

Izbira ravnin pri slikanju srca z magnetno resonanco

Janez Podobnik dipl.inž.rad.

Klinični inštitut za radiologijo, Klinični center, Zaloška 7, 1525 Ljubljana

Abstract

The ability of cardiovascular MR to image the heart in any plane remains one of its principal advantages over other imaging modalities.

In the first part of the article indications for cardiovascular MR are listed. Article describes the procedures required to prepare the patient for examination being an operation vital for the quality of the examination. The application of EKG-trigger and measures for elimination of distortions caused by the movements are also described. Basic planes used by MR-imaging conclude the chapter.

Keywords:

MR, heart and large vessels, examination.

Izvleček

Ena od glavnih prednosti slikanja z magnetno resonanco pred ostalimi slikovnimi metodam je možnost prikaza struktur srca v poljubni ravnini.

V članku so naštetе indikacije za slikanje srca in velikih žil. Opisana je nastavitev pacienta in osnovna pulzna zaporedja, uporaba elektrokardiografa, naštetе so ravnine, ki se uporabljajo za prikaz struktur srca.

Ključne besede:

MR, srce in velike žile, preiskava.

1 Uvod

MR je novejša preiskovalna metoda, ki se uveljavlja tudi pri diagnostiki obolenj srca in velikih žil. Z njo se lahko prikazuje prirojene in pridobljene bolezni.

Njene prednosti v primerjavi z ostalimi metodami so: neinvazivnost, možnost tridimenzionalnega prikaza srca in velikih žil in prikaza v poljubni ravnini ter s tem lažja primerjava s slikami ostalih diagnostičnih preiskav, dobra prostorska ločljivost in kontrast med mehкими tkivi, kar se doseže z uporabo različnih pulznih zaporedij in uporabo gadolinijevega paramagnetnega kontrastnega sredstva, možnost prikaza gibanja srca z uporabo kino tehnike.

Pomanjkljivosti pa so: dolžina preiskave, kontraindikacije pri srčnih vzpodbujevalnikih in feromagnetnih vsadkih ter uporaba anestezije pri majhnih otrocih in klaustrofobičnih pacientih.

Le pravilna nastavitev bolnika, dobra namestitvev elektrokardiografskih elektrod, izbira ravnin in pulznih zaporedij, lahko v optimalnem času preiskave prinesejo pričakovane rezultate.

2 Bolezni srca in velikih žil, ki so indikacija za slikanje srca z MR

Z magnetno resonanco lahko prikažemo pridobljene in prirojene bolezni srca in velikih žil.

2.1 Pridobljene bolezni srca, torakalne aorte in pulmunalne arterije

Najvažnejše indikacije za slikanje srca z magnetno resonanco so : bolezni osrčnika, parakardialne in interakardialne mase, bolezni srčne mišice, ishemične bolezni srca, bolezni srčnih zaklopk.

Najpomembnejše indikacije za slikanje velikih žil z magnetno resonanco so: anevrizme in disekcije aorte, kronične spremembe po poškodbi, aortitis, periaortni abscesi, pljučne embolije.

2.2 Prirojene bolezni srca in velikih žil

Najpomembnejše indikacije za MR preiskavo prirojenih bolezni srca in velikih žil so: prikaz okvar pretina, nepravilna lega srca in velikih žil, odprt Botallov vod, pulmunalna stenoza, aortna stenoza, koarktacija aorte, tetralogija Fallot in transpozicija velikih žil.

3 Namestitev bolnika

Pacient med preiskavo običajno leži na hrbtu. Če slikamo patologijo, ki leži neposredno za prsnico in želimo zmanjšati popačenja zaradi dihanja, ga lahko poležemo na trebuh. Pri MR preiskavah srca navadno uporabljamo površinsko fazno nanizano tuljavo (angl. Phased Array) ali tuljavo za slikanje telesa. Majhne otroke slikamo v anesteziji s tuljavo za slikanje glave oz. kolensko tuljavo, s čimer izboljšamo signal-šum

razmerje. Zaradi dolžine preiskave pacienta čim bolj udobno namestimo. Podložimo mu glavo in noge.

Pri MR slikanju srca uporabljamo elektrokardiograf. Tako lahko slikamo vedno v izbrani fazi srčnega cikla in s tem zmanjšamo popačenja, ki nastajajo zaradi gibanja srca in pulziranja aorte. EKG signal nam služi kot prožilec RF pulza. Običajno je to proženje usklajeno z R valom, zato pri MR slikanju ne potrebujemo natančnega zapisa ostalih valov. Pravilna razvrstitev in dobra pritrditev elektrod, s čimer pridobimo največji zapis R vala in najmanjši šum nam zadostuje.

Elektrode EKG-ja morajo biti izdelane za delo v magnetnem polju. Med preiskavo se v njih zaradi RF pulzov tvorijo dodatni električni tokovi, ki povzročajo segrevanje vodnikov. Ti morajo biti dodatno izolirani, da ob stiku pacient ne dobi opeklin. Postavimo jih lahko na prsno ali hrbtno stran prsnega koša, glede na električno os srca, po kateri poteka depolarizacija predvorov in prekatov. Število elektrod je lahko različno, odvisno od proizvajalca. Za lažje razlikovanje so barvno označene. Za dober stik očistimo kožo in uporabimo kontaktni gel. Pomembno je, da se vodniki med seboj ne prepletajo in so dobro pritjeni. S tem preprečimo, da delujejo kot tokovne zanke ter njihov zdrs in prekinitev stika s kožo, ki bi nastala med nameščanjem bolnika.

Če se želimo izogniti popačenjem, ki nastajajo zaradi dihanja, lahko meritev izvedemo s pomočjo dihalne zapore, kar pa podaljša čas meritve. Bolj uporabne so hitre meritve pri katerih bolnik zadrži dih.

Centrirno lučko naravnamo tako, da poteka horizontalni žarek, ki ustreza X osi magneta, dva do tri centimetre nad prsnimi bradavicami oz. med tretjim in četrtim rebrom. Longitudinalni žarek, ki ustreza Z osi magneta, poteka točno po sredini sternuma. Tako leži srce točno v sredini magneta, kjer je homogenost polja največja.

Med preiskavo bolnika opazujemo in z njim komuniciramo preko mikrofona.

S skrbno izbiro pulznih zaporedij in ravnin, po nepotrebnem ne podaljšujemo časa preiskave.

4 Izbira pulznih zaporedij

Pri MR slikanju poznamo dve osnovni pulzni zaporedji. Pulzno zaporedje, ki uporablja spinski odmev (angl. Spin Echo -SE) in pulzno zaporedje, ki uporablja gradientni odmev (angl. Gradient oz. Field Echo -GRE).

4.1 Pulzno zaporedje s spinskim odmevom –slikanje temne krvi

S SE pulznimi zaporedji dobro prikažemo kontrast med mehкими tkivi in pretokom krvi. Ker zaradi pretoka iz krvi ne

zaznamo signala, imenujemo SE pulzna zaporedja tudi slikanje temne krvi. Na to vplivata dva dejavnika, efekt izpiranja krvi in efekt fazne razpršitve.

Če želimo dobiti T2 oz. protonsko gostotno obtežene slike uporabljamo hitra spin echo pulzna zaporedja (angl. fast spin echo-FSE).

Za boljši poudarek temne krvi lahko uporabimo FSE z inverzijskimi pulzi za zasičenje signala iz krvi (angi. Blood suppressed Double IR FSE). Meritev poteka v zadržanem dihu.

4.2 Pulzna zaporedja z gradientnim odmevom – slikanje svetle krvi

Tudi pri GRE pulznih zaporedjih se uporablja EKG za sproženje RF pulza. Kontrast med mehki tkivi ni tako dober kot pri SE pulznih zaporedjih, zazna pa se povišan signal iz protonov, ki se nahajajo v krvi in se z njo premikajo v območju meritve. GRE pulzna zaporedja se zato imenujejo slikanje svetle krvi.

Zvišan signal je rezultat pritoka nezasičenih protonov med RF pulzi. Pri mirujočih protonih zaradi kratkega razmaka med posameznimi RF pulzi, ne prihaja do popolne T1 relaksacije in zato oddajo manj signala kot nezasičeni protoni v krvi.

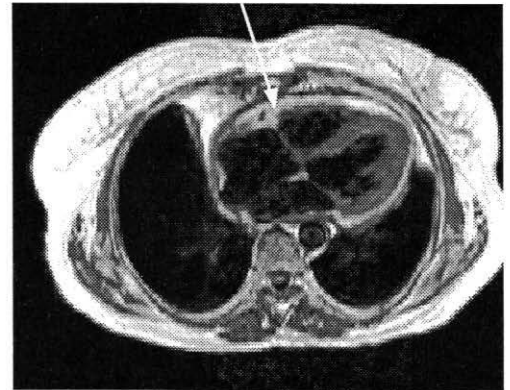
GRE pulzna zaporedja se uporablja za prikaz gibanja srca. V izbranem preseku se srce posname v različnih fazah srčnega cikla ter se nato s pomočjo računalnika in kino tehnike predvaja srčno akcijo.

Da se izognemo popačenjem, ki nastajajo zaradi dihanja lahko uporabljamo hitra gradient echo pulzna zaporedja (angl. Fast Gradient Echo-FGRE).

5 Izbira ravnin pri slikanju srca z magnetno resonanco

5.1 Transverzalna ravnina

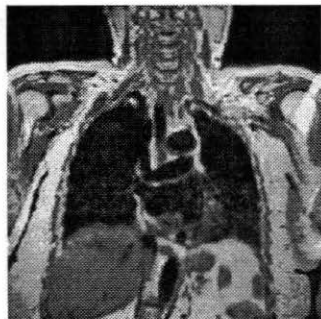
Preiskava se prične s SE T1 poudarjenimi slikami v transverzalni (aksialni) ravnini, s katero dobro prikažemo anatomijo srca, kar nam služi za nastavitev ostalih ravnin (Sl. 1).



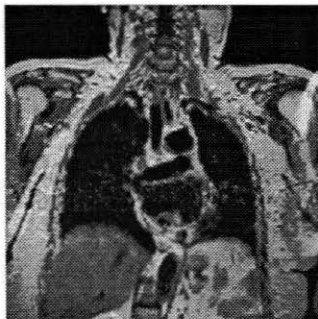
Sl 1: Prikaz srca v transverzalni ravnini, GE pulzno zaporedje - izlivi v osrčnik

5.2 Koronarna in sagitalna ravnina

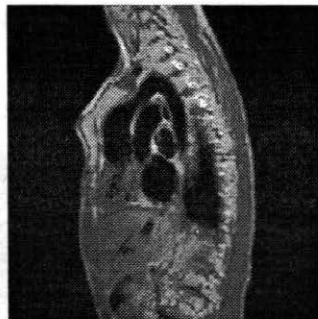
Preiskava se nadaljuje v koronarni (Sl. 2, 3) in sagitalni ravnini (Sl. 4), ki ju glede na napotno diagnozo in mesto patologije lahko zamenjamo s preseki v drugih ravninah.



Sl. 2: Prikaz srca v koronarni ravnini, SE pulzno zaporedje - miksom



Sl. 3: Prikaz srca v koronarni ravnini, SE pulzno zaporedje z aplikacijo kontrastnega sredstva - miksom

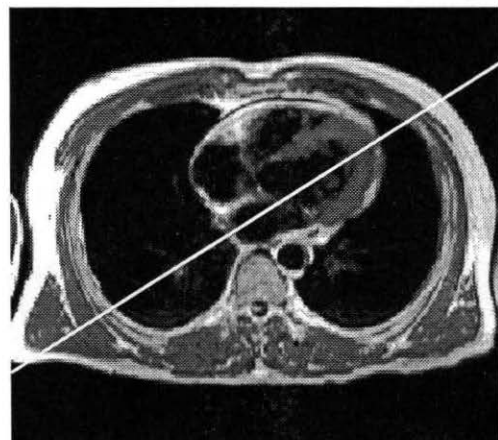


Sl. 4: Prikaz srca v sagitalni ravnini, SE pulzno zaporedje - aorta izhaja iz desnega prekata.

5.3 Desni prednji poševni pogled

Desni prednji poševni pogled se nastavi na presek v transverzalni ravnini, v višini

prekatov, vzporedno s srčnim pretinom (Sl. 5,6).



Sl. 5: Nastavitev desnega prednjega poševnega pogleda

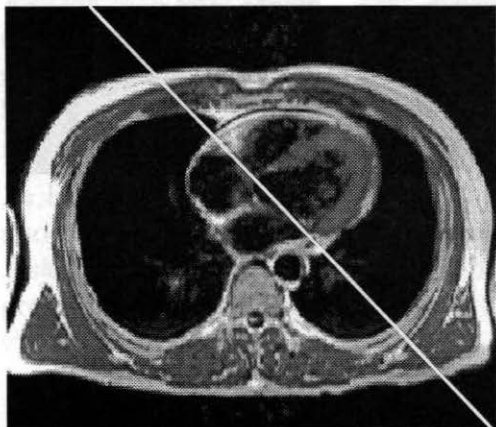


Sl. 6: Prikaz desnega prednjega poševnega pogleda

5.5 Levi prednji poševni pogled

Levi prednji poševni pogled se nastavi na presek v transverzalni ravnini, v višini

prekatov, vzporedno s srčnimi zaklopki, pravokotno na srčni pretin (Sl. 7,8).



Sl. 7: Nastavitev levega prednjega poševnega pogleda



Sl. 8: Prikaz levega prednjega poševnega pogleda, SE pulzno zaporedje - trombozirana anevrizma aorte

5.5 Dvojni poševni prikaz kratke osi srca

Dvojni poševni prikaz kratke osi srca se nastavi na slike desnega prednjega položaja, vzporedno s srčno zaklopko,

pravokotno na prekat. Z njim prikažemo lateralno steno, srčni pretin papilarne mišice levega prekata (Sl. 9, 10).



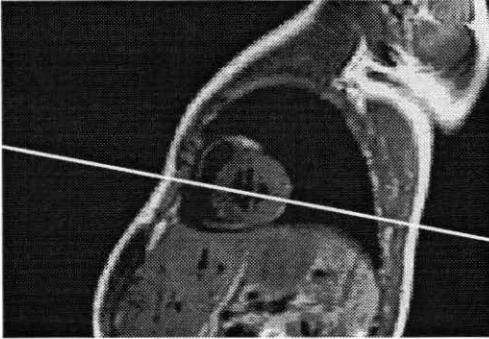
Sl. 9: Nastavitev dvojnega poševnega prikaza kratke osi srca



Sl. 10: Dvojni poševni prikaz kratke osi srca

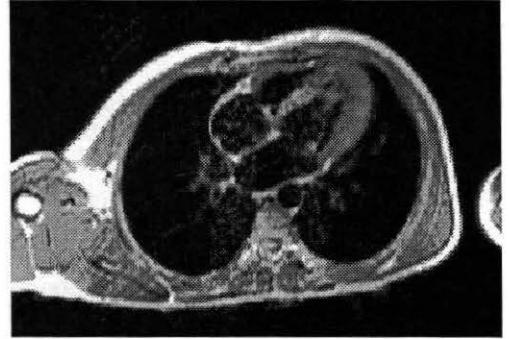
5.6 Dvojni poševni prikaz dolge osi srca

Dvojni poševni prikaz dolge osi srca se nastavi na slike kratke osi srca v višini papilarnih mišic, pravokotno na septum.



Sl. 11: Nastavitev dvojnega poševnega prikaza dolge osi srca

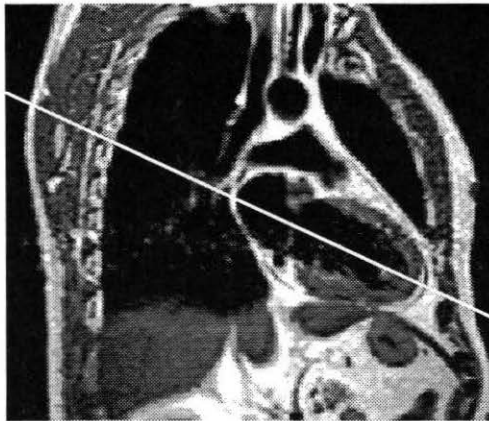
V tej ravnini lahko dobro ocenjujemo posterolateralno steno srca, apeks in septum (Sl 11, 12).



Sl. 12: Dvojni poševni prikaz dolge osi srca

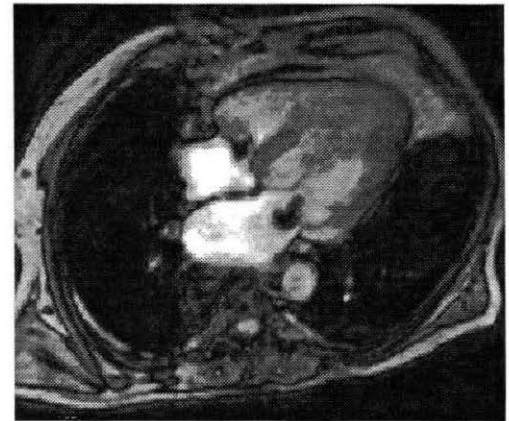
5.7 Dvojni poševni prikaz štirih votlin

Dvojni poševni prikaz štirih votlin se nastavi na sliko desnega prednjega položaja, skozi apeks srca in sredino mitralne zaklopke (Sl. 13).



Sl.13: Nastavitev dvojnega poševnega prikaza štirih votlin

S pomočjo GE kino se lahko v tej ravnini prikaže defekte v srčnem pretinu in ocenjuje napake na srčnih zaklopkah (Sl. 14).



Sl. 14: Dvojni poševni prikaz štirih votlin, GE pulzno zaporedje - popuščanje mitralne zaklopke

5.8 Dvojni poševni prikaz štirih votlin v višini predvorov

Dvojni poševni prikaz štirih votlin se nastavi na sliko levega sprednjega položaja, v višini predvorov, pravokotno



Sl. 15: Nastavitev dvojnega poševnega prikaza štirih votlin v višini predvorov

na srčni pretin, po sredini desnega in levega preddvora (Sl. 15, 16).



Sl.16: Dvojni poševni prikaz štirih votlin v višini predvorov, SE pulzno zaporedje - defekt prekatnega pretina

6 Zaključek

Za optimalno izvedbo preiskave je potrebno poznati vse segmente, ki so pomembni pri slikanju srca in velikih žil z MR. Tako lahko z najkrajšim časom preiskave dosežemo pričakovane rezultate in pri kontrolnem slikanju ponovimo preiskavo.

Posebej pomembno je poznavanje ravnin, ki se uporabljajo pri slikanju srca z MR, ki jih izberemo glede na vrsto patologije in njen topografski položaj.

Hiter razvoj tehnologije in s tem izboljšav, tako programske kot tudi strojne opreme, odpravlja pomanjkljivosti in odpira nove možnosti pri MR slikanju srca in velikih žil.

Literatura:

1. Axel L. Physics and technology of cardiovascular MR imaging. *Cardiology clinics*, 1998; volume 16 number 2 : 125-133.
2. Demšar F, Jevtič V, Bačič G. Slikanje z magnetno resonanco. Ljubljana : Littera picta, 1996.
3. Duerinckx JA. Magnetic resonance imaging of the cardiovascular system. Lufkin RB. *The MRI manual*. Second edition, 1996: 315-358 .
4. Jarh O. Optimizacija meritev relaksacijskih časov pri slikanju z magnetno resonanco. Doktorska disertacija. Medicinska fakulteta, 1997.
5. Podobnik J. Prikazovanje srca in velikih žil z magnetno resonanco ter primerjava z računalniško tomografijo in ultrazvokom. Diplomski naloga. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo 2001.
6. SIEMENS. Advanced MR cardio guide for the MAGNETOM. 1993
7. Weinberg PM, Fogel MA. Cardiac MR imaging in congenital heart disease. *Cardiology clinics*, 1998; volume 16 number 2 : 315-358.