

Ischemické a neischemické postižení myokardu: diferenciální diagnostika pomocí postkontrastních odložených scanů magnetické rezonance

Josef Vymazal, Jiří Weichet, Jan Balák

Radiodiagnostické oddělení, Nemocnice Na Homolce, Praha, Česká republika

Vymazal J, Weichet J, Balák J (Radiodiagnostické oddělení, Nemocnice Na Homolce, Praha, Česká republika). **Ischemické a neischemické postižení myokardu: diferenciální diagnostika pomocí postkontrastních odložených scanů magnetické rezonance.** *Cor Vasa* 2008;50(12):470–472.

Rychlý rozvoj magnetické rezonance (MR) se nevyhýbá ani kardiologii a kardiochirurgii. Pomocí odložených scanů po aplikaci kontrastní látky lze detekovat jizevnaté postižení myokardu, lze rozlišit mezi subendokardiálním a transmurním postižením a rovněž je možné detekovat neischemický charakter sycení. Neischemický charakter postižení je spíše centrální a nespílyvající, ischemický je buď subendokardiální nebo transmurní, velmi často s výskytem obojího typu, kdy transmurní jizva přechází do subendokardiální. Ischemický charakter postižení respektuje cévní teritoria. Příkladem neischemického postižení myokardu s průkazem na odložených scanech po aplikaci kontrastní látky mohou být myokarditidy, arytmogenní dysplazie pravé komory a různé formy kardiomyopatií.

Klíčová slova: Magnetická rezonance – Kontrastní látka – Myokard

Josef Vymazal, Jiří Weichet, Jan Balák (Department of Diagnostic Radiology, Na Homolce Hospital, Prague, Czech Republic). **Ischemic and non-ischemic myocardial injury: differential diagnosis using post-contrast delayed magnetic resonance imaging scans.** *Cor Vasa* 2008;50(12):470–472.

The rapid development of magnetic resonance imaging (MRI) has had an impact also in cardiology and cardiac surgery. Use of delayed scans following contrast agent administration allows to detect myocardial scars, distinguish subendocardial from transmural injury and, also, to detect non-ischemic myocardial injury. While non-ischemic myocardial injury tends to be central and non-coalescent, ischemic myocardial injury is either subendocardial or transmural in nature, very often combining both types, whereby a transmural scar turns into a subendocardial lesion. The ischemic nature of injury respects vascular territories. Non-ischemic myocardial injury, as evidenced by delayed scans following contrast agent administration, is exemplified by myocarditis, right ventricular arrhythmogenic dysplasias, and various forms of cardiomyopathies.

Key words: Magnetic resonance imaging – Contrast agent – Myocardium

Adresa: prof. MUDr. Josef Vymazal, DrSc., Radiodiagnostické oddělení, Nemocnice Na Homolce, Roentgenova 2, 150 30 Praha 5, Česká republika, e-mail: Josef.Vymazal@homolka.cz

ÚVOD

Prudký rozmach magnetické rezonance (MR) v posledních desetiletích se nevyhnul ani kardiologickým oborům. MR se ukázala jako optimální metoda pro detekci řady onemocnění, zvláště pak pro diagnostiku nemoci myokardu. MR má vyšší rozlišovací schopnost, senzitivitu a specifitu než pozitronová emisní tomografie (PET)⁽¹⁾ a lepší tkáňový kontrast, především u myokardu ve srovnání s výpočetní tomografií (CT).⁽²⁾ MR není navíc zatížena potenciálně škodlivým ionizujícím zářením, neboť energie, která se používá při MR vyšetření, není schopna rozbít chemickou či biologickou vazbu; proto je MR s nejvyšší pravděpodobností metodou zdraví neškodnou.⁽³⁾ Navíc kontrastní látky používané při MR jsou podstatně méně nefrotoxické a vyvolávají mnohem méně alergických reakcí^(4,5) ve srovnání s jodovými kontrastními látkami, které se

používají při vyšetřování CT. Všechny tyto skutečnosti předurčují MR k širokému klinickému použití v kardiologii i kardiochirurgii.

Na tomto místě je však nutné připomenout, že rychlý technologický rozvoj CT v posledních letech rovněž významně ovlivňuje moderní algoritmy vyšetření srdce. V současné době lze říci, že CT se upřednostňuje, ve srovnání s MR, ve vyšetření koronárních tepen a obecné morfologii srdce a aorty.^(6,7) MR pak má stále vyšší tkáňový kontrast při vyšetření myokardu samotného. Např. při vyšetření plicních žil je v zásadě použití CT i MR rovnocenné.

MECHANISMUS VZNIKU POSTKONTRASTNÍHO ZVÝRAZNĚNÍ MYOKARDU

Tzv. odložené scany po aplikaci kontrastní látky jsou klíčovou částí MR protokolu vyšetření srdce. Průkaz

postkontrastního zvýraznění vychází ze skutečnosti, že ireverzibilně poškozené myokardiální buňky, popř. fibrózní tkáň jizvy, vychytávají molekuly extracelulární kontrastní látky – chelátu gadolinia.⁽⁸⁾ Přítomnost kontrastní látky pak umožní tzv. proton-elektron dipólovou interakci, která zkrátí relaxační čas protonu (T1) a výsledkem je vysoký signál na T1-vážených obrazech.⁽³⁾ Aby výsledné nasycení těchto tkání bylo co nejlépe prokazatelné, jinými slovy, aby kontrast (rozdíl intenzity signálu mezi dvěma tkáněmi) byl co možná nejvyšší, je k zobrazení použita speciální sekvence tzv. inverzního vyrovnání (inversion recovery, IR), která nuluje signál zdravého myokardu. Nulový signál zdravého myokardu je pak zobrazen ve škále šedi jako černý. Výsledkem je tedy vysoký (bílý) signál z poškozeného či fibrózně změněného myokardu oproti nulovému (černému) pozadí myokardu zdravého.

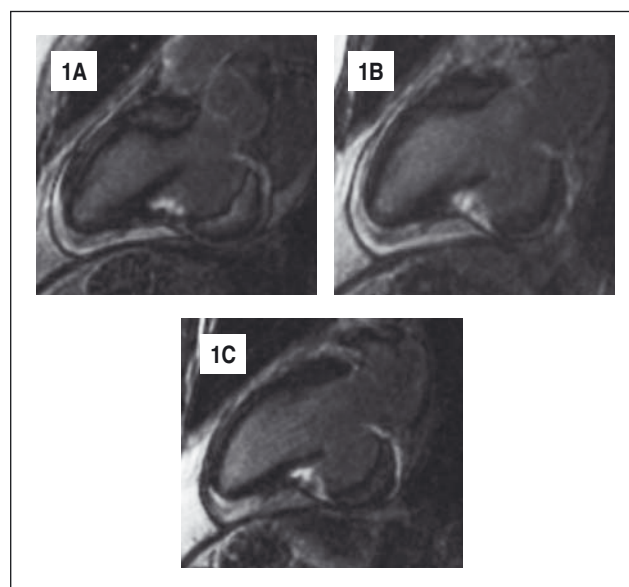
Obdobným způsobem jsou v MR používány jiné IR sekvence, s rozdílným tzv. inverzním časem, které jsou schopny nulovat signál tuku (tzv. STIR) nebo vodnaté tekutiny (tzv. FLAIR). Sekvence nulující signál zdravého myokardu akronym nemá.

Scany se nazývají odložené, protože mezi aplikací kontrastní látky nitrožilně a scanováním obvykle vyčkááme asi 10 minut i více. Často je třeba měnit tzv. inverzní čas (TI), abychom dosáhli optimálního potlačení signálu zdravého myokardu (obrázek 1).

CHARAKTER ISCHEMICKÉHO POSTIŽENÍ MYOKARDU

Ischemické postižení myokardu s morfologickými důsledky (ve smyslu nekrózy nebo následné fibrózy) lze detekovat pomocí odložených scanů po aplikaci kontrastní látky.

Pro ischemickou etiologii je typické subendokardiální postižení (obrázek 2), neboť endokardiální buňky



Obr. 1 T1-vážený IR odložený scan po aplikaci kontrastní látky

Na **obr. 1A** a **1B** není TI čas stanoven optimálně a myokard nevydává nulový (černý) signál.

Na **obr. 1C** je TI čas optimalizován a signál ze zdravého myokardu je nulován. Na bázi spodní stěny je patrné aneurysma s přisedlým trombem.



Obr. 2 T1-vážený IR odložený scan po aplikaci kontrastní látky s průkazem subendokardiální jizvy anteroseptálně:

obr. 2A v krátké ose srdeční

obr. 2B ve čtyřdutinovém pohledu

jsou nejdále od kmenů koronárních arterií, a jsou tudíž nejfragilnější. I transmurální jizva zasahuje při svých okrajích většinou subendokardiálně (obrázky 3 a 4).

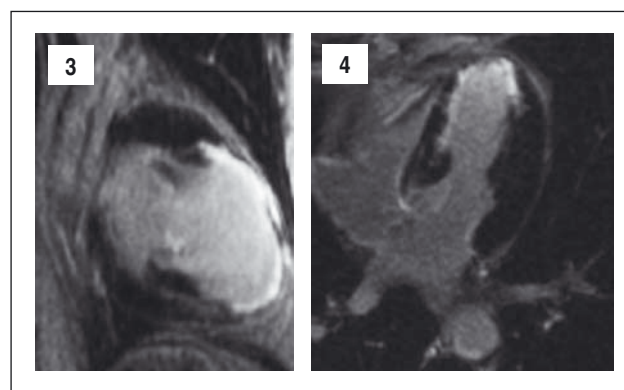
Vysoká rozlišovací schopnost MR spolu s dobrým tkáňovým kontrastem umožňuje tedy rozlišit infarkt subendokardiální od transmurálního. Stejným způsobem je pak pomocí MR velmi spolehlivá detekce srdečního aneurysmatu.

Dalším důležitým kritériem pro diagnostiku ischemického postižení myokardu je skutečnost, že postkontrastní zvýraznění se nachází v oblastech cévních teritorií koronárních tepen.

Výše popsané vyšetření rovněž velmi spolehlivě detekuje případný trombus, jako nesyťící se objekt nasedající na akinetickou, kontrastem vysycenou jizevnatou tkáň (obrázky 1 a 5).

CHARAKTER NEISCHEMICKÉHO POSTIŽENÍ MYOKARDU

Postkontrastní zvýraznění bývá pozorováno u řady onemocnění myokardu neischemické etiologie.⁽⁸⁻¹⁰⁾ Základním rysem, společným pro tuto nehomogenní



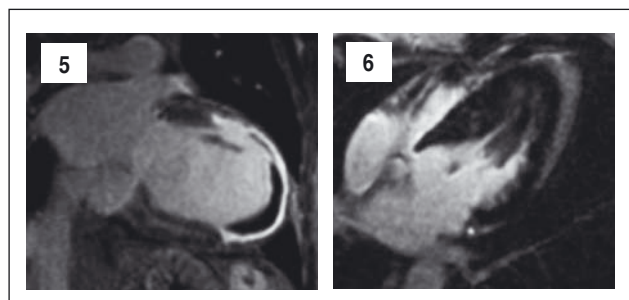
Obr. 3 T1-vážený IR odložený scan po aplikaci kontrastní látky v dvojduťinovém zobrazení s průkazem aneurysmatu hrotu, přecházejícím nejprve transmurálně, dále subendokardiálně na přední stěnu.

Obr. 4 T1-vážený IR odložený scan po aplikaci kontrastní látky. Aneurysma hrotu se subendokardiálním přechodem na septum, méně na laterální stěnu. Čtyřdutinový pohled.

skupinu onemocnění, je nepřítomnost subendokardiálního postižení. Postkontrastní zvýraznění vychází často z centra svaloviny, bývá přítomno v drobných okrcích a obvykle nemá transmurní charakter.

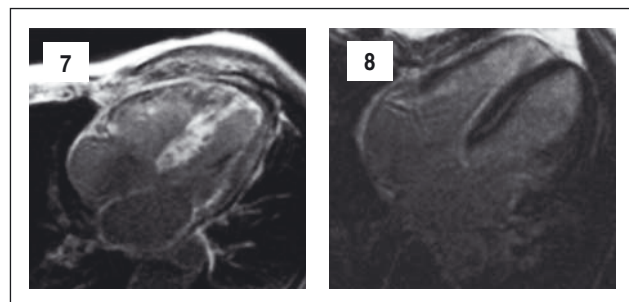
Příkladem takového postižení mohou být různé typy kardiomyopatií – například hypertrofická, restriktivní či dilatační (obrázek 6). Přínosný bývá rovněž MR obraz u srdeční amyloidózy (obrázek 7), případně arytmogenní dysplazie pravé komory (ARVD), kde je MR považováno za nejspolehlivější zobrazovací metodu detekce tohoto onemocnění. Nicméně negativní či sporný MR nález tuto diagnózu nevylučuje.

Charakteristický nález, typický pro neischemické postižení, bývá rovněž pozorován u myokarditid (obrázek 8).



Obr. 5 T1-vážený IR odložený scan po aplikaci kontrastní látky. Aneurysma hrotu s přechodem na přední stěnu a spolu přítomným trombem v akinetickém hrotu.

Obr. 6 T1-vážený IR odložený scan po aplikaci kontrastní látky. Drobné okrsky postkontrastního syčení v centru hypertrofického septa u pacienta s hypertrofickou kardiomyopatií.



Obr. 7 T1-vážený IR odložený scan po aplikaci kontrastní látky. Difuzní postižení myokardu s maximem v oblasti septa u pacienta s prokázanou amyloidózou.

Obr. 8 T1-vážený IR odložený scan po aplikaci kontrastní látky. Centrální syčení septa u pacienta s myokarditidou.

ZÁVĚR

Lze shrnout, že MR obraz odložených scanů po aplikaci kontrastní látky je charakteristický pro ischemické postižení přítomností subendokardiálního postižení nebo transmurního postižení v obvyklých cévních teritoriích. Na rozdíl od tohoto typu postižení existuje značně nehomogenní skupina nemocí s neischemickým postižením myokardu, pro které je charakteristické postižení spíše centrální části myokardu s méně splývajícím charakterem, nerespektujícím cévní teritoria.

Role MR v této diagnostice i diferenciální diagnostice je klíčová a neustále nabývá na významu.

LITERATURA

1. Kuhl HP, Beek AM, van der Weerd AP, et al. Myocardial viability in chronic ischemic heart disease: comparison of contrast-enhanced magnetic resonance imaging with (18)F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography. *J Am Coll Cardiol* 2003;41:1341–8.
2. Krombach GA, Niendorf T, Gunther RW, Mahnken AH. Characterization of myocardial viability using MR and CT imaging. *Eur Radiol* 2007;17:1433–44.
3. Atlas SW. *Magnetic Resonance Imaging of the Brain and Spine*. 3rd edition. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2001.
4. Bongartz G. Imaging in the time of NFD/NSF: do we have to change our routines concerning renal insufficiency? *Magma* 2007;20:57–62.
5. Bongartz G, Mayr M, Bilecen D. Magnetic resonance angiography (MRA) in renally impaired patients: when and how. *Eur J Radiol* 2008;66:213–9.
6. Kacmaz F, Ozbulbul NI, Alyan O, et al. Imaging of coronary artery anomalies: the role of multidetector computed tomography. *Coron Artery Dis* 2008;19:203–9.
7. Plumhans C, Muhlenbruch G, Rapae A, et al. Assessment of global right ventricular function on 64-MDCT compared with MRI. *AJR Am J Roentgenol* 2008;190:1358–61.
8. Lim RP, Srichai MB, Lee VS. Non-ischemic causes of delayed myocardial hyperenhancement on MRI. *AJR Am J Roentgenol* 2007;188:1675–81.
9. Gottlieb I, Macedo R, Bluemke DA, Lima JA. Magnetic resonance imaging in the evaluation of non-ischemic cardiomyopathies: current applications and future perspectives. *Heart Fail Rev* 2006;11:313–23.
10. Kim DH, Choi SI, Chang HJ, Choi DJ, Lim C, Park JH. Delayed hyperenhancement by contrast-enhanced magnetic resonance imaging: Clinical application for various cardiac diseases. *J Comput Assist Tomogr* 2006;30:226–32.

Došlo do redakce 17. 11. 2008

Přijato k otištění 25. 11. 2008