

VYUŽITÍ MR K ZOBRAZENÍ CÉV DOLNÍCH KONČETIN

Bakalářská práce

EVŽEN VALA

VYSOKÁ ŠKOLA ZDRAVOTNICKÁ, o.p.s. Praze 5

Vedoucí bakalářské práce: MUDR. Pavel Novák

Stupeň kvalifikace: bakalář

Datum předložení: 27.4.2012

Prostějov 2012

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „VYUŽITÍ MR K ZOBRAZENÍ CÉV DOLNÍCH KONČETIN“ vypracoval samostatně, veškeré zdroje informací ze kterých jsem čerpal jsem uvedl v seznamu použité literatury, který je nedílnou součástí této práce

Dále prohlašuji, že elektronická a tištěná verze této práce jsou totožné

Souhlasím s tím, aby má práce byla použita ke studijním účelům Vysoké školy zdravotnické se sídlem v Praze 5

V Prostějově: 23.4.2012

.....
(*Evžen Vala*)

PODĚKOVÁNÍ

Velice rád bych poděkoval svému vedoucímu této práce, MUDr. Pavlu Novákovi, za metodické vedení, cenné rady, podněty a pomoc při zpracování mé bakalářské práce.

Dále bych rád poděkoval **MUDr. Zdeňkovi Dokládaloovi a Ing. Miloši Rubešovi**, spolumajitelům firmy Medihope s.r.o., která vlastní magnetickou rezonanci v Prostějově za poskytnutí souhlasu se zpracováním informací a poskytnutí materiálů nezbytných k vyhotovení této práce.

Děkuji i **MUDr. Ing. Tomášovi Vitákovi, Ph.D.** za provedenou oponenturu bakalářské práce.

Mé poděkování patří i všem spolupracovníkům, kteří se podíleli na vzniku této práce.

ABSTRAKT

VALA, Evžen. *Využití magnetické rezonance k vyšetření cév dolních končetin*. Vysoká škola zdravotnická, o. p. s., stupeň kvalifikace: bakalář. Vedoucí práce: MUDR. Pavel Novák. Prostějov. 2012.

Tato bakalářská práce se zabývá využitím magnetické rezonance k vyšetření tepen dolních končetin. Teoretická část práce obsahuje všeobecnou anatomii tepen pánve a dolních končetin. Výčet onemocnění, kterých se tato problematika dotýká. Dále teorií magnetické rezonance, pulzní sekvence a kontrastní látky používané při vyšetření.

V praktické části jsem se zaměřil na průběh vyšetření MR angiografie DKK, od přípravy pacienta až po post-processing a srovnání výsledků MRA se zlatým standardem DSA u hemodynamicky významných stenóz.

Srovnal jsem nálezy MRA s nálezy DSA a vyčíslil počet MRA nálezů falešně negativních (podhodnocení stenózy), MRA nálezů falešně pozitivních (nadhodnocení stenózy) a počet MRA nálezů shodných s DSA

ABSTRACT

VALA Evžen. *The Use of Magnetic Resonance for the Investigation of Vessels of Lower Extremity*. Vysoká škola zdravotnická, o. p. s., qualification level: Bachelor, Thesis leader: MUDR. Pavel Novák. Prostějov. 2012.

This thesis deals with the use of magnetic resonance for the investigation of vessels of lower extremity. The theoretical part contains general anatomy of pelvic and lower extremity vessels, an enumeration of diseases, which affect vessels of this area, then the theory of magnetic resonance, pulse sequences and contrast agents used in the investigation. In the practical part I focus on the procedure of the MR angiographic investigation of lower extremity, from the preparation of the patient up to the postprocessing and the correlation of the MRA results with the golden standard of DSA in hemodynamically significant stenoses.

I compared the MRA results with the DSA results and enumerated the number of MRA falsely negative results (underestimated stenoses), the number of MRA falsely positive results (overestimated stenoses) and number of MRA findings which were in accordance with DSA.

ÚVOD

V důsledku celosvětového vzestupu civilizačních chorob dochází také ke vzestupu onemocnění srdce a cév. Rizikovými faktory jsou především kouření, nedostatek fyzické aktivity, obezita, hypertenze, diabetes a hyperlipoproteinémie. Pacienti s onemocněním tepen dolních končetin se na lékaře nejčastěji obrací pro bolesti nohou nebo z důvodu nehojících se defektů především prstů dolních končetin.

V posledním desetiletí došlo k velkému posunu vyšetřovacích metod cévního systému kupředu. V důsledku tohoto pokroku zaujímají stále větší úlohu neinvazivní zobrazovací metody. Obecným pravidlem při vyšetřování nemocných je postup od metod neinvazivních k metodám invazivním. Při výběru diagnostické metody je brán zřetel také na radiační ochranu pacientů v souvislosti s aplikací ionizujícího záření nebo riziko vzniku alergické reakce při aplikaci kontrastní látky. První indikovanou metodou bývá nejčastěji dopplerovská ultrasonografie, která se také uplatňuje při kontrole bypassů po intervenčních zákrocích. Při pozitivním nálezu na některé z tepen je nemocný odeslán na vyšetření MRA dolních končetin, jenž je metodou neinvazivní. Její největšími nevýhodami jsou riziko vzniku alergické reakce na kontrastní látku a případné riziko onemocnění systémovou nefrogenní fibrózou. Alternativou je CT AG dolních končetin, jejímiž hlavními nevýhodami jsou možnost vzniku alergické reakce na kontrastní látku, ale především aplikace ionizujícího záření. Výběr metody však také často závisí na její dostupnosti, ceně a diagnostické výtěžnosti.

CÍL PRÁCE

Cílem této práce je seznámení s postupem vyšetření tepen dolních končetin s využitím magnetické rezonance a zjistit diagnostickou shodu MRA s DSA u hemodynamicky významných stenóz. Srovnat nálezy z MRA s nálezy DSA. Vyčíslit počet MRA nálezů falešně negativních (pod hodnocení stenózy), MRA nálezů falešně pozitivních (nadhodnocení stenózy) a počet MRA nálezů shodných s DSA

Tato práce vznikla na MR pracovišti firmy Medihope s.r.o., které je umístěno v areálu nemocnice v Prostějově. Zde je instalováno MR zařízení General Electric, Signa HDxt 1,5 T.

OBSAH

Úvod	5
Cíl práce.....	6
Teoretická část	12
1 Anatomie.....	12
1.1 Stavba cév	12
1.2 Obecná anatomie.....	12
2 Onemocnění tepen dolních končetin.....	14
2.1 Ischemické změny.....	14
2.2 Zánětlivé změny.....	14
2.3 Aneurzmata.....	15
2.4 Tumory.....	16
2.5 Ostatní.....	16
3 MR Angiografie.....	18
3.1 Pricíp magnetické rezonance.....	18
3.2 Kontrastní látky.....	19
3.3 Systémová nefrogenní fibróza (SNF).....	19
Praktická část.....	21
4 Vyšetření MR AG DK.....	21
4.1 Příprava pacienta.....	21
4.2 Kontraindikace.....	21
4.3 Průběh vyšetření.....	22
4.4 Protokol MRA.....	23
4.5 Post processing.....	30
Empirická část.....	31
5 Cíl práce.....	31
6 Metodika.....	31
7 Diskuze.....	34
7.1 Výhody a nevýhody MRA a DSA.....	34
7.2 Studie ve světě zabývající se srovnáním diagnostické DSA a MRA.....	34
7.3 Studie v ČR zabývající se srovnáním diagnostické DSA a MRA.....	35
Závěr.....	36
Přílohy.....	37 - 49

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. BURGNER F. A., MEYERS S. P., Tan R. K., ZAUNBAUER W. Differential Diagnosis in Magnetic Resonance Imaging. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, ISBN 3-13-108121-X
2. ČIHÁK R., Anatomie 3, 1. vydání, Praha: Grada, 1997. ISBN 80-7169-140-2.
3. GOYEN M. MR Angiography with Blood Pool Agents. Altenburg, 2006. 228 s.
4. HEŘMAN M. BUČIL J. Kontraindikace MR vyšetření. Česka radiologie. Praha: 2002, vol. 56, no. 6, s. 339 - 343. ISSN 1210-7883
5. HIGGINS Ch. B., DE ROOS A.. Cardiovascular MRI and MRA. 1. vydání. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2003. 496 s. ISBN 0-7817-3482-7
6. KLENER P. a kol., Vnitřní lékařství - díl II, 2. vydání, Praha: Karolinum, 1998. ISBN 80-7184-607-4.
7. KRAJINA A., Angiografie, 1. vydání, Hradec Králové: Nucleus, 1999. ISBN 80-901753-6-8.
8. KRAJINA A., PEREGIN J. H. a kol.. Intervenční radiologie - Miniinvazivní terapie vydání. Hradec Kralove: Olga Čermakova, 2005. 836 s. ISBN 80-86703-08-8
9. MANNING W. J., PENNELL D. J.. Cardiovascular Magnetic Resonance. Philadelphia: Churchill Livingstone, 2002. 742 s. ISBN 0-443-07519-0
10. MEANEY J. F. M., RIDGWAY J. P., Chakraverty S. et al.. Stepping-Table Gadolinium- enhanced Digital Subtraction MR Angiography of the Aorta and Lower Extremity Arteries: Preliminary Experience. <http://radiology.rsnaajnl.org/cgi/content/full/211/1/59> 28. unor 2008
11. NAGEL E., Van ROSSUM A. C., FLECK E. Cardiovascular Magnetic Resonance. 1. vydání. Darmstadt: Steinkopff Verlag, 2004. 302 s. ISBN 3-7985-1402-X Parallel imaging. <http://www.e-mri.org/parallel-maging/introduction.html>
12. NEKULA, Josef; CHMELOVÁ, Jana. 2009. *Základy zobrazování magnetickou rezonancí*. Brno : Tribun EU, s. r. o., 2009. ISBN: 978-80-7368-335-1

13. NEKULA J., VOMÁČKA J. a kol., Radiologie, 2. vydání, Olomouc: Univerzita Palackého, 2003. ISBN 80-244-0672-1.
14. NĚMCOVÁ, Jitka.; MAURITZOVÁ, Ilona. 2009. *Skripta k tvorbě bakalářských a magisterských prací*. Plzeň : Maurea, 2009. ISBN 978-80-902876-0-0.
15. PEREGIN J. H., TINTĚRA J., FENDRYCH P. MR angiografie ledvinných tepen: srovnání s intraarteriální DSA.
<http://www.clsjep.cz/ukazclanek2.asp?clanek=14704&cislo=905> 29. unor 2008
16. PŘEROVSKÝ I., Vnitřní lékařství - díl II.b, Angiologie, 1.vydání, Praha: Galén, 1999. ISBN 80-85824-99-5.
17. Slanina M., Žižka J., Klzo L. a kol.. Kontrastní MR angiografie s použitím paralelních akvizčních technik v diagnostice stenózy renální tepny
18. VÁLEK, Vlastimil; ŽIŽKA, Jan. 1996. *Moderní diagnostické metody III díl – magnetická rezonance*, Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 1996. ISBN: 80-7013-225-6
19. VOKURKA, Martin; HUGO, Jan, et al. 2004. *Velký lékařský slovník, 4. vydání*. Praha: Maxdorf, 2004. ISBN: 80-7345-037-2.

SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ TABULEK A PŘÍLOH

<i>Obr. 1: Vznik příčné magnetizace</i>	18
<i>Obr. 2: Uložení pacienta do PV cívk</i>	22
<i>Obr. 3: Lokalizér břicho Cor</i>	23
<i>Obr.4: Lokalizér břicho Sag</i>	23
<i>Obr. 5: Lokalizér břicho Ax</i>	23
<i>Obr. 6: Lokalizér stehna Cor</i>	23
<i>Obr.7: Lokalizér stehna Sag</i>	23
<i>Obr. 8: Lokalizér stehna Ax</i>	23
<i>Obr. 9: Lokalizér bérce Cor</i>	24
<i>Obr.10: Lokalizér bérce Sag</i>	24
<i>Obr. 11: Lokalizér bérce Ax</i>	24
<i>Obr. 12: Plánování Cor 3D TRICKS</i>	24
<i>Obr. 13: COR 3D TRICKS + KL</i>	24
<i>Obr. 14: Plánování 3D TOF</i>	25
<i>Obr. 15: Cor 3D TOF</i>	25
<i>Obr. 16: Plánování 3D TOF</i>	25
<i>Obr. 17: Cor 3D TOF</i>	25
<i>Obr. 18: Plánování 3D TOF</i>	25
<i>Obr. 19: 3D TOF</i>	25
<i>Obr. 20:Plánování M3D TOF</i>	26
<i>Obr. 21: M3D TOF Maska</i>	26
<i>Obr. 22: Plánování M3D TOF pomocí fluoro skopie</i>	26
<i>Obr. 23: Plánování M3D TOF pomocí fluoro skopie</i>	26
<i>Obr. 24: Plánování M3D TOF pomocí fluoro skopie</i>	27
<i>Obr. 25: Plánování M3D TOF pomocí fluoro skopie</i>	27
<i>Obr.26: Plánování M3D TOF</i>	27
<i>Obr. 27: M3D TOF Maska</i>	27
<i>Obr. 28: M3D TOF + KL</i>	27
<i>Obr. 29: Plánování M3D TOF</i>	28
<i>Obr. 30: M3D TOF Maska</i>	28
<i>Obr. 31: M3D TOF + KL břicho</i>	28
<i>Obr. 32: M3D TOF + KL stehna</i>	29
<i>Obr. 33: M3D TOF + KL bérce</i>	29
<i>Obr.34: TRICKS Post processing</i>	30
<i>Tab. č. 1: soubor vyšetřených pacientů a úspěšnost v diagnóze</i>	32
<i>Graf č.1: úspěšnost v diagnostice rozdělená dle pohlaví</i>	33
<i>Graf č.1: úspěšnost v diagnostice rozdělená dle pohlaví</i>	33
<i>Příloha I. – anatomie pánevních tepen</i>	37
<i>Příloha II. – anatomie tepen dolních končetin</i>	38
<i>Příloha III. - Poučení a souhlas s vyšetřením magnetickou rezonancí</i>	39
<i>Příloha IV. - Protokol o podání kontrastní látky</i>	40
<i>Příloha V. - Stříkačka MEDRAD Protokol TRICKS (vyšetření bérců</i>	41
<i>Příloha VI. - Stříkačka MEDRAD Protokol končetiny po TRICKS (vyšetření Aorty, pánve a stehen)</i>	41
<i>Příloha VII: - Abdominální aorta a tepny pánevní</i>	42
<i>Příloha VIII. - Abdominální aorta a tepny pánevní (post-procesing, bočný pohled)</i>	43
<i>Příloha IX. – Stenóza a.iliaca</i>	44
<i>Příloha X. - Femorální tepny</i>	45
<i>Příloha XI. – Stenóza a. femoralis communis</i>	46.
<i>Příloha XII. - Bércové tepny (TRICKS)</i>	47
<i>Příloha XIII. – Stenóza a. tibialis posteriori</i>	48
<i>Příloha XIV. - Bércové tepny (TRICKS, post-procesing bočný pohled)</i>	49

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

3D	trojdimenzní sběr dat
a.	arteria
aa.	arteriae
Ax	axiálně
CE-MRA	kontrastní MRA (Contrast-Enhanced Magnetic Resonance Angiography)
CMP	cévní mozková příhoda
CNS	centrální nervový systém
Cor	coronárně
CPA	cyklofosfamid
CT	počítačová tomografie, výpočetní t. (computer tomography)
CTAG	angiografie pomocí CT
CW	kontinuální dopplerovské vyšetření (continuous wave)
DM	diabetes mellitus
DSA	digitální substrakční angiografie
GIT	gastrointestinální trakt
HRCT	high resolution CT, CT s vysokým rozlišením
ICHS	ischemická choroba srdeční
k.l.	kontrastní látka
KL	kontrastní látka
m.	musculus
MDCT	multidetektorová výpočetní tomografie
MPR	multiplanární rekonstrukce
MR	magnetická rezonance
MR (MRI)	magnetická rezonance (magnetic resonance imaging)
MRA DK	MRA tepen dolních končetin
MRA	angiografie magnetickou rezonancí
MRI	zobrazení magnetickou rezonancí (Magnetic Resonance Imaging)
MST	<i>multi-stacks</i> , MR sekvence s různými rovinami řezu
MT	magnetizační transfer, MR sekvence
PC	fázový kontrast (Phase Contrast)
PTA	perkutánní transluminální angioplastika
PV	perivaskulární
PW	pulzní dopplerovské vyšetření (pulsed wave)
RA	asistent radiologicky asistent
ROI	<i>Region of Interest</i> , plocha zájmu
Sag	sagitálně
T1W	<i>T1 Weighted image</i>
T2W	<i>T2 Weighted image</i>
TOF	Time of Flight
USG	ultrasonografie

TEORETICKÁ ČÁST

1 ANATOMIE

1.1 Stavba cév

Cévní stěny odpovídají svou strukturou funkčním nárokům jednotlivých úseků cévního řečiště; patří sem tepny (arteriae), které se postupně větví na menší arterioly (arteriolae); ty přecházejí ve vlasečnice (vasa capillaria); ty poté pokračují do nejtenčích žil (venulae) a ty se sbírají v žíly (venae). Tepny (arteriae) mají pevné a pružné stěny, přizpůsobené na nárazy krve vypuzované ze srdce. Jako kolaterály označujeme tepenné větve podél hlavní tepny, které se v jejím směru napojují na tepny další. Těmito kolaterály se při uzávěru hlavní tepny uskutečňuje tzv. kolaterální průtok. Ten udržuje alespoň minimální nutné zásobení krví při chorobném postižení hlavní cévy. Stěnu každé tepny tvoří tři vrstvy; jsou to vnitřní tunica intima, střední tunica media a vnější tunica externa (adventitia). Stěny tepen jsou relativně silné, proto pro ně nestačí přívod kyslíku a živin z protékající krve. Výživu a kyslík přivádějí slabé tepénky a odvádějí tenké žilky, souborně nazývané vasa vasorum. Pocházejí buď přímo z tepny kterou zásobují nebo z nejbližší sousední tepny.

1.2 Obecná anatomie

Pars abdominalis aortae (aorta abdominalis, břišní aorta); sahá od hilus aorticus (od Th12) po obratel L4, kde se větví v bifurkaci na dvě aa. iliaca communes. Větve břišní aorty dělíme na *párové větve parietální* (a. phrenica inferior, aa. lumbales), *párové větve viscerální* (a. suprarenalis media, a. renalis, a. testicularis/ a. ovarica) a *nepárové větve viscerální* (truncus coeliacus, a. mesenterica superior, a. mesenterica inferior). Břišní aorta zásobuje bránici, svalstvo a kůži stěny břišní a bederní krajiny, bederní páteř, páteřní kanál, míšní obaly a míchu, nadledviny, ledviny, varlata s nadvarlaty nebo ovaria a všechny nepárové orgány v dutině břišní.

Aa. iliaca communes vychází z bifurcatio aortae břišní aorty. Vysílají drobné větve do m. psoas, k mízním uzlinám a k ureteru. Obě se po 5-7 cm, v místě křížokyčelního skloubení, dělí na a. iliaca interna (do malé pánve) a a. iliaca externa, která pokračuje dál a vstupuje do lacuna vasorum.

A. iliaca interna sestupuje před křížokyčelním skloubením do malé pánve, kde se větví na *parietální větve* (a. iliolumbalis, aa. sacrales laterales, a. glutea superior a inferior, a. obturatoria) a *viscerální větve* (a. umbilicalis, a. vesicalis inferior, a. ductus deferentis/ a. uterina, a. rectalis media, a. pudenda

interna). Zásobuje stěnu malé pánve, gluteální krajinu, adduktory stehna, dno pánevní, hráz a část zevních pohlavních orgánů a všechny orgány v malé pánvi.

A. iliaca externa probíhá do lacuna vasorum, odkud pokračuje jako a. femoralis communis. Vydává větve; a. epigastria inferior, r. pubicus, r. obturatorius, a. circumflexa ilium profunda. Zásobuje části svalů stěny břišní, část stěny velké pánve, u mužů část obalů varlete, u ženy ligamentum teres uteri.

A. femoralis communis prochází od lacuna vasorum a v úrovni dolního okraje femuru se větví na *a. profunda femoris* a *a. femoralis superficialis*. Vydává větve; a. epigastrica superficialis, a. circumflexa ilium superficialis, aa. pudendae externae, a. genus descendens. A. femoralis superficialis pokračuje dále až do „Hunterova kanálu“ (canalis adductoris), odkud pokračuje jako a. poplitea. A. femoralis communis zásobuje kůži přední dolní části břicha, přední úseky skrota nebo stydkých pysků, všechny útvary stehna a kolenní kloub. (1)

A. poplitea je pokračováním a. femoralis communis. Jde podkolenní jámou až po distální okraj m. popliteus. Je uložena hluboko při pouzdru kolenního kloubu. A. poplitea zásobuje svaly popliteální jámy a jejího okolí a kolenní kloub. Končí rozdělením na a. tibialis anterior a a. tibialis posterior a a. fibularis.

A. tibialis anterior odbočuje dopředu mezi tibií a fibulou, poté jde dopředu až na hřbet nohy, kde přechází v a. dorsalis pedis. Vyživuje kolenní kloub, přední stranu bérce, hřbet nohy a prstů, podílí se na zásobení plosky nohy.

A. tibialis posterior sestupuje hluboko po svalech zadní strany bérce za vnitřní kotník. Na bérce se dělí na a. plantaris medialis a a. plantaris lateralis. Zásobuje dorzální a laterální část bérce a plosku nohy.

A. fibularis (perinea) sestupuje mezi fibulou a dlouhou hlavou ohýbače palce až nad zevní kotník. Vyživuje zevní kotník a zevní stranu patní kosti, kde vytváří cévní síť.

2 ONEMOCNĚNÍ TEPEN DOLNÍCH KONČETIN

2.1 Ischemické změny

2.1.1 Ischemická choroba dolních končetin (ICHDK)

Ischemická choroba dolních končetin bývá nejčastěji způsobena aterosklerózou. Příčinou ischemie je nepoměr mezi nároky tkání na kyslík a jeho přívodem cévami. Při svalové práci se spotřeba kyslíku několikanásobně zvýší, ale nemocné cévy ji nedokážou pokrýt. Toto onemocnění se často kombinuje s ICHS nebo s postižením mozkových tepen. U diabetiků má ICHDK mnohem závažnější průběh. Je to tzv. diabetická noha. Příčinou je komplex ischemických a neuropatických změn a poruchy mikrocirkulace. U těchto lidí je vyšší riziko (pravděpodobnost) vzniku drobných otlaků a oděrek (trofických změn) nejčastěji na prstech dolních končetin. Následně snadno vznikají nekrosy, jejich infekcí gangrény až nesnesitelná bolest a hrozící sepse, kdy je nutná amputace (asi 1% nemocných). (1)(3)

2.1.2 Akutní ischemie dolních končetin

Akutní ischemie vzniká na podkladě embolie (70-80%) nebo akutní trombózy (20-30%). Z toho 80-90% vmetků má původ v levém srdci (fibrilace síní, chlopní vady, bakteriální endokarditidy, srdeční aneurysma, stav po náhradě srdečních chlopní) a jen 10% ve větších tepnách, nejčastěji aortě (aneurysmata, plovoucí tromby, paradoxní embolie). Akutní uzávěr je z 85-95% ateroskleróza. Přednostně utkví na tepenných větveních (bifurkacích, trifurkacích). Nejčastěji na a. femoralis communis, poté pánevní a podkolenní tepny a bifurkace aorty.

2.2 Zánětlivé změny

2.2.1 Trombangitis obliterans

Je to zánětlivé onemocnění tepen bérce nebo předloktí. Zároveň jsou postiženy doprovodné žíly a nervy. Postižení žil se projevuje povrchovou migrující flebitidou. Ve srovnání s aterosklerózou je prognóza horší. Až u 30% nemocných dojde k amputaci končetiny do 10 let. Postižení jsou hlavně muži od 20 do 40 let.

2.2.2 Mikrobiální aortitida

„Primární zánět původně normální stěny aorty se vyvine v nepravé aneurysma (pseudoaneurysma) s defektní stěnou. Za pseudoaneurysma označujeme pulzující hematoma, který nemá cévní stěnu nebo je jeho stěna tvořena jen částí vrstev tepenné stěny. Zdrojem infekce je bakteriální endokarditida. Nejčastěji je postižena břišní aorta.“⁽¹⁾ Ruptura pseudoaneurysmatu je častější u infekce gramnegativními bakteriemi (přežívání je 20%), než u grampozitivních bakterií (přežívání je 70%). (1)

2.3 Aneurysmata

2.3.1 Aneurysma břišní aorty

Za aneurysma označujeme změnu, kdy se průměr lumina tepny zvětší v izolovaném úseku nad 50% normálního rozměru. „Stěnu pravého aneurysmatu tvoří všechny ztenčené vrstvy tepenné stěny.“⁽¹⁾ Aneurysmata břišní aorty jsou v 75% aneurysmata pravá vznikající na podkladě aterosklerózy. Asi 25% aneurysmat má jiný původ a jsou náchylnější k rupturám (prasknutí). Riziko ruptury stoupá s průměrem aneurysmatu. Pokud je široké 4 cm, je pravděpodobnost ruptury 7 až 10% do 5 let, při 7 cm je to 28 až 40%. Operace se doporučuje od šíře 5 cm. Při urgentních operacích umírá 30 až 63% nemocných, dostane se k nim však jen třetina, ostatní umírají dříve.

2.3.2 Zánětlivé aneurysma (inflamatorní)

Jedná se o aterosklerotické pravé aneurysma břišní aorty se zánětlivou reakcí. Projevuje se chronickou bolestí břicha a u čtvrtiny nemocných dochází také k zúžení močovodu. Na CT nálezů můžeme vidět charakteristické ztlustění stěny aorty. Léčba i operační postup je poněkud odlišný od klasického aneurysmatu břišní aorty.

2.3.3 Infikované aneurysma

Je to bakteriemi infikované pravé aterosklerotické aneurysma. K infekci dochází hematogenní cestou. (1)

2.3.4 Aneuryzma popliteární arterie

Aneuryzma podkolenní tepny bývá zčásti vyplněno tromby. Nejlépe se diagnostikuje na USG. Angiografii indikujeme hlavně k zobrazení bércevého řečiště. Ruptura je vzácná. Nebezpečné jsou tzv. nástěnné tromby, které se mohou uvolnit a embolizovat cévy bérce nebo se může dojít k rozšíření trombózy až k uzávěru a. poplitea. Symptomatické popliteární aneuryzmata se objevují v 18 až 30%. U asymptomatických aneuryzmat následuje chirurgická resekce a bypass. Nejvíce však, asi 50%, bývá oboustranných aneuryzmat a. poplitea, často sdružená s aneuryzmatem břišní aorty.

2.4 Tumory

2.4.1 Cévní nádory

Cévní nádory dělíme na *nádory vycházející z velkých cév*, *nádory vycházející z malých cév* a *nádory vytvářející cévy*. Nádory větších tepen vycházejí přímo ze stěny tepny a jsou poměrně vzácné. Patří sem leiomyosarkomy. Převážně postihují a. pulmonalis, aortu, viscerální, ilické či stehenní tepny. Nádory malých cév mohou vznikat kdekoli v organismu. Projevují se funkčními poruchami, typickými pro daný orgán nebo útlakem struktur. Jsou to nejčastěji haemangiosarkom, hemangioendoteliom nebo Kaposiho sarkom. U nádorů vytvářející cévy nejde o tvorbu skutečných cév, ale jednoduchých kapilár. Skládají se z endotelu, bez hladké svaloviny a kolagenu. Je to především glomangiom. K diagnostice používáme USG, MR, CT a angiografii.

2.4.2 Cévní malformace

Za cévní malformace můžeme označit dysplastické cévy bez endoteliální malformace. Dělíme je podle převažující cévní složky na kapilární, venózní, lymfatické a smíšené (arteriovenózní malformace). Nejčastěji je diagnostikujeme pomocí USG a MR.

2.5 Ostatní

2.5.1 Cystická degenerace adventicie popliteární tepny

Onemocnění způsobuje cysta vyplněná tekutinou, nachází se ve střední třetině podkolenní tepny. Příznakem je stenóza a lýtkové klaudikace. Nejčastěji diagnostikujeme pomocí USG, MR a CT. Často dochází k recidivám.

2.5.2 Syndrom uskřínutí podkolení tepny

Jedná se o tzv. „entrapment syndrome“. Je způsobený anomálií uložení a. poplitea, jenž je při natažení nohy chronicky stlačována hlavami m. gastrocnemius. To vede k fibróznímu ztluštění stěny tepny a k následnému vzniku klaudikační bolesti v lýtku. Vyskytuje se především u mladých jinak zdravých lidí.

2.5.3 Poranění

Poranění neboli traumata mohou být způsobena přímo nebo nepřímo. Častěji jsou postiženy dolní končetiny, především a. femoralis, a. iliaca communis, a. iliaca externa, a. poplitea. Decelerační traumata jsou poranění způsobená náhlou změnou rychlosti těla s posunem vnitřních orgánů. Typicky jsou to autonehody, úrazy ve výtahu a pád z výšky. (2)

2.5.4 Cévní arteriální rekonstrukce

Bypass je chirurgicky vytvořené přemostění uzavřených tepen. K přemostění užíváme autologní žíly nebo bypassy umělé. Selhání bypassů můžeme rozdělit na časné, kdy dochází k selhání do 30 dnů nejčastěji z důvodu technické chyby a pozdní, ke kterým dochází v průběhu 2 let. K těmto pozdním selhání dojde nejčastěji z důvodu tzv. zalomení (nejčastěji v podkolenní jamce v důsledku setrvání dlouhé doby v kleče nebo v důsledku intimální hyperplazie), redukci distálního řečiště (v důsledku progredující aterosklerózy, kdy může dojít i k trombóze bypassu), infekci bypassu (především umělých), pseudoaneuryzmatu v místě anastomózy (které mohou prasknout nebo být zdrojem embolů) nebo z důvodu aortoenterické píštěle, jenž vzniká při umělém aortobifemorálním bypassu.

3 MR angiografie

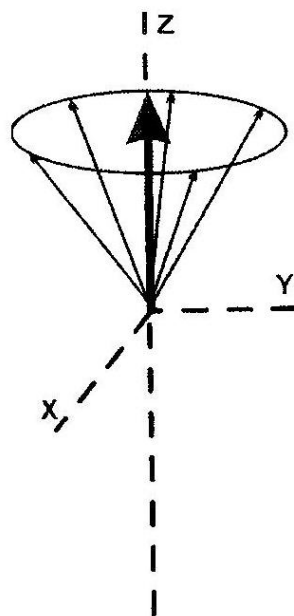
3.1 Princip magnetické rezonance

Zobrazování magnetickou rezonancí je založeno na principu zjišťování změn magnetických momentů jader prvků s lichým protonovým číslem uložených v silném magnetickém poli.

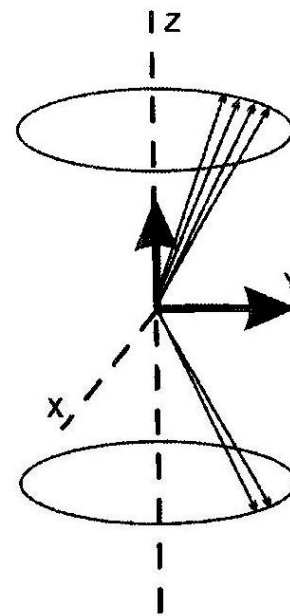
Protony jsou kladně nabitě částice, které neustále rotují kolem své osy. Tento pohyb se nazývá spin. Nejdůležitějším zástupcem je vodík. Má jen jeden proton a je obsažen v 2/3 lidské tkáně, proto se snadno měří.

Intenzita zevního magnetického pole (B_0) se pohybuje v rozmezí 0,5-3 T (Tesla). Umístíme-li protony do silného statického magnetického pole (B_0), uspořádají se rovnoběžně se siločarami tohoto magnetického pole. Jedna část paralelně, druhá antiparalelně (otočena o 180°). Paralelně uspořádané protony tvoří o minimum větší část než antiparalelní a tento rozdíl můžeme změřit. Protony rotují kolem své osy. Po vložení do silného magnetického pole začnou navíc vykonávat precesi - rotační pohyb po obvodu pláště pomyslného kužele. Vzniká vektor podélné magnetizace. Tuto závislost vyjadřuje tzv. Larmorova rovnice $\omega = \gamma \cdot B_0$ (ω ...rychlost otáčení, γ ...gyromagnetická konstanta pro $H=42,577$ MHz/T, B_0 ...síla magnetického pole). Frekvence rotujících protonů je přímo úměrná hodnotě magnetického pole.

Obr. 1: Vznik příčné magnetizace



Obr. 2a



Obr. 2b

Obr. 2a – vektor podélné magnetizace (silná šipka). Obr. 2b – precese – útlum vertikální magnetizace, vznik transverzální magnetizace (šipka Y) a precesní kruhové pohyby vektoru Y

Vektor podélné magnetizace nelze změřit, protože je překryt daleko větším vektorem statického magnetického pole. Je třeba změnit jeho směr. To se stane, když

dodáme do tkáně energii v podobě radiofrekvenčního pulzu na stejné Larmorově frekvenci. Dochází tak k excitaci protonů. Navíc protony provádějí precesi ve stejné fázi. Vektor podélné magnetizace se postupně utlumuje a zároveň vzniká (vzrůstá) vektor příčné magnetizace. Přestane-li radiofrekvenční impuls působit, excitovaný proton se vrací vlivem vnějšího statického magnetického pole do původního stavu - dochází k relaxaci. Měříme dva typy relaxace - čas T1 a T2. Čas T1 je doba, za kterou podélná magnetizace dosáhne 63% původní velikosti. Čas T2 je doba, za kterou příčná magnetizace klesne na 37% původní hodnoty. Po uplynutí této doby je možné aplikovat další radiofrekvenční impuls. Série impulsů se nazývá sekvence. Relaxační časy T1 a T2 jsou na sobě závislé. V různých tkáních se liší. Obecně platí, že tkáně s vysokým obsahem vody mají dlouhé T1 a T2 časy, naopak v tukové tkáni jsou časy krátké.

3.2 Kontrastní látky

Počátkem osmdesátých let minulého století došlo k uvedení MR do rutinní klinické praxe. V roce 1988 byla uvedena na trh první MR kontrastní látka a vývoj od té doby pokračuje velmi rychlým tempem. Přes pokusy s jinými lanthanoidy s vysokým magnetickým momentem, například dysprosiem, bylo nejlepších výsledků dosaženo se vzácným kovem gadolinium. Gadolinium je samo o sobě výrazně toxické, proto bylo potřeba je upoutat v chelátu, který sice snížil jeho relaxivitu, avšak za předpokladu stability chelátu eliminuje jeho toxicitu. Právě stabilita chelátu se ukázala jako klíčový moment v možné toxicitě MR kontrastních látek. V České republice a Evropské Unii jsou v současné době používány gadoliniové kontrastní látky (GdKL) od několika výrobců lišící se typem použitého chelátu a dalšími chemickými vlastnostmi.

Shrnutí GdKL neionické lineární cheláty gadodiamide a gadoversatamide jsou nejméně stabilní. Pravděpodobnost, že u pacienta s poruchou renálních funkcí a tudíž prodlouženou eliminační dobou GdKL se uvolní gadolinium z chelátu, je u nich vyšší. Toto je pravděpodobně klíčový moment možné toxicity GdKL. Dle posledních zpráv se množí informace o možné toxicitě i stabilnějších kontrastních látek gadopentate u pacientů se sníženými renálními funkcemi. Doba eliminace GdKL u pacienta bez poruchy renálních funkcí je okolo 90 minut. Ta u osob se sníženou funkcí ledvin může být prodloužena až na 30 hodin. Další důležitou skutečností je množství volného chelátu tzv. excess chelate u jednotlivých kontrastních látek. Toto množství nepřímo úměrně souvisí se stabilitou chelátu: čím je chelát méně stabilní, tím výrobce dodává vyšší množství volného chelátu, aby eliminoval potencionálně uvolněné gadolinium. Nejvyšší množství volného chelátu je u gadodiamidu a gadoversatemidu, u gadobenatu a gadoteratu je nulové.

3.3 Systémová nefrogenní fibróza (SNF)

SNF jako samostatné onemocnění bylo poprvé popsáno v roce 1997 u pacientů s významným stupněm renálního selhání rozličné etiologie. U těchto pacientů bylo před vznikem onemocnění provedeno MR vyšetření tepen dolních končetin a bylo jim podáno vyšší množství kontrastní látky.

Nemoc připomíná na prvý pohled sklerodermii, dochází k fibrotickému zhrubnutí kůže na končetinách a trupu, vedoucí až k flekčním kontrakturám. Může dojít k postižení dalších orgánů – ledvin, srdce, jater a plic. Onemocnění bývá invalidizující, může být i letální. Souvislost podání GdKL s pozdějším rozvojem SNF byla velmi překvapující: u GdKL byla vždy zdůrazňována vysoká bezpečnost, minimální riziko alergické reakce a možnost podání (na rozdíl od jódových kontrastních látek) i u pacientů s poškozenými renálními funkcemi. V současné době bylo popsáno přibližně 300 případů SNF po aplikaci GdKL.

MR je v současné době nejprogresivnější zobrazovací technikou. Její indikace se rychle rozšiřují a vysoký tkáňový kontrast spojený s absencí ionizujícího záření činí tuto techniku ještě více atraktivní. Obdobně rychlý rozvoj nastává na poli MR kontrastních látek, které se využívají nejen pro standardní zobrazení, ale i pro neinvazivní MR angiografie s intravenózní aplikací, detekci jizev myokardu, diferenciální diagnostiku jaterních lézí, perfuzní vyšetření a v blízké budoucnosti lze očekávat klinické aplikace tkáňově specifických kontrastních látek na bázi chelátů gadolinia.

Aplikace chelátů gadolinia (MR kontrastní látky) je spojena s rizikem rozvoje potenciálně letální SNF zvláště u pacientů se závažnější poruchou funkce ledvin. Ve většině případů byla tato komplikace popsána po aplikaci kontrastní látky gadodiamide (Omniscan, GE Healthcare). Dále byla SNF spojena s aplikací gadoversatamide (Optimark, Tyco, USA) a množí se hlášení o spojení SNF s aplikací gadopentetate (Magnevist, Bayer Schering, Německo). Optimark se v ČR ani v EU rutinně neužívá.

U pacientů s neporušenými renálními funkcemi asi není větších důvodů k obavám, s výjimkou pacientů podstupujících transplantaci jater či s hepato-renálním syndromem. Kontrastní látka se u zdravého jedince vyloučí do dvou hodin. NSF nebyla u pacientů s neporušenými ledvinnými funkcemi zatím popsána.

U pacientů s porušenými renálními funkcemi platí stále skutečnost, že MR kontrastní látky jsou oproti jódovým látkám výrazně šetrnější a bezpečnější, nicméně nestabilní neionické cheláty (gadodiamide, gadoversetamide) nesmějí být u těchto pacientů aplikovány. Vzhledem k posledním poznatkům platí kontraindikace i pro gadopentate. Nicméně každou aplikaci MR kontrastní látky i charakteru stabilnějšího chelátu je třeba u pacienta s porušenými renálními funkcemi pečlivě zvážit a je nutné zvolit co nejnižší dávku. Závažný je fakt, že více než polovina pacientů, u kterých propukla NSF po podání GdKL, nebyla dialyzována. Navíc dialýza nebyla s to vzniku onemocnění zabránit.

U pacientů s hodnotami glomerulární filtrace pod 30 ml/min na 1,73 m² je výrobcem a doporučením Státního ústavu pro kontrolu léčiv (SUKL) gadodiamide (Omniscan) a gadopentate (Magnevist) kontraindikován. Kontraindikován výrobcem je rovněž u pacientů s akutním hepatorenálním syndromem a u nemocných s transplantovanými játry (19). Hodnota glomerulární filtrace 30 ml/min koreluje zhruba s hladinou sérového kreatininu 200 μmol/l.

Určitým problémem může být skutečnost, že až čtvrtina populace starší 70 let má poruchu renálních funkcí a u (mladších) hypertoniků či diabetiků je situace ještě vážnější. Vzhledem k ambulantnímu charakteru MR vyšetření nelze z praktického hlediska u každého pacienta před aplikací GdKL vyšetřit hladinu kreatininu. Je proto vhodné před aplikací GdKL zjistit, zda pacient netrpí těžší hypertenzí, diabetem, zda neprodělal operaci ledvin či neužíval nefrotoxické látky.

Při kladné odpovědi na alespoň jednu z těchto otázek je vhodné k pacientovi přistupovat jako k jedinci s porušenými renálními funkcemi.

PRAKTICKÁ ČÁST

4 Vyšetření MR AG DK

Na klasickém obrazu MR je proudící krev důsledkem toku asignální. Krevní tok můžeme ale zobrazit MR angiografií. Podstatou jsou speciální techniky, které potlačí signál nepohyblivých tkání v okolí cévy a naopak zvýrazní signál tekoucí krve. Výsledně vidíme hypersignální cévy na tmavém pozadí. Na obraz MR angiografie má vliv i fyziologie krevního toku. V tepnách je dvojí proudění. Laminární uprostřed cévy je rychlejší a souměrné a turbulentní podél stěn, které je pomalejší a nepravidelné. Intenzita signálu v laminárním proudu je vyšší než na periferii, což je zdrojem diagnostických nepřesností (pseudostenózy nebo pseudotromby). Základními metodami vyšetření krevního toku v MR angiografii jsou: nekontrastní metody TOF (Time of flight) a PC (fázový kontrast); kontrastní metodou je CE MRA. Nekontrastní metody využíváme nejčastěji v neuroradiologii. Pro diagnostiku onemocnění tepen dolních končetin užíváme kontrastní CE MRA.

4.1 Příprava pacienta

Pacient nesmí 2 hodiny před samotným vyšetřením jíst ani pít (kvůli případné alergické reakci). Na vyšetření se dostaví na předem dohodnutý čas. Důležité je vyplnění informovaného souhlasu s MR vyšetřením, dostatečné poučení pacienta před výkonem a případné zodpovězení všech jeho dotazů.

4.2 Kontraindikace

Jedná se o velmi závažnou problematiku. Kontraindikace dělíme na absolutní a relativní. Vyšetření pacienta s absolutní kontraindikací může být velmi závažnou až fatální chybou s vážnými právními důsledky. Mezi absolutní kontraindikace řadíme: *kardiostimulátor (pace maker), elektronicky řízené implantáty, cévní svorky z feromagnetického nebo neznámého materiálu, kovová cizí tělesa v oku*. Vyšetření pacienta s kardiostimulátorem může způsobit i jeho smrt. Další přístroje jako kochleární implantát, insulinová pumpa či infuzní pumpa nemají sice bezprostřední vliv na zdraví pacienta, ale jejich případné zničení je nákladné. Prevencí závažných příhod při vyšetření MR je několikanásobná kontrola indikací. K relativním kontraindikacím patří: *kovová cizí tělesa, klaustrofobie, první trimestr těhotenství, TEP, stenty, kava-filtry, svorky do 6 týdnů po implantaci*. Většinou jde o obavy ze zahřátí implantátů nebo možnost posunu. Moderní implantáty jsou již z MR kompatibilních materiálů. Pokud je to možné, měl by pacient doložit potvrzení o kompatibilitě od svého lékaře

4.3 Průběh vyšetření

Před vstupem do vyšetřovny se musí z hygienických a bezpečnostních důvodů převléct do připravené košile, odložit všechny kovové věci a zubní protézu. Poté zavedeme pacientovi permanentní žilní katetr do kubity (v. brachialis), eventuelně na dorsum ruky.

Vyšetření je ambulantní. Trvá přibližně 30-40 minut. Pacient leží na zádech, končetiny mu směřují do gantry přístroje, ruce položené za hlavou. Na uších má sluchátka, která tlumí nepříjemný hluk přístroje během vyšetření a zároveň jsou důležitá pro komunikaci s pacientem. V ruce má balónek pro přivolání obsluhy MR v případě nouze. Pacienta umístíme do PV cívky a poté připojíme na injektor. Centrujeme na horní značku PV cívky. Aplikujeme paramagnetickou KL do žíly bolusem. Používáme k tomu tlakový injektor MEDRAD. Ihned po bolusu KL následuje aplikace fyziologického roztoku, který slouží k dopravení veškeré KL do vyšetřované oblasti a k zachování homogenity bolusu KL. Nejprve vyšetřovanou oblast hrubě zmapujeme pomocí lokalizéru (scout) a TOF pro upřesnění uložení velkých cév. Provedeme nativní vyšetření sekvencí T1 3D ve třech oblastech - břicho, stehna a bérce v koronální rovině. Tyto sekvence slouží jako maska pro pozdější automatickou subtrakci. Poté zopakujeme již provedené nativní vyšetření s KL. Příchod bolusu do oblasti zájmu (břišní aorty) sledujeme pomocí MR fluoroskopie. Pomocí něho radiologický asistent spouští vyšetřovací sekvenci. Správné načasování (timing) začátku skenování vstupu KL aortou do vyšetřované oblasti závisí na zručnosti a zkušenosti laboranta.

Obr. 2: Uložení pacienta do PV cívky



4.4.3 Lokalizér bérce

Obr. 9: Cor



(zdroj: archív Medihope)

Obr. 10: Sag



(zdroj: archív Medihope)

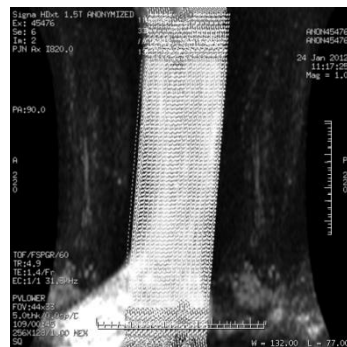
Obr. 11: Ax



(zdroj: archív Medihope)

4.4.4 T1 3D TRICKS coronální na bérce + KL 12ml, 0,5 ml/s

Obr. 12: Plánování Cor 3D TRICKS



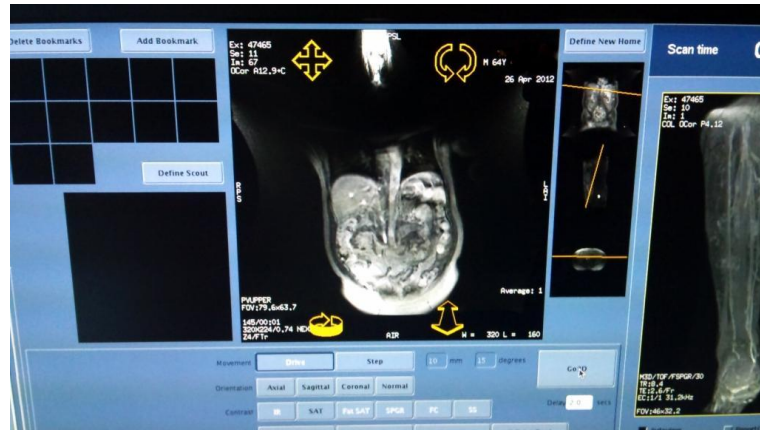
(zdroj: archív Medihope)

Obr. 13: COR 3D TRICKS + KL



(zdroj: archív Medihope)

Obr. 24: Plánování M3D TOF pomocí fluoro skopie



(zdroj: archiv Medihope)

Obr. 25: Plánování M3D TOF pomocí fluoro skopie



(zdroj: archiv Medihope)

4.4.9 M3D TOF FSPGR coronální na stehna nativ (maska)

Obr 26: Plánování M3D TOF

Obr. 27: M3D TOF Maska

Obr. 28: M3D TOF + KL



(zdroj: archiv Medihope)



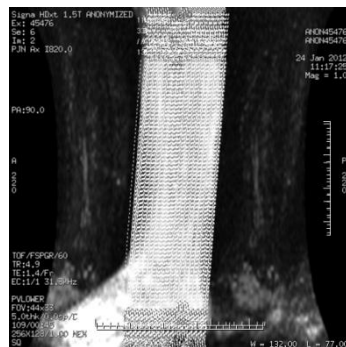
(zdroj: archiv Medihope)



(zdroj: archiv Medihope)

4.4.10 M3D TOF FSPGR coronální na bérce nativ (maska)

Obr. 29: Plánování M3D TOF



(zdroj: archiv Medihope)

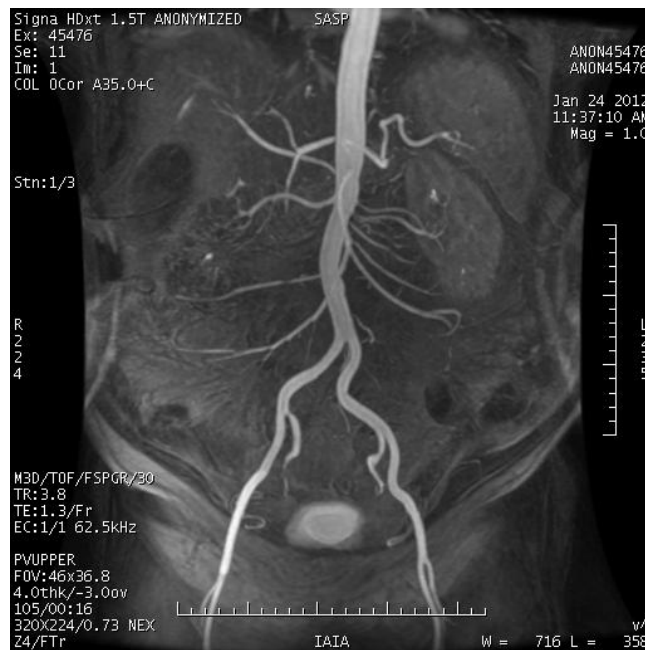
Obr. 30: M3D TOF Maska



(zdroj: archiv Medihope)

4.4.11 M3D TOF FSPGR coronální na břicho+KL 18 ml, 2,5ml/s

Obr. 31: M3D TOF + KL



(zdroj: archiv Medihope)

4.4.12 M3D TOF FSPGR coronální na stehna +KL

Obr. 32: M3D TOF + KL



(zdroj: archiv Medihope)

4.4.13 M3D TOF FSPGR coronální na bérce +KL

Obr. 33: M3D TOF + KL



(zdroj: archiv Medihope)

4.5 Post processing

Existuje několik rutinně využívaných post processingových algoritmů, mezi které se řadí především MIP (maximum intensity projection) a MPR (multiplanar reconstruction).

Po ukončení vyšetření na našem pracovišti zhotovuje lékař následné obrazové rekonstrukce. Na výsledném obrazu vidíme 3D rekonstrukci vyšetřovaných cév včetně jejich okolí.

V současnosti je stále více obvyklé, že postprocessingové zpracování provádí na pracovní stanici RA asistent. U kontrastních metod MRA začíná zpracování dat nejprve subtrakcí, tzn. odečtením masky od post kontrastní sekvence.

Následuje manuální odstranění nežádoucích struktur, které zůstaly vlivem nedokonalé subtrakce v důsledku pohybu pacienta v průběhu kontrastního vyšetření cév nebo u TOF MRA vznikly neúplným potlačením signálu statické tkáně.

K dalším post processingovým technikám se řadí SSD (Surface – Shaded Display) a VRT (Volume Rendering Technique).

Technika SSD představuje 3D rekonstrukce povrchových struktur (Obr. 8 a)).

První voxel definované tkáně virtuálně odrazí dopadající světlo na svém povrchu, pomocí stínování vzniká prostorový obraz. (3) Je to poměrně jednoduchá a rychlá metoda, jejíž nedostatkem je především fakt, že zobrazuje pouze hranice mezi tkáněmi.

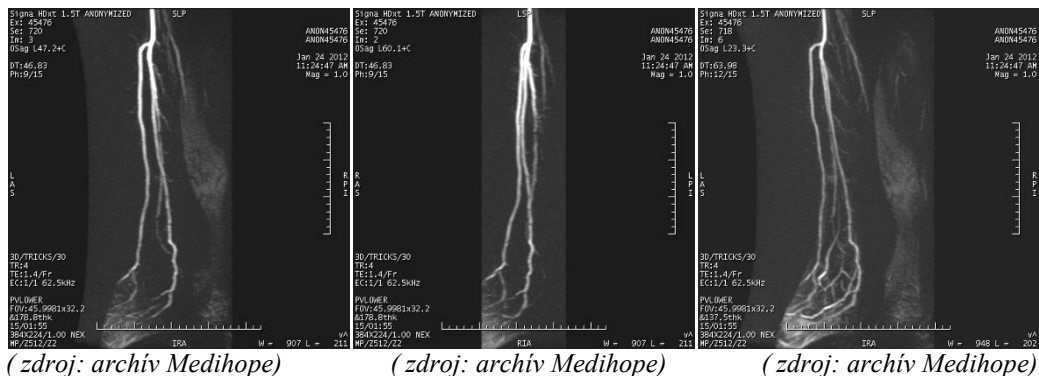
To je problém především u tkání, které se postupně prolínají s jinými tkáněmi. (17)

Technika VRT je hybridní rekonstrukce mezi MIP a SSD. (Obr. 8 b)).

Jednotlivé tkáně se nadefinují intervalově jako SSD a přiřadí se jim v určité barvě zobrazení typu MIP, přičemž intenzita barvy odpovídá intenzitě signálu zobrazeného objektu. (3)

Vyhodnocování vyšetření provádí lékař na pracovní stanici, která umožňuje vytváření MIP a multiplanárních rekonstrukcí. Je nezbytné, aby lékař prohledl celý soubor dat ve formě zdrojových obrazů, nelze uzavřít vyšetření pouze na základě post processingového zpracování RA asistentem.

Obr.34: TRICKS Post processing



EMPIRICKÁ ČÁST

5 Cíl práce

Cílem studie, bylo zjistit diagnostickou shodu MRA s DSA u hemodynamický významných stenóz. Srovnat nálezy MRA s nálezy DSA. Vyčíslit počet MRA nálezů falešně negativních (pod hodnocení stenózy), MRA nálezů falešně pozitivních (nadhodnocení stenózy) a počet MRA nálezů shodných s DSA. DSA byla považována za „zlatý standard“.

6 Metodika

Sledovaný soubor tvoří 47 pacientů, kteří měli v období od 1.1. do 31.12. 2011 na pracovišti Medihope s.r.o. Prostějov provedenou MR angiografii tepen dolních končetin (MRA DK). Cílem studie, bylo zjistit diagnostickou shodu MRA s DSA u hemodynamicky významných stenóz

MRA DK byly provedeny s použitím periferní vaskulární cívky standardním protokolem na MR přístroji Signa HDxt 1,5 T firmy GE. Každému pacientovi bylo aplikováno i.v. 30 ml 1 M paramagnetické kontrastní látky Gadovist. Standardní podmínky aplikace k.l. byly zajištěny pomocí injektoru MEDRAD Spectris Solaris. Všichni pacienti v souboru byli indikováni k vyšetření v rámci Nemocnice Prostějov a spádových privátních cévně-chirurgických ambulancí v Olomouci a Kojetíně.

DSA se prováděly na angiografickém pracovišti Fakultní nemocnice Olomouc, a na radiologickém oddělení nemocnice Prostějov.

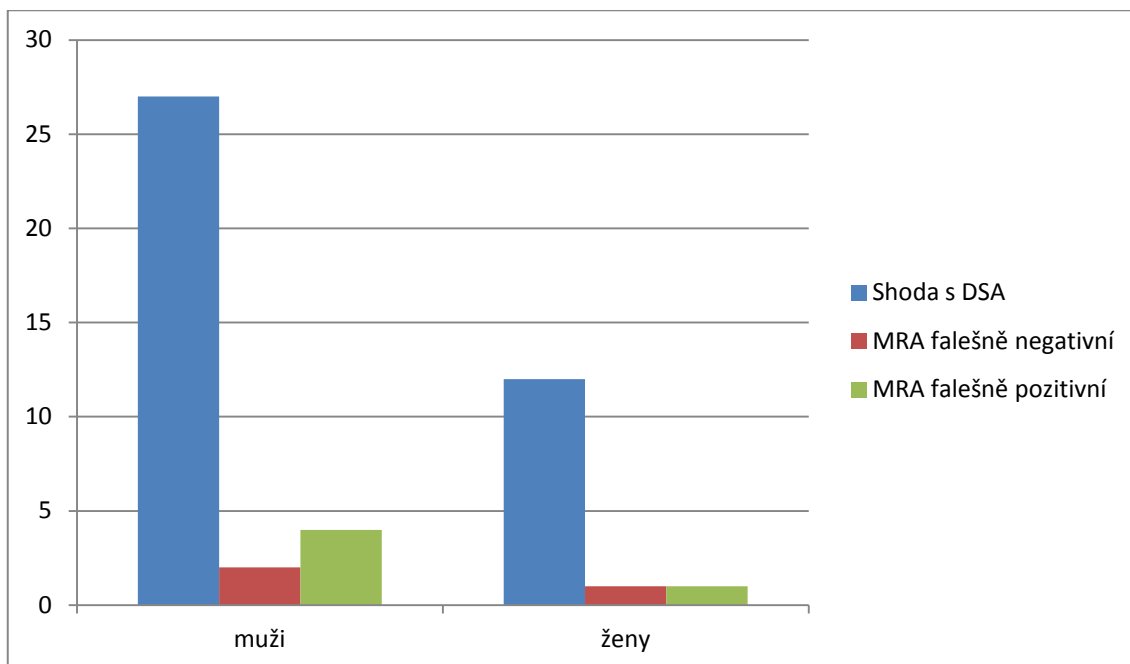
Data o provedených MRA DK jsem získal z databáze našeho pracoviště. Údaje o nálezech DSA, k nimž jsem neměl přístup, jsem zjistil ve spolupráci s lékaři.

Podrobné údaje jsou uvedeny v tabulce

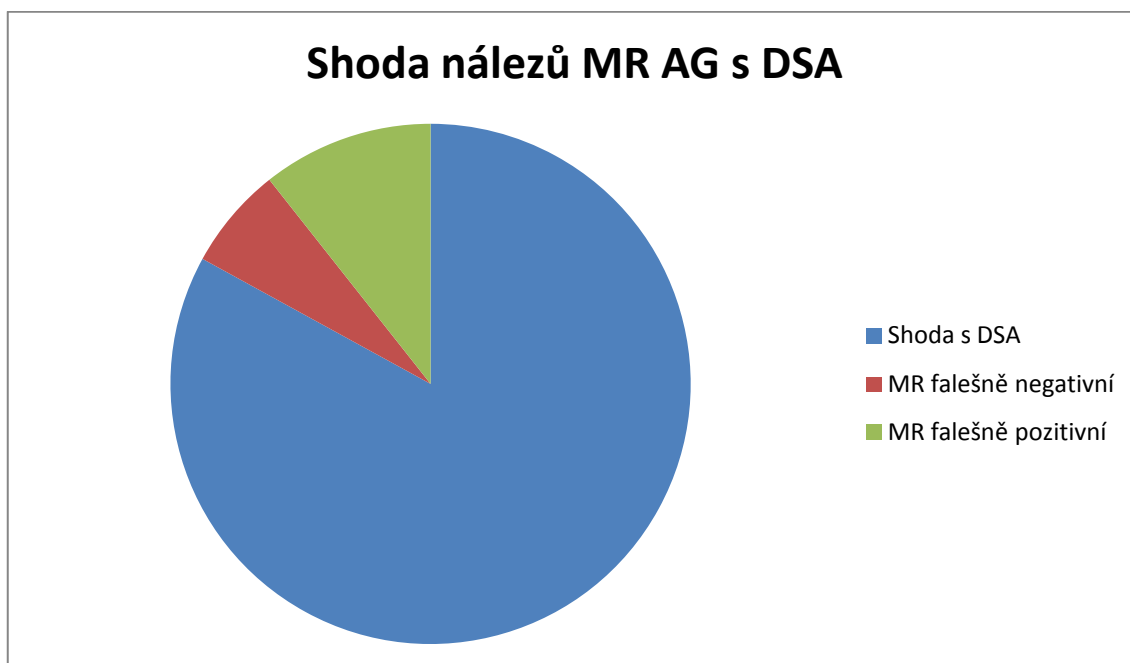
Tab. Č.1: soubor vyšetřených pacientů a úspěšnost v diagnóze

	pohlaví	věk	Shoda s DSA	MRA falešně negativní	MRA falešně pozitivní
1	Muž	48			
2	Muž	50	X		
3	Muž	50	X		
4	Žena	51	X		
5	Muž	55			X
6	Muž	55	X		
7	Muž	56	X		
8	Žena	56	X		
9	Muž	57	X		
10	Muž	62	X		
11	Žena	62	X		
12	Žena	62	X		
13	Muž	63	X		
14	Žena	63	X		
15	Muž	64	X		
16	Muž	64	X		
17	Muž	64	X		
18	Muž	65	X		
19	Žena	65	X		
20	Muž	65	X		
21	Muž	67	X		
22	Muž	67	X		
23	Žena	67	X		
24	Muž	67		X	
25	Muž	69	X		
26	Muž	69	X		
27	Žena	69	X		
28	Muž	69			X
29	Muž	69	X		
30	Muž	69	X		
31	Muž	70			X
32	Žena	70	X		
33	Muž	70	X		
34	Muž	72	X		
35	Muž	72			X
36	Muž	72	X		
37	Muž	73	X		
38	Žena	73	X		
39	Muž	73	X		
40	Muž	73	X		
41	Žena	73	X		
42	Žena	74			X
43	Žena	74		X	
44	Muž	77	X		
45	Muž	79	X		
46	Muž	80		X	
47	Muž	82	X		

Graf č.1: úspěšnost v diagnostice rozdělená dle pohlaví



Graf č. 2: celková úspěšnost MRA DK v diagnóze



5 Diskuze

5.1. Výhody a nevýhody MRA a DSA

DSA je stále považována za zlatý standard při vyšetřování především aterosklerotických cévních onemocnění, okluzivního onemocnění, chirurgických bypassů a dalších. V současnosti, kdy dochází ke zlepšování MR přístrojů i kontrastních látek, se MR angiografie stávají neinvazivní alternativou k vyšetření pomocí konvenční DSA.

Mezi hlavní výhody kontrastní MRA patří absence ionizujícího záření, rychlost, ambulantní zvládnutí vyšetření a v neposlední řadě jen minimální invazivita kontrastní látka je aplikovaná z periferního žilního přístupu. Po aplikaci MR kontrastních látek se vyskytuje mnohem méně alergických reakcí ve srovnání s jodovými kontrastními látkami používaných při DSA. (7)

Úskalím MRA je nižší prostorové rozlišení a vznik artefaktů – dechových, pulzačních nebo ze ztráty signálu v místě turbulence. Známy je také sklon MRA k nadhodnocování nebo podhodnocování některých stenóz. (16)

Hlavní výhodou diagnostické DSA zůstává možnost následného provedení endovaskulárního léčebného výkonu, určitý bendit představuje v současnosti i vyšší rozlišení oproti MRA. K nevýhodám DSA patří ionizující záření, invazivita a zvýšené riziko alergických reakcí po podání kontrastní látky. (7)

5.2 Studie ve světě zabývající se srovnáním diagnostické DSA a MRA

Zahraniční studie zabývající se srovnáváním DSA a MRA ukázaly, že kontrastní MRA mohou v diagnostickém zobrazování periferního cévního řečiště konvenční angiografii nahradit.

V roce 1999 byla uveřejněna v časopise *Radiology* studie s názvem *Stepping-Table Gadolinium-enhanced Digital Subtraction MR Angiography of the Aorta and Lower Extremity Arteries: Preliminary Experience*. Cílem autorů bylo porovnat kontrastní MRA distální aorty a tepen dolních končetin s konvenční DSA u pacientů s okluzivním onemocněním tepen. 20 pacientů podstoupilo obě vyšetření – DSA a MRA. U MRA se data získávala na 1,5 T MR přístroji s využitím automatického posunu stolu, což umožnilo po sobě jdoucí snímání dat 3 vyšetřovaných úseků na jeden nástřik k.l.. V porovnání s konvenční DSA podle nálezů 2 nezávislých lékařů měla MR senzitivitu u nevýznamné stenózy ($\leq 50\%$) 81 %, u významné stenózy 89 %. Specificita byla 91 %, respektive 95 %. U uzávěru byla senzitivita 94 % a specificita 97 %. Autoři prokázali, že uvedená metoda kontrastní MRA má vysokou přesnost v porovnání s DSA u pacientů s okluzivním onemocněním tepen a umožní poskytnout neinvazivní alternativu k DSA. (10)

V roce 2001 vyšla v časopise *Journal of Vascular and Interventional Radiology* studie na téma *Contrast-enhanced Moving-Table MR angiography: Prospective Comparison to Catheter Arteriography for Treatment Planning in Peripheral Arterial Occlusive Disease*. Cílem autorů této studie bylo porovnat kontrastní MRA a DSA pro plánování endovaskulární a chirurgické léčby u pacientů s obliterujícím onemocněním periferních tepen. Do studie bylo zahrnuto celkem 13 pacientů, kteří podstoupili těsně před plánovanou DSA kontrastní MR angiografii. U MRA se data

získávala na 1,5 T MR přístroji s využitím automatického posunu stolu, prováděla se nativní maska 3 zobrazovaných úseků a postkontrastní skeny po aplikaci 40 ml k.l.. DSA se prováděla okamžitě po MRA. Obrazy získané pomocí MRA byly hodnoceny cévním chirurgem společně s cévním radiologem ještě před obrazy získanými pomocí DSA. Cévní chirurg tedy pouze na základě MRA naplánoval léčbu. Poté byla naplánována konečná léčba na základě výsledků DSA. Následně léčba stanovena na základě MRA byla porovnána s konečnou léčbou založenou na podkladě DSA. Výsledky ukázaly, že plán léčby založený na MRA se v 10 případech ze 13 (77 %) shodovaly s plánem léčby založeným na DSA. Autoři této studie, došli k závěru, že MRA se jeví jako vhodná alternativa k DSA v plánování endovaskulární a chirurgické léčby u vybraných pacientů s obliterujícím onemocněním periferních tepen, ale jsou zapotřebí ještě další studie, které by tento závěr dále potvrdily. (11)

5.5 Studie v ČR zabývající se srovnáním diagnostické DSA a MRA

Studie, která by srovnávala výsledky diagnostické MRA a DSA tepen dolních končetin, u nás dosud nebyla provedena.

V roce 2003 však vyšla v České radiologii práce na téma MR angiografie ledvinných tepen: srovnání s intraarteriální DSA. Cílem této práce bylo zjistit, zda MRA dokáže vyloučit či potvrdit zúžení ledvinné tepny, rozeznat přídavné ledvinné tepny, případně může-li pomoci při plánování PTA ledvinné tepny. Ve studii byla hodnocena skupina 12 nemocných, u kterých byla v odstavu 3 týdnů provedena současně MRA i DSA ledvinných tepen. MRA byla provedena na přístroji Magnetům Vision 1,5 T firmy Siemens s použitím kontrastní látky Pro-Hance nebo Multi-Hance (Altana Pharma). DSA byla prováděna na přístroji Multistar (Siemens) intraarteriálním vstříkem kontrastní látky, v případě pozitivního nálezu byla ihned provedena PTA. Výsledek byl takový, že MRA prokázala zúžení ledvinné tepny > 50 % u 12 ledvinných tepen, DSA potvrdila tuto diagnózu u 8 tepen. V případě, že byla MRA negativní ve všech případech, byla negativní i DSA. Senzitivita MRA je 100 %, specificita 83,3 %, negativně prediktivní hodnota MRA (ve smyslu vyloučení významné stenózy) je 100 %. MRA i DSA shodně zobrazily dvě přídavné ledvinné tepny. Autoři studie došli k závěru, že MRA je vhodnou metodou k potvrzení či vyloučení stenózy ledvinné tepny, a v případě, že je MRA negativní, lze stenózu vyloučit a není třeba pokračovat invazivnějšími vyšetřeními.

Další studie s názvem Kontrastní MR angiografie s použitím paralelních akvizčních technik v diagnostice stenózy renální tepny byla zveřejněna v České radiologii v roce 2007. Cílem autorů v této studii bylo stanovení diagnostické výtěžnosti kontrastní MRA s použitím paralelních akvizčních technik v diagnostice stenózy renálních tepen. Paralelní akvizční techniky jsou techniky umožňující výrazně zvýšení geometrického rozlišení v rámci daného akvizčního času. Celkem bylo vyšetřeno 70 pacientů s podezřením na stenózu renální tepny. Vyšetření probíhala na MR přístroji Magnetom Symphony Maestro Class 1,5 T s použitím array cívek. Za hemodynamicky významnou byla považována stenóza 60 % a více. MRA byla prováděna vždy před DSA. Výsledky byly porovnávány s nálezem na DSA. Senzitivita MRA v detekci hemodynamicky významné stenózy ledvinné tepny byla 92 %, specificita 95 %. Autoři dospěli k závěru, že kontrastní MRA s vysokým geometrickým rozlišením poskytuje dostatečnou senzitivitu a specificitu v diagnostice hemodynamicky významné stenózy renálních tepen. DSA by proto měla být indikovaná pro cíleně terapeutické výkony u pacientů s prokázanou stenózou renální tepny. (17)

Závěr

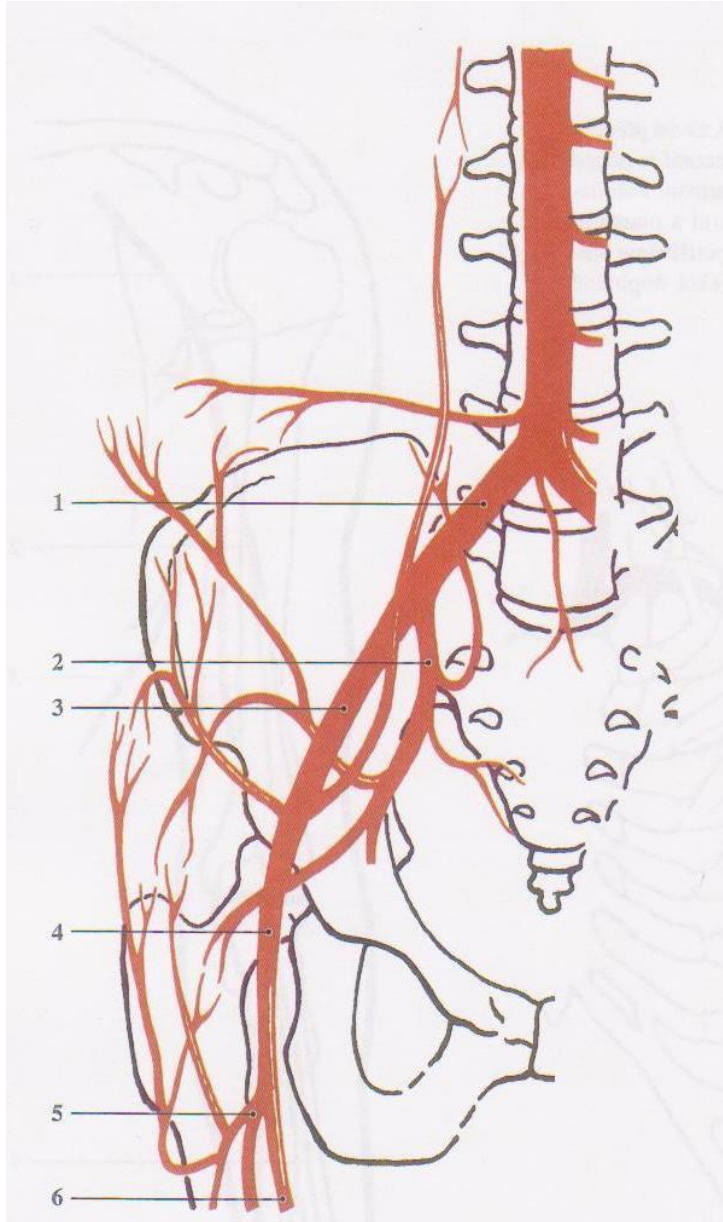
MRA DK za použití dnešních moderních MR přístrojů a kontrastních látek může téměř nahradit klasickou diagnostickou DSA. Magnetická rezonance je poměrně mladá diagnostická metoda s velkým potenciálem dalšího rozvoje, takže můžeme v brzké době očekávat další zlepšování diagnostické přesnosti.

Největší výhodou MR AG ve srovnání s klasickou DSA je minimální invazivita tohoto vyšetření. Je nutná pouze punkce periferní žíly, odpadá punkce tepny a následná katetrizace tepenného řečiště s dalšími možnými komplikacemi. Toto vyšetření je možno provést ambulantně, bez nutnosti hospitalizace a je tedy i výrazně levnější.

Ve srovnání CT AG a MR AG je největší výhoda MR AG v množství aplikované kontrastní látky. Při CT AG se obvykle aplikuje 120 – 150 ml jódové kontrastní látky o vysoké koncentraci, při MR AG se aplikuje většinou pouze 15-30 ml paramagnetické gadoliniové kontrastní látky. I tyto paramagnetické kontrastní látky se obdobně vylučují ledvinami stejně jako klasické jódové kontrastní látky. Dříve uváděná minimální nefrotoxicita gadoliniových kontrastních látek byla v poslední době zpochybněna a tyto kontrastní látky by neměly být aplikovány pacientům se zhoršenými renálními funkcemi. Aplikace gadoliniových kontrastních látek pravděpodobně vyvolaly u malé části pacientů se zhoršenými renálními funkcemi další zhoršení funkcí ledvin a následně fibrózu ledvin a posléze fibrózu kůže a plic s úmrtími. Zatím však neexistuje konsenzus ohledně hodnot urey a kreatininu, při kterých je ještě tato aplikace bezpečná. Je vždy nutno i na teno to problém myslet při indikaci MR AG.

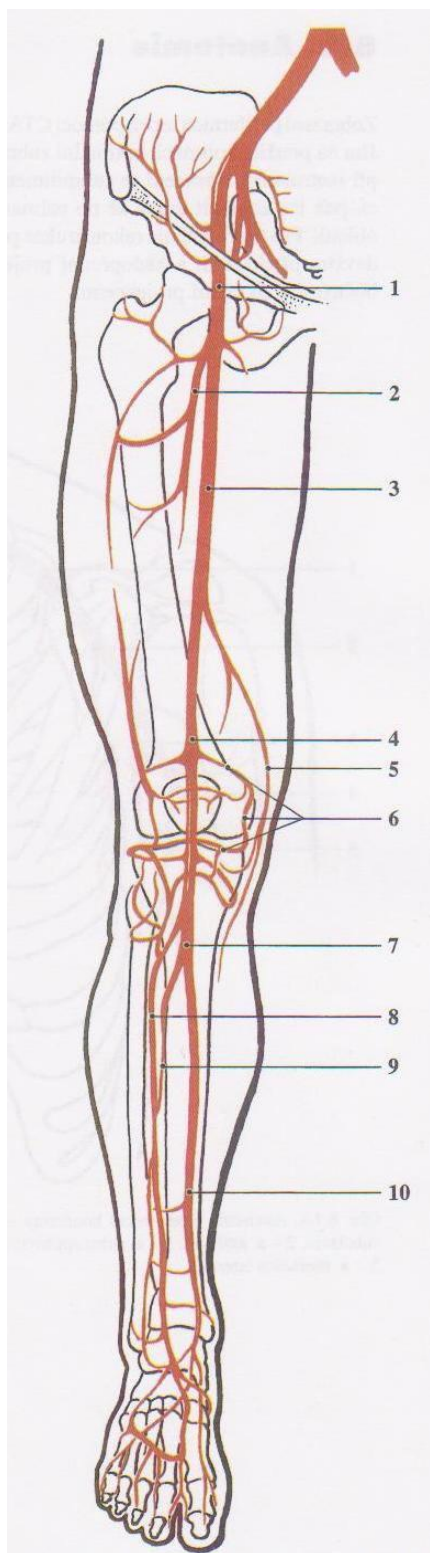
Přílohy

Příloha I. – anatomie pánevních tepen



Anatomie pánevních tepen

- 1 a. iliaca communis
- 2 a. iliaca interna
- 3 a. iliaca externa
- 4 a. femoralis communis
- 5 a. profunda femoris
- 6 a. femoralis superficialis



Anatomie tepen dolních končetin

- 1 a. femoralis communis
- 2 a. profunda femoris
- 3 a. femoralis superficialis
- 4 a. poplitea
- 5 a. descendens genus
- 6 rete genus
- 7 truncus tibiofibularis
- 8 a. tibialis anterior
- 9 a. fibularis (perinea)
- 10 a. tibialis posterior

Příloha IV. - Protokol o podání kontrastní látky

Vyšetření a zavedení i.v. kanyly pro aplikaci gadovistu.

Jméno: _____ r.č.: _____ ZP: _____ Váha: _____ kg

Vyšetření pacienta:

Kardiopulmonálně komp., somatický nález fyziologický, TK _____ / _____ , p
schopen aplikace kontrastní látky ANO / NE

Nutné farmakologické zajištění ANO / NE

Závěr: Schopen(a) MR vyšetření s aplikací kontrastní látky

Provedena venepunkce a zavedení flexibilní kanyly 0,9x25 mm a kontinuálně aplikován gadovist přístrojem Medrad

Aplikováno: _____ ml

Druh vyšetření	Tělesná hmotnost	Množství
Zobrazení jednoho pole	pod 75 kg	7,5 ml
	nad 75 kg	10 ml
Zobrazení více než jednoho pole	pod 75 kg	15 ml
	nad 75 kg	20 ml

V Prostějově dne:

Podpis lékaře

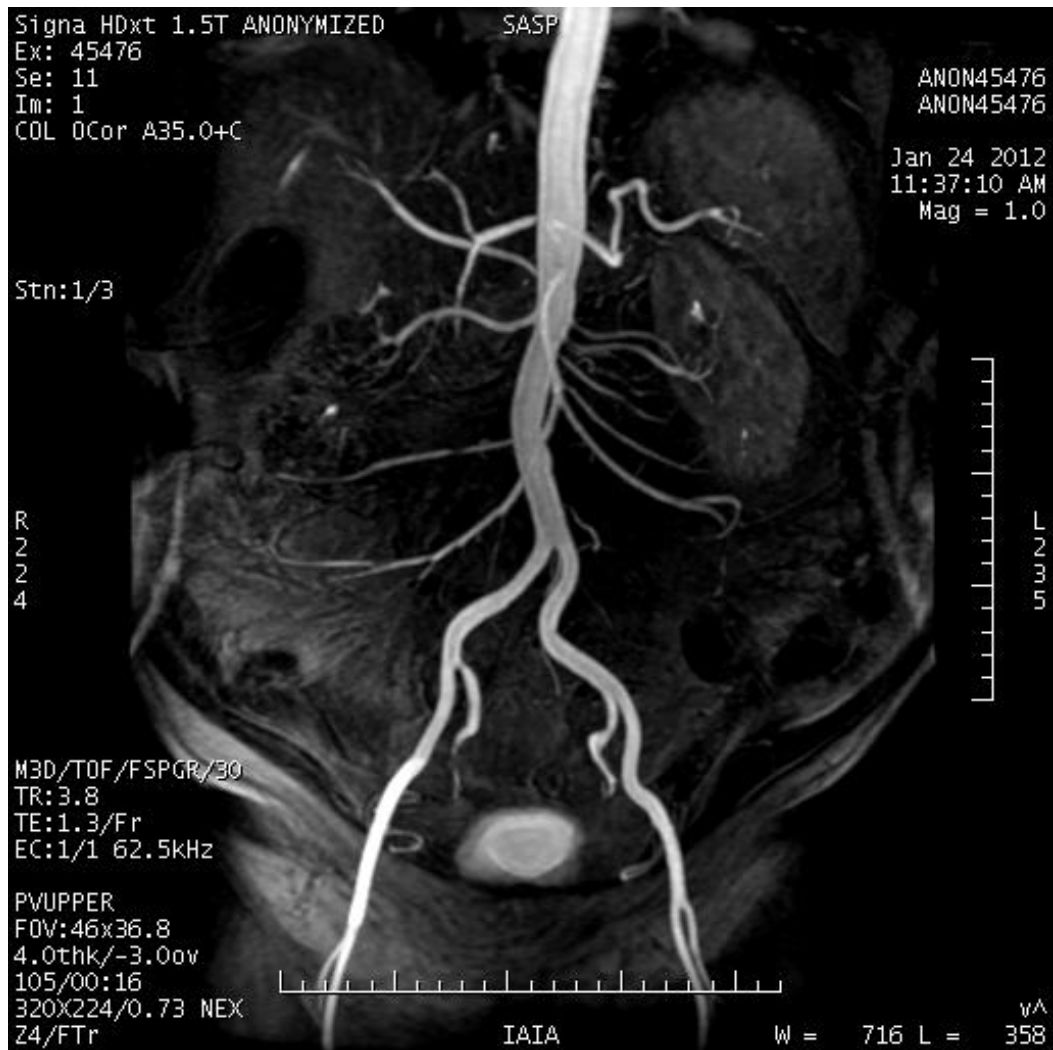
Příloha V. - Stříkačka MEDRAD Protokol TRICKS (vyšetření bérců)



Příloha VI. - Stříkačka MEDRAD Protokol končetiny po TRICKS (vyšetření abd. Aorty, pánve a stehén)



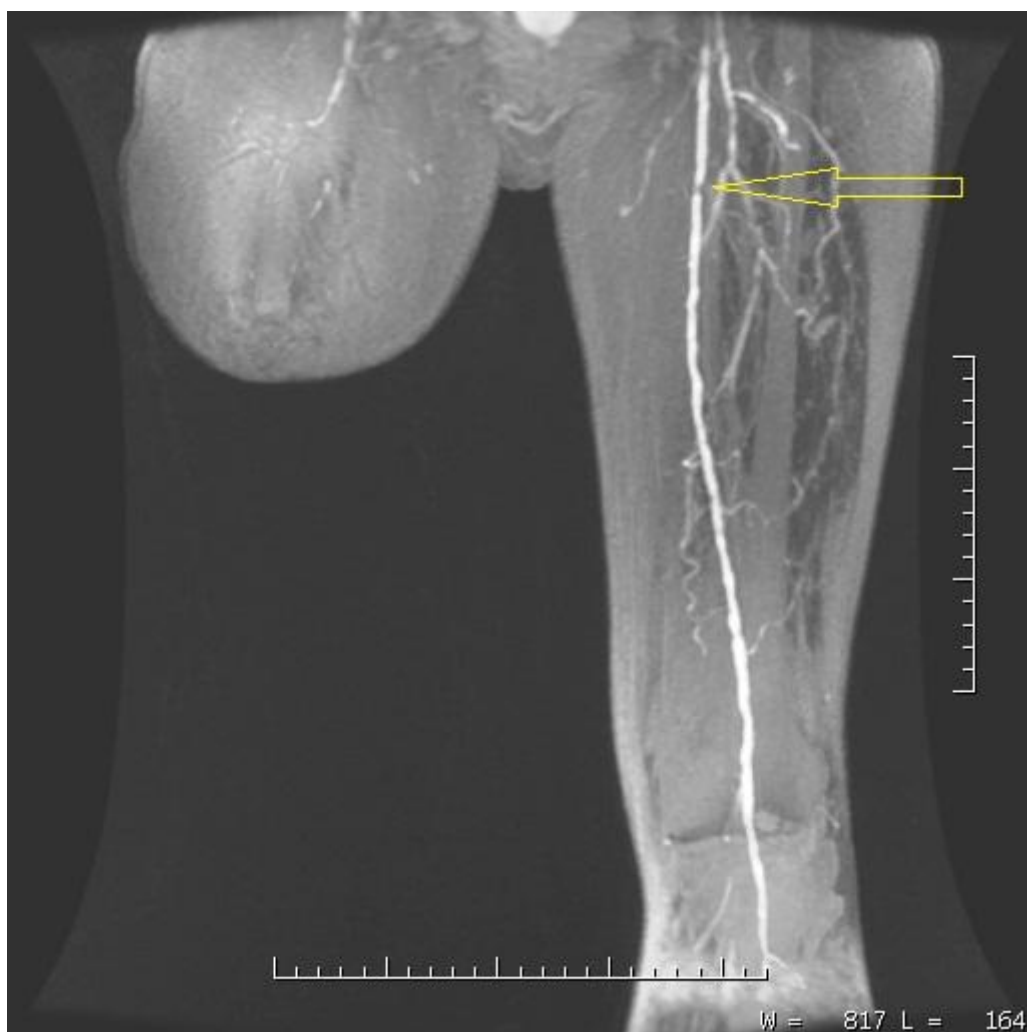
Příloha VII: - Abdominální aorta a tepny pánevní



Příloha VIII. - Abdominální aorta a tepny pánevní (post-procesing, bočný pohled)

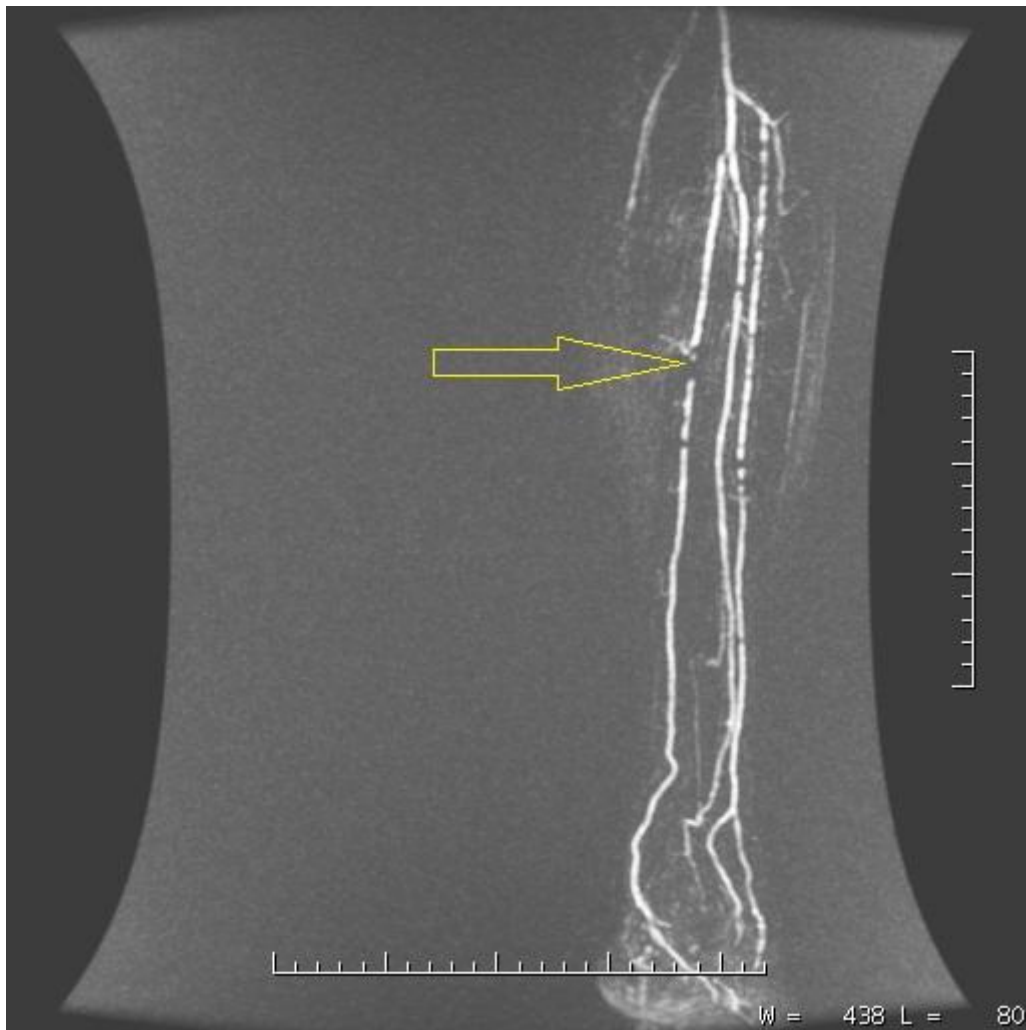






Příloha XII. - Bércové tepny (TRICKS)





Příloha XIV. - Bércové tepny (TRICKS, post-processing bočný pohled)

