (Graf, 2014).

Preklapljanje dodatnih gradientnih polj lahko povzroča hitro menjajoči se navor, ki je najbolj izrazit predvsem pri večjih električno prevodnih implantatih (velikost vsaj 10 cm), kot so na primer fiksacijske naprave. Nastanejo izrazite vibracije implantatov, kar pacienti zaznajo tudi kot nenavadne občutke na mestu implantata (Shellock, 2017).

NAMEN

Namen članka je na primeru iz prakse predstaviti zaplet pri magnetnoresonančnem slikanju pacienta z vstavljenim implantatom, ki je neferomagneten in prevoden. Na to tematiko sem se osredotočil, ker je v praksi relativno nepoznana. Predstaviti želim tudi, kako optimizirati preiskavo v takšnih primerih.

METODE IN MATERIALI

MR slikanje dojk smo opravili pri 58-letni pacientki, ki je imela zaradi zloma golenice pred dvema letoma kirurški poseg, pri katerem so ji vstavili kovinsko ploščico. Pred preiskavo smo pridobili pisno potrdilo kirurga, da je vstavljen osteosintetski material primeren za slikanje z magnetno resonanco.

Pri preiskavi je pacientka ležala na trebuhu z nogami proti tomografu. Med slikanjem so bile dojke v izocentru magneta, implantat pa izven polja slikanja, na obrobju tunela tomografa.



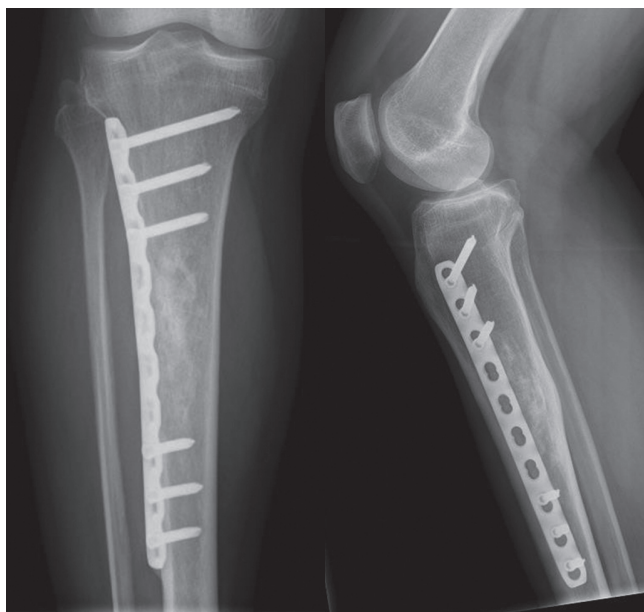
Slika 1: Položaj golenice pri pacientki med magnetno resonančnim slikanjem dojk

Preiskavo smo opravili na magnetno resonančnem aparatu GE Optima 450w 1,5T. Uporabili smo sprejemno tuljavo za dojke. Naredili smo klasičen protokol za slikanje dojk pri sumu na tumor. Pri tem protokolu kot zadnjo sekvenco opravimo difuzijsko obteženo sekvenco s tehniko echoplanarnega slikanja.

REZULTATI IN RAZPRAVA

Preiskava je potekala približno 20 minut, nekaj minut pred koncem zadnje sekvence je pacientka sprožila zvočni alarm. Pritožila se je, da ima občutek, kot da ji bo razneslo nogo na mestu implantata.

Preiskavo smo nemudoma prekinili in pacientko polegli na posteljo pred preiskovalno MR sobo. Gospa je opravila še rentgensko slikanje goleni v dveh projekcijah, da smo pridobili izhodiščno informacijo o stanju kosti ob implantatu. Za nadaljnje spremljanje je bila pacientka čez tri tedne naročena pri kirurgu, ki ni ugotovil sprememb. Tri mesece po preiskavi je opravila še pregled pri travmatologu, ki prav tako ni opazil nobenih posebnosti.



a) b)
Slika 2: Rentgenska posnetka desne goleni s prevodnim implantatom. a) anterio-posteriorni, b) stranski

Pri ugotavljanju vzroka tega pojava sem v literaturi naletel na pojav izrazitih vibracij pri prevodnih implantatih, ki so izpostavljeni hitro se menjajočim gradientnim poljem. Pojav je najbolj izrazit izven slikovnega polja, ob robu gradientnih tuljav, kjer je razlika med menjajočimi se gradientnimi polji največja. Podoben pojav nastane tudi, če se implantat premika po statičnem magnetnem polju, a ker so hitrosti premikanja preiskovalne mize majhne, je indukcija v implantatu zanemarljiva.

Če želimo učinke vibracij zmanjšati, moramo pacienta namestiti tako, da je implantat kolikor je mogoče blizu centra magnetnega polja ali pa izven področja vpliva gradientnih tuljav. Najbolje je, če je postavljen vzporedno s silnicami magnetnega polja, saj se tako na njem ne ustvarja navor.

Učinek se zmanjša tudi z uporabo sekvenc ali slikovnih parametrov, ki manj obremenijo gradientne tuljave. Pri slikovnih parametrih tako izbiramo daljši čas odmeva, daljši čas ponovitve, manj faznih korakov, večje pregledovalno polje pri isti matriki, ipd.

Če imamo možnost izbire, pacienta s prevodnim implantatom slikamo na magnetno resonančnem aparatu z manjšo gostoto magnetnega polja.

Če bi pri zgoraj opisani pacientki morali ponoviti preiskavo, ji nog ne bi podložili pod gležnji, da bi vsadek ležal bolj centralno in bolj vzporedno s silnicami magnetnega polja. Izognili bi se difuzijsko obteženi sekvenci s tehniko echoplanarnega slikanja, saj ta zelo obremeni gradientne tuljave. Pacientki bi podrobno razložili možnost pojava vibracij implantata med slikanjem in ji naročili, da ob pojavu sproži zvočni alarm, da preiskavo za nekaj časa prekinemo.

ZAKLJUČEK

Pri pacientih, ki imajo vstavljen neferomagnetni električno prevoden implantat, lahko pri slikanju z magnetno resonanco pride do vibriranja implantata. Če želimo zmanjšati učinke vibracij se držimo naslednjih smernic:

1. Paciente slikamo na magnetno resonančnih tomografih z manjšo gostoto magnetnega polja.
2. Uporabimo sekvence in slikovne parametre, ki manj obremenijo gradientne tuljave.
3. Implantat poskušamo namestiti vzporedno s silnicami magnetnega polja.

LITERATURA

Edelman RR (2014). The history of MR imaging as seen through the pages of radiology. *Radiology: Volume 273(2 Suppl): 181–200.* doi: 10.1148/radiol.14140706.

Gajšek P (2014). Varstvo pred vplivi elektromagnetnih polj in ultrazvoka. V: Jevtič V, Matela J, Šurlan M., ur. *Diagnostična in intervencijska radiologija – splošni del.* Maribor: Založba Pivec: 142–143.

Graf H, Lauer U A, Schick F (2006). Eddy-current induction in extended metallic parts as a source of considerable torsional moment. *J Magn Reson Imag 2(4)3: 585–590.* doi.org/10.1002/jmri.20539.

Smith T (2008). Evidence based medical imaging (EBMI). *Radiography 14(3): 233–7.*

Hartwig V, Giovannetti G, Vanello N, Lombardi M, Landini L, Simi S (2009). Biological Effects and safety in magnetic resonance imaging: a review. *Int. J. Environ. Res. Public Health 6(6): 1778–1798.*doi: 10.3390/ijerph6061778.

Shellock G F, Karacozoff A M (2017). Reference manual for magnetic resonance safety, implants and devices. Los Angeles: Biomedical research publishing group: 184–191, 366–370.