

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Vendula Pasulyová



**Neinvazivní diagnostika onemocnění
tepen dolních končetin**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: MUDr. Jiří Kozák

Olomouc 2010

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a veškeré zdroje informací a literární zdroje, ze kterých jsem čerpala, jsem uvedla v seznamu použité literatury.

Souhlasím s tím, aby má práce byla použita ke studijním účelům Fakulty zdravotnických věd Univerzity Palackého v Olomouci.

V Olomouci dne.....

.....

podpis

Děkuji MUDr. Jiřímu Kozákovi za odborné vedení, dobré rady a trpělivost při zpracování mé bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat Mgr. Janě Zapletalové, Dr. a také Bc. Františkovi Odstrčilovi za jejich cenné připomínky. V neposlední řadě děkuji své rodině, která mě po celou dobu mého studia všestranně podporovala.

Anotace bakalářské práce

Název v ČJ: Neinvazivní diagnostika onemocnění tepen dolních končetin

Název v AJ: Non-invasive diagnosis of lower-extremity arterial disease

Datum zadání: 2009-08-27

Datum odevzdání: 2009-05-14

Datum obhájení: 2009-06-08

Ústav a vysoká škola: Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta zdravotnických věd,
Ústav radiologických metod

Autor práce: Pasulyová Vendula

Vedoucí práce: MUDr. Jiří Kozák

Abstrakt v ČJ:

V této práci jsem se zabývala neinvazivními vyšetřovacími metodami u onemocnění tepen dolních končetin. Teoretická část práce obsahuje výčet onemocnění, kterých se tato problematika dotýká. Dále jednotlivé nejužívanější vyšetřovací metody současnosti, jejich principy, výhody a nevýhody užití v diagnostice. Jsou jimi ultrasonografie, MR angiografie, CT angiografie a angiografie. V praktické části jsem se zaměřila na srovnání dvou z těchto metod a to MR angiografie jako neinvazivní vyšetřovací metody a Angiografie jako invazivní vyšetřovací metody, jenž je současně brána za „zlatý standart“.

Abstrakt v AJ:

In my work I speak about non-invasive diagnosis methods of the artery diseases of the lower extremities. The theoretical part of the work contains a list of diseases which are affected by this issue. Various methods most used today, their principles, advantages

and disadvantages of use in diagnosis. They include ultrasonography, MR angiography, CT angiography and angiography. In the practical part I focused on a comparison of two of these methods, MR angiography as a non-invasive diagnosis method and angiography as invasive diagnosis method, which is also taken as the "gold standard".

Klíčová slova v ČJ: onemocnění tepen dolních končetin, ultrasonografie, CT angiografie, MR angiografie, angiografie

Klíčová slova v AJ: artery diseases of the lower extremity, ultrasonography, CT angiography, MR angiography, angiography

Místo zpracování: Olomouc

Rozsah: 39 stran, 10 stran příloh

Místo uložení: Ústav radiologických metod, FZV UP sekretariát

OBSAH:

ÚVOD.....	9
1 TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1.1 ANATOMIE.....	10
1.1.1 Stavba cév.....	10
1.1.2 Obecná anatomie (viz příloha).....	10
1.2 ONEMOCNĚNÍ TEPEN DOLNÍCH KONČETIN.....	12
1.2.1 Ischemické změny.....	12
1.2.1.1 Ischemická choroba dolních končetin (ICHDK).....	12
1.2.1.2 Akutní ischemie dolních končetin.....	12
1.2.2 Zánětlivé změny.....	12
1.2.2.1 Trombangitis obliterans.....	12
1.2.2.2 Mikrobiální aortitida.....	13
1.2.3 Aneurysmata.....	13
1.2.3.1 Aneurysma břišní aorty.....	13
1.2.3.2 Zánětlivé aneurysma (inflamatorní).....	13
1.2.3.3 Infikované aneurysma.....	13
1.2.3.4 Aneurysma popliteární arterie.....	13
1.2.4 Tumory.....	14
1.2.4.1 Cévní nádory.....	14
1.2.4.2 Cévní malformace.....	14
1.2.5 Ostatní.....	14
1.2.5.1 Cystická degenerace adventicie popliteární tepny.....	14
1.2.5.2 Syndrom uskřínutí podkolení tepny.....	14
1.2.5.3 Poranění.....	15
1.2.5.4 Cévní arteriální rekonstrukce.....	15
1.3 DIAGNOSTIKA.....	16
1.3.1 Anamnéza.....	16
1.3.2 Fyzikální vyšetření.....	16
1.3.3 Neinvazivní funkční testy.....	17
1.3.4 Neinvazivní zobrazovací metody.....	17
1.3.4.1 Dopplerovská ultrasonografie.....	17
1.3.4.2 MR angiografie.....	20
1.3.4.3 CT angiografie.....	24
1.3.5 Invazivní zobrazovací metody.....	28
1.3.5.1 Angiografie.....	28
1.3.5.2 DSA - Digitální substrakční angiografie.....	28
2 PRAKTICKÁ ČÁST.....	29
ÚVOD.....	29
2.1 Metodika.....	29
2.2 Soubor pacientů.....	29
2.3 Výsledky.....	29
2.3.1 Počet vyšetření tepen dolních končetin v roce 2008 - MRA vs. CTA.....	29
2.3.2 Vyšetření MRA DKK - rozdělení dle věku.....	30
2.3.3 Vyšetření MRA DKK - rozdělení dle pohlaví.....	31
2.3.4 Indikace k vyšetření MRA DKK.....	31
2.3.5 Procento shody MRA vzhledem k DSA.....	33

DISKUZE	35
ZÁVĚR	36
Seznam zkratk	37
Seznam literatury	38
Seznam obrázků, tabulek, grafů a příloh	39

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, jež je metodou neinvazivní. Její největšími nevýhodami jsou riziko vzniku alergické reakce na kontrastní látku a případné kontraindikace (viz str.23). Alternativou je CTA 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.

Cílem této práce je seznámení s problematikou onemocnění tepen dolních končetin a jejich diagnostikou. Dále jsem se věnovala neinvazivním diagnostickým postupům užívaných v současnosti, kterými jsou dopplerovská ultrasonografie, angiografie pomocí MR (MRA) a angiografie pomocí CT (CTA). V praktické části jsem se zaměřila na statistické zpracování souboru pacientů vyšetřených na Radiologické klinice FN v Olomouci v roce 2008, kterým byla indikována MRA dolních končetin a následná DSA s vaskulární léčbou (PTA). Soubor jsem hodnotila z hlediska pohlaví, věku, indikací k vyšetření a procenta shody výsledku vyšetření MRA vzhledem k výsledku DSA vyšetření na jednotlivých končetinových tepnách.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 ANATOMIE

1.1.1 Stavba cév

Cévní stěny odpovídají svou strukturou funkčním nárokům jednotlivých úseků cévního řečiště; patří sem **tepny** (arteriae), které se postupně větví na menší **arterioly** (arterioly); ty přecházejí ve **vlásečnice** (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 poškození 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. (4)

1.1.2 Obecná anatomie (viz příloha)

Pars abdominalis aortae (aorta abdominalis, břišní aorta); sahá od hiatus 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 nadvarlata nebo ovaria a všechny nepárové orgány v dutině břišní. (4)

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. epigasrica 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 fibulu, 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. (4)

1.2 ONEMOCNĚNÍ TEPEN DOLNÍCH KONČETIN

1.2.1 Ischemické změny

1.2.1.1 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)

1.2.1.2 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 (aneuryzmata, 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. (1)(2)

1.2.2 Zánětlivé změny

1.2.2.1 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. (1)

1.2.2.2 Mikrobiální aortitida

„Primární zánět původně normální stěny aorty se vyvine v nepravé aneurysma (pseudoaneurysma) s defektní stěnou. Za pseudoaneuryzma označujeme pulzující hematom, 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)

1.2.3 Aneuryzmata

1.2.3.1 Aneurysma břišní aorty

Za aneuryzma 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⁾ Aneuryzmata břišní aorty jsou v 75% aneuryzmata pravá vznikající na podkladě aterosklerózy. Asi 25% aneuryzmat 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.(1)

1.2.3.2 Zánětlivé aneuryzma (inflamatorní)

Jedná se o aterosklerotické pravé aneuryzma 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. (1)

1.2.3.3 Infikované aneuryzma

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

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. (1)

1.2.4 Tumory

1.2.4.1 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)

1.2.4.2 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. (1)

1.2.5 Ostatní

1.2.5.1 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. (1)

1.2.5.2 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. (1)

1.2.5.3 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)

1.2.5.4 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. (1)

1.3 DIAGNOSTIKA

1.3.1 Anamnéza

V **rodinné anamnéze** pátráme po výskytu ICHS, infarktu myokardu, anginy pectoris nebo CMP.

V **osobní anamnéze** zjišťujeme rizikové faktory jako kouření, nedostatek fyzické aktivity, obezita, hypertenze, DM, hyperlipoproteinémie, a další. (2)

Dále znamenáme subjektivní potíže nemocného. **Intermitentní klaudikace**, svíravé svalové bolesti z nedostatečného průtoku krve vznikající obvykle při chůzi. Nejčastěji se projevují bolestmi v lýtku (při postižení a. femoralis communis) nebo v hýždích (při postižení břišní aorty). Může se objevit i erektilní impotence. (1)(2)

Klidové bolesti jsou spojeny se vznikem ischemických defektů a znamenají konečné stádium lokální ischemie. Životnost končetiny je ohrožena. Bolesti se objevují v noci, v leže. Může však polevit po krátké chůzi nebo svěšení končetiny.

K vyhodnocení používáme tzv. Fontainovo schéma, stupně I. až IV, kde I.st. je bez klinické symptomatologie, st.II. jsou klaudikace po svalové námaze s následnou bolestí svalů (st. IIa při chůzi nad 100m, st. IIb při chůzi pod 100m), st. III. jsou klidové bolesti zvl. při elevaci končetiny, st. IV. jsou trofické změny se vznikem nekróz. (1)

1.3.2 Fyzikální vyšetření

Pulzace. Vyšetření tepu v tříselech, v podkolenních jamkách, za vnitřním kotníkem a na nártu. Označujeme od 0 do + + +.

Šelesty. Vznikají na základě turbulentního proudění cévou za stenózou. Vyšetřujeme pomocí fonendoskopu.

Změny barvy končetiny. Pokud končetina při zvednutí v leže zbledne, je to příznak pokročilé ischemie. Po spuštění končetina zčervená.

Lividní barva končetiny. Krev v kapilárách stagnuje - krev tmavne, podobnou barvu má i končetina.

Teplota postižené končetiny je nižší.

Ulcerace vznikají na prstech v místě otlaku, jsou ohraničené a velmi bolestivé.

Nekrózy. Suchá gangréna se může vyvinout ve vlhkou gangrénu.

Atrofie svalů neboli ochabnutí vzniklá v důsledku chronické ischemie.

Kožní změny. Ztráta ochlupení a ztlustění nehtů kvůli spomalení metabolismu keratinu. kůže postupně atrofuje, ubývá podkoží a končetina se ztenčí. (1)

1.3.3 Neinvazivní funkční testy

Index kotník - paže se stanoví vydělením hodnoty krevního tlaku na a. dorsalis pedis nebo a. tibialis posterior hodnotou tlaku naměřeného na a. brachialis. Normální hodnoty jsou 1,0 a vyšší, u klaudikací 0,5 až 1,0 a klidových bolestí 0,3 a méně. (1)

1.3.4 Neinvazivní zobrazovací metody

1.3.4.1 Dopplerovská ultrasonografie

a) Princip ultrazvuku

Ultrazvukem nazýváme druh mechanického vlnění, přenášené jako vibrace částic prostředí o frekvenci nad 20 kHz, tedy lidskému uchu neslyšitelné. V diagnostice používáme frekvence od 2 do 15 MHz. Pro zobrazení hlubších struktur používáme sondy o frekvenci 2-5 MHz, pro povrchnější 5-15 MHz. Využíváme odrazů na rozhraní různých prostředí - tkání s různou akustickou impedancí. Akustická impedance označuje odpor prostředí vůči ultrazvuku. To také můžeme vyjádřit rovnicí $Z = \rho \cdot c$ (Z...akustická impedance, ρ ...hustota prostředí, c...rychlost šíření ultrazvukového vlnění v daném prostředí).

Čím větší je rozdíl v hustotě těchto prostředí, tím je větší intenzita odrazu. Ultrazvuk se šíří nejlépe v kapalinách, v pevných látkách a plynech je výrazně tlumen (kosti, plíce). Proto je nutné při vyšetření používat kontaktní gely na kůži - pro odstranění vrstvičky vzduchu mezi sondou a kůží.

Rychlost šíření UZ závisí na hustotě daného prostředí. Průměrná rychlost šíření ultrazvuku v lidské tkáni je přibližně $1,54 \cdot 10^3 \text{ m/s}$. (8)

„Zdrojem ultrazvuku je piezoelektrický krystal, který působením střídavého proudu deformuje svůj tvar.“⁽⁶⁾ Piezoelektrický měnič tak pracuje jako vysílač mechanického vlnění (1% celkového času) a zároveň jako přijímač odrazů (99% celkového času). Intenzita odrazu odpovídá velikosti rozdílu rozhraní tkání. Krystal je uložen v sondě. Nejčastěji využíváme sondy lineární a konvexní. Lineární sondy (linear arrays) mají měniče uspořádány v řadě za sebou, které jsou buzeny postupně. Užíváme je k zobrazení dutiny břišní a břišní aorty. Konvexní sondy

(convex arrays) mají měniče uspořádány do konvexně vyklenuté řady ve tvaru vějíře. Vyšetřujeme jimi povrchové struktury jako jsou tepny dolních končetin. (6)(8)(9)

b) Princip Dopplerovské ultrasonografie - Dopplerův jev

Tento jev poprvé popsal roku 1842 rakouský fyzik Christian Johann Doppler. Dopplerova jevu využíváme pro kvantitativní a kvalitativní vyšetření krevního toku. Jedná se o změny frekvence mechanického vlnění při odrazu od pohybujícího se objektu (erytrocytů). Dochází k frekvenčnímu posunu k nižším nebo vyšším frekvencím. Ze změny frekvence vlnění můžeme poté určit rychlost a směr pohybu erytrocytů. Od nepohyblivých objektů se ultrazvuk odráží bez změny frekvence, což je základem tvorby tzv. B-módu. U pohybujících se erytrocytů dochází k frekvenčnímu posunu. Jeho velikost je přímo úměrná rychlosti pohybu erytrocytů. (6)(10)

c) Metody zobrazení

V dopplerovské USG používáme dva typy dopplerovských metod CW a PW.

Metoda **CW (continuous wave)** využívá kontinuální ultrazvukový signál nejčastěji o frekvenci 4 nebo 8 MHz. Sonda obsahuje dva krystaly, jeden signál trvale vysílá (vysílač) a druhý trvale přijímá odražené signály (přijímač). Nevýhodou této metody je neschopnost prostorového rozlišení. Hlavní výhodou je přesné měření vysokých rychlostí toku krve.

U metody **PW (pulsed wave)** obsahuje sonda jen jediný piezoelektrický měnič, který střídavě vysílá a přijímá ultrazvukové vlnění. Vysílá v krátkých pulzech. Doba mezi vysláním a příjmem impulzu je přímo úměrná vzdálenosti cévy od sondy. Výhodou metody je přesné určení místa měření v určité cévě. Nevýhodou je malý rozdíl signálu a šumu, což nedovoluje měřit velmi pomalé toky (zde je nutno použít metodu barevného zobrazení energie).(6)(10)

Výsledkem vyšetření dopplerovskou USG jsou tyto zobrazení: *spektrální záznam*, *barevné mapování* nebo *barevné zobrazení energie*.

Spektrální záznam je grafickým vyjádřením závislosti rychlosti toku krve na čase (v cm/s). Umožňuje zobrazení průtoku v dané cévě. Rychlosti toku krve jsou v rozmezí 0 až 5 cm/s.

Barevné mapování průtoku (CDI - Color doppler imaging, CFM - Color flow mapping) je metodou semikvantitativní. Kromě směru toku umožňuje zobrazit pouze přibližnou rychlost, avšak ve více cévách najednou. Výsledkem je barevná mapa

krevního toku na pozadí B-módu - 2D obrazu ve škále šedi. Toky směrem k sondě (kladné frekvenční posuny) se zobrazují červenou barvou, toky směrem od sondy (záporné frekvenční posuny) zobrazuje modrá barva. Kombinace barevného mapování toku na pozadí B-módu je také označován pojmem *barevná duplexní ultrasonografie*.

Barevné zobrazení energie (CDE - Color doppler energy, Color amplitude imaging - CAI, Color angiography, Power mapping) je metoda, která zobrazuje pouze intenzitu (power) odraženého signálu. Frekvenční posun je zde ignorován. Intenzita barvy odpovídá počtu pohybujících se krvinek bez ohledu na směr a rychlost jejich pohybu. Lze ho využít při vyšetření méně prokrvených tkání, zejména s pomalým tokem krve. (9)(10)

d) Kontrastní látky

Intenzitu dopplerovského signálu můžeme zvýšit aplikací ultrazvukových kontrastních látek intravenózně, které zvýší echogenitu proudící krve. Kontrastní látky mají formu mikrobublin. Jejich užití je však stále otázkou budoucnosti. (7)

e) Příprava pacienta

Pro toto vyšetření není nutná žádná zvláštní příprava ani doporučení.

f) Průběh vyšetření

K vyšetření používáme lineární a konvexní sondu o frekvenci 7,5-15 MHz. U většiny vyšetření volíme polohou pacienta na zádech s mírnou abdukci končetiny. Pro popliteální oblast zvolíme polohu na břiše. Celý arteriální úsek vyšetřujeme systematicky od proximálního okraje distálním směrem. Pokud nebyla jasně formulovaná klinická otázka, která by ohraničovala vyšetření jen na určitý úsek, začínáme duplexní barevné vyšetření na a. femoralis communis. Poté přejdeme na femorální bifurkaci, kde se nejčastěji vyskytují ateromatózní změny. Barevné zobrazení doplníme vždy měřením rychlosti toku pulzně dopplerovským modulem (spektrální záznam). Při rychlostech toku od 1 do 500 cm/s dochází k frekvenčnímu posunu v rozsahu slyšitelného zvuku, což umožňuje zvukovou reprodukci. Pokračujeme dále po a. femoralis superficialis až po canalis adductoris. V poloze na břiše vyšetřujeme oblast a. poplitea až po odstup a. tibialis anterior. K vyšetření distálního úseku používáme barevného duplexního zobrazení žíldka. Pro tuto oblast postačí užití CW dopplerovské vyšetření.

Vyšetřujeme ve dvou rovinách. V transversální a longitudinální rovině, v níž provádíme také měření rychlosti toku.

Barevná duplexní ultrasonografie je vhodná u pacientů, u nichž již bylo provedeno základní klinické vyšetření. Může přispět k objasnění následujících problémů: lokalizace překážky toku, určení druhu překážky (stenóza, uzávěr), určení délky překážky, určení hemodynamické významnosti stenózy, posouzení stavu a. femoralis communis před plánovanou punkcí, diagnostika aneuryzmatu. Další indikací je kontrola intervenčního zákroku na cévách (PTA nebo chirurgický zákrok) jako je průchodnost endoluminálního stentu, průchodnost bypassů a posouzení punkčních komplikací. (7)(10)

1.3.4.2 MR angiografie

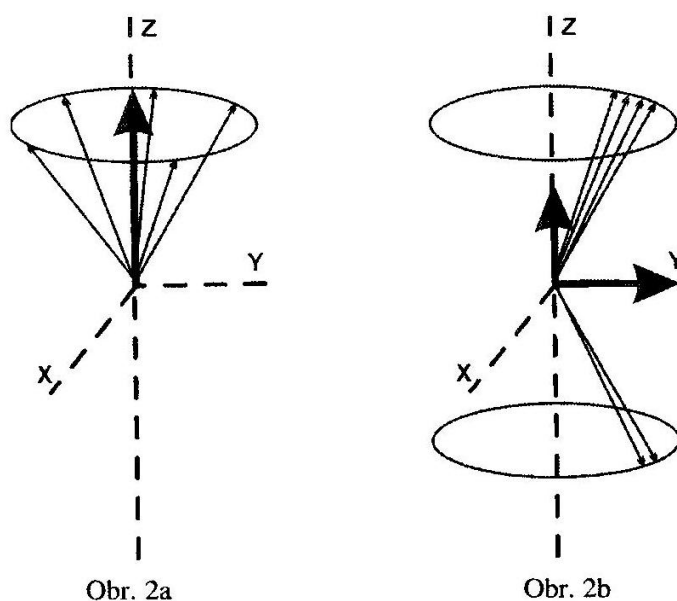
a) Princip magnetické rezonance

Zobrazování magnetickou rezonancí je založeno na principu zjišťování změn magnetických momentů jader prvků s lichým protonovým číslem uložených v silném magnetickém poli. (7)

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 tkáni, 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. (5)

Obr.1 Vznik příčné magnetizace



Obr. 2a – vektor podélné magnetizace (silná šipka). Obr. 2b – precese – útlum vertikální magnetizace, vznik transverzální magnetizace (šipka Y) a precesní kruhové pohyby vektoru Y (5)

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 impulzů 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. (5)

b) Kontrastní látky

Při vyšetřování magnetickou rezonancí se používají kontrastní látky (KL) na bázi Gadolinia (Gd). Tento prvek je paramagnetický a zkracuje relaxační časy v T1 v.o.

(vážený obraz), kde je KL hypersignální (hyperintenzní). Strukturou je KL tvořena makromolekulou želatiny, proto neproniká do buněk, ale zůstává v krevním řečišti. Neproniká ani hematoencefalickou bariérou, jen v případě patologie. V současnosti používáme k vyšetření MRA KL Gadovist nebo MultiHance. Možnost vzniku nežádoucí reakcí po aplikaci KL je stejná jako u jodových KL, v běžné praxi se s nimi setkáváme jen minimálně. (5)

c) Metoda vyšetření MRA

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 dvojitý 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 periférii, což je zdrojem diagnostických nepřesností (pseudostenózy nebo pseudotromby). (5)

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. (5)

d) 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.

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

e) Průběh vyšetření

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. Na stehna mu připevníme tzv. tlakové manžety (turnikety) a připojíme na tlakoměr. Manžety tlakujeme o 20mm Hg výše, než je hodnota pacientova systolického tlaku. Slouží ke zpomalení zpětného toku krve z periferie, čímž se minimalizuje žilní kontaminace, která by značně snižovala možnosti hodnocení tepen v infrapopliteální oblasti. (Turnikety nepoužíváme u lidí s femoro-popliteálním bypassem nebo s velkými bolestmi dolních končetin.) Pacienta připojíme na injektor. Poté na tělo přikládáme povrchové cívky - cívku pro vyšetření břicha a cívku pro dolní končetiny. Centrujeme na začátek vyšetřované oblasti - pod processus xiphoideus.

Při kontrastní CE MRA aplikujeme paramagnetickou KL do žíly bolusem. Používáme k tomu tlakový injektor. 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 lokalizeru (scout) a PC 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. Pomocí funkce Return zopakujeme již provedené nativní vyšetření s KL. Příchod bolusu do oblasti zájmu (břišní aorty) sledujeme pomocí MR skiakopie tzv. Care Bolus. Pomocí něho radiologický asistent spouští vyšetřovací sekvenci. Správné **načasování (timing)** začátku skenování vstupu KL aortou do vyšetřované oblasti závisí na zručnosti a zkušenosti laboranta. (5)

f) Protokol MRA

Protokol MRA				
	postup vyšetření	rovina	zobrazení	KL
1.	lokalizer břicho	coronální	anatomické struktury	ne
2.	lokalizer stehna	coronální	anatomické struktury	ne
3.	lokalizer bérce	coronální	anatomické struktury	ne
4.	T1 v.o. 3D břicho	coronální	jen cévy	ne
5.	T1 v.o. 3D stehna	coronální	jen cévy	ne
6.	T1 v.o. 3D bérce	coronální	jen cévy	ne
7.	Care Bolus			ano
8.	opakujeme postupy 1.-6. s KL	coronální	jen cévy	ano
9.	T1 v.o. V1 vibe - rekonstrukce (postprocessing)	transverzální	cévy a orgány	ne
10.	lokalizer poplitea (doplňujeme jen při patologii)	coronální	jen cévy	ano
11.	T1 v.o. V1 vibe poplitea - rekonstrukce (postprocessing)	transverzální	cévy a orgány	ne

zdroj: Radiologická klinika FNOL

g) Postprocessing

Po ukončení vyšetření zhotovuje radiologický asistent následné obrazové rekonstrukce (bez přítomnosti pacienta), jenž značně pomáhají lékařům v určení správné a přesné diagnózy. Rekonstrukci tepen dolních končetin provádíme v T1 váženém obraze v transverzální rovině. Na výsledném obraze vidíme 3D rekonstrukci vyšetřovaných cév včetně jejich okolí.

h) 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. (5)

1.3.4.3 CT angiografie

a) Princip CT

Počítačová tomografie (CT) je zobrazovací metoda, která využívá digitální zpracování dat o průchodu rentgenového záření vyšetřovanou vrstvou. Princip metody je podobný konvenčnímu. Dochází k zeslabování svazku rentgenového záření při průchodu vyšetřovaným objektem (tělo pacienta). Jde o metodu tomografickou - vyšetření se skládá z několika tomografických vrstev (skenů) o šířce 1-10 mm.

Jednotlivé CT přístroje dělíme dle konstrukce detektorové soustavy na 4 generace. Současně nejužívanější CT přístroje jsou tzv. 3. generace. helikální

(spirální) způsob skenování. Základ tvoří rentgenka a soustava detektorů (800-1200) uspořádané v jedné nebo více řadách - u moderních přístrojů je to 32 - 64 řad detektorů (Dual Slice, MDCT). V průběhu skenování rentgenka obkružuje tělo pacienta po dráze pomyslného kuželu za současného posunu vyšetřovacího stolu opačným směrem. Během expozice jedné vrstvy se rentgenka a detektory, které jsou spolu pevně spojeny, otočí kolem pacienta o 360° (CT přístroje tzv. 4. generace mají stacionární detektory uloženy po obvodu kruhu, uvnitř kterého rotuje rentgenka).

Velikost dávky záření u helikálního CT závisí na celkové době expozice a počtu rotací a je přibližně dvacetkrát vyšší oproti klasické skiagrafii. U HRCT a MDCT jsou dávky i nižší. U vyšetření trupu se hodnoty expozice pohybují okolo 140 kV/345 mAs - 18mGy.

Svazek záření vycházející z rentgenky je cloněn do tvaru vějíře. Záření po průchodu vyšetřovaným objektem dopadá na detektory. Dopadající záření je převedeno na elektrický signál, ten je odeslán ke zpracování do počítače. Doba rotace (expoziční čas) je v rozmezí 0,5-7 s, u novějších přístrojů 1-2 s. Během rotace je množství prošlého záření v několika stovkách měření (720-1440 měření) každým detektorem. Vzniká tzv. datová stopa. Počet stop se rovná počtu řad detektorů. Z těchto dat provede počítač rekonstrukci obrazu. Získané obrazy jsou digitální. Míru zeslabení záření registrujeme jako denzitu v tzv. Hounsfieldových jednotkách (HU = Hounsfield unit). Různé hodnoty denzity se zobrazí ve škále šedi. Základními body stupnice denzity jsou: -1000 H.U. pro vzduch (hypodenzní - tmavé), 0 H.U. numerický střed, +3096 H.U. (hyperdenzní - světlé) pro kovy a neřaděnou kontrastní látku. Kupříkladu tekutá krev se zobrazuje v rozmezí 40-50 H.U., koagulovaná v hodnotách 70-90 H.U. Pro lepší zobrazení užíváme podstupnici tzv. okno (window), charakterizovaná středem (L) a šíří (W) okna. Je to například okno plicní, měkkotkáňové, spinální, mozkové nebo kostní okno. (6)(11)(12)

b) Kontrastní látky

Při nativním vyšetření se denzita cévního systému liší velmi málo. Je nutná aplikace KL do žíly, abychom zvýšili rozlišení a usnadnili tak hodnocení výsledného obrazu. Po aplikaci KL se cévy jeví jako hyperdenzní struktura. Při vyšetření CTA používáme vodné jodové KL - neionické. Neionické KL jako například Ultravist nebo Iomeron mají mnohem nižší riziko vzniku nežádoucích účinků (alergické reakce) než-li

KL ionické (Telebrix). Vodné jodové KL se vylučují z organismu uropoetickým systémem a jsou částečně nefrotoxické. (11)(12)

c) Příprava pacienta

Před plánovaným vyšetřením musí být pacient 4 hodiny lačný. Při akutním vyšetření s KL zajistíme zavedení nasogastrické sondy. Před vyšetřením odloží kovové předměty z oblasti zobrazení. U alergických pacientů provedeme premedikaci Prednisonem (40-60 mg p.o. večer a ráno před vyšetřením) nebo Hydrokortisonem (200-300mg i.v. 1 hodinu před vyšetřením). Poučíme pacienta o průběhu a možných komplikacích. (11)

d) Průběh vyšetření

Vyšetření je ambulantní. Trvá přibližně 20-30 minut. Po příchodu na vyšetřovnu je pacientovi zavedena flexibilní kanyla (18-20 gauge). Místem aplikace je nejčastěji horní končetina. Kanylu zavádíme do kubitální žíly (v. brachialis), popřípadě na dorzum ruky nebo některé z žil předloktí. Pokud má pacient zavedený centrální žilní katetr, lze aplikovat KL také, pokud je kanyla vysokoprůtoková. V tomto případě však dochází k rychlejší distribuci KL, proto můžeme zvýšit rychlost její aplikace. Aplikaci KL do žíly přetlakovým injektorem ihned následuje aplikace fyziologického roztoku, jenž je důležitá pro zachování bolusu KL. Pacient leží v poloze na zádech, nohy mu směřují do gantry. Ruce má natažené za hlavou.

Nejprve zhotovíme tzv. topogram (lokalizer, scout). Poté vymezíme oblast skenování. Správné zvolení rozsahu vyšetření ovlivňuje dávku záření. Provádíme dynamické skenování tzv. „bolus tracking“ s aplikací KL. Zpoždění zahájení spirálního skenu po aplikaci provádíme manuálně. Monitorujeme vývoj denzity při aplikaci vlastního bolusu KL po předchozím zvolení úrovně objemu (vzorkovacího objemu) vyšetřované tkáně tzv. smartu, který nejčastěji umístíme do oblasti abdominální aorty. Tato úroveň odpovídá hodnotě denzity 100-150 H.U. Po dosažení požadované denzity radiologický asistent spouští manuálně akvizici dat. (12)(13)

e) Protokol CTA

Protokol CTA	
indikace	vyšetření před endovaskulární léčbou
topogram	předozadní a boční, bez KL
	rozsah od Th12 k prstům dolních končetin
směr skenování	kranio - kaudální
instrukce nemocnému	zadržet dech a nedýchat, nehýbat se
KL	ano
KL - druh, množství, rychlost aplikace	vodná jodová neionická KL - Ultravist, Iomeron
	80ml KL a 40ml fyziologického roztoku
	rychlost aplikace 3,5 ml/s
pacienti nad 100kg váhy	150ml KL a 70ml fyziologického roztoku
	rychlost aplikace 4,0 - 4,5 ml/s
skenovací parametry	
šíře vrstvy	0,625mm
interval	0,625mm
zpoždění zahájení skenu	dle smartu - aorta abdominalis, 100 - 150 H.U.

Zdroj: Radiologická klinika FNOL

g) Postprocessing

Po ukončení vyšetření provádíme následně rekonstrukce obrazu ze získaných dat pomocí počítače (již bez přítomnosti pacienta). Nejčastějšími typy rekonstrukcí jsou: *MPR (multiplanární rekonstrukce)*, *MIP (maximum intensity projection)* a *VRT (volume rendering technique)*.

Pomocí *MPR* získáváme zobrazení tepen včetně okolí v mnoha vrstvách a ve všech vyšetřovaných rovinách (transverzální, sagitální, koronální). Různé stupně denzity jsou zobrazeny ve škále šedi. Šíři vrstvy lze libovolně nastavit. Optimální překryv vrstev pro zhotovení kvalitních *MPR* je 50%.

MIP je 3D rekonstrukce cévního systému nejvyšších denzit. Zobrazení je podobné klasické arteriografii. Její pomocí zobrazíme struktury s nejvyšší denzitou (cévy naplněné KL, hutná kost) i jejich okolí. Výhodné je užití subtrakce kostních struktur. *MIP* slouží především k posouzení celého průběhu cévy.

VRT je 3D rekonstrukce zobrazení typu *MIP*. Na výsledném obrazu vidíme jen subtrahované cévy ve 3D naplněné KL v různém barevném provedení. Vytvoří se tak prostorový model reálného objektu. Jednotlivým intervalům denzit jsou přiřazeny různé barvy. (11)(12)(13)

h) Kontraindikace vyšetření

Kontraindikací vyšetření jsou: alergická reakce na jodovou KL v anamnéze, polyvalentní alergie, jaterní a renální insuficience, hyperthyreóza a poruchy koagulace. V těchto případech provádíme jen nativní vyšetření. Absolutní kontraindikací je gravidita.

1.3.5 Invazivní zobrazovací metody

1.3.5.1 Angiografie

Tento termín označuje zobrazení cév s aplikací kontrastní látky pomocí skiaskopicko - skiagrafické techniky. Zobrazení tepen nazýváme arteriografie. Končetinová angiografie zůstává zatím zlatým standardem i přes široké možnosti využití neinvazivního vyšetřování pomocí USG, MRA a CTA. Výsledky angiografického vyšetření lze zlepšit: vyšetřením DSA, vasodilatací vyvolanou prohřátím končetiny nebo farmakologicky a aplikací kontrastní látky co nejbliže postiženému místu. (1)(6)

1.3.5.2. DSA - Digitální substrakční angiografie

Vyšetření DSA vždy předchází intervenční léčebné metodě na cévním řečišti. Slouží k zobrazení cév naplněných kontrastní látkou pomocí digitálně zpracovaného obrazu a počítačové subtrakce kostních struktur před a po nástřiku kontrastní látky. Větším počtem projekcí lze vyšetřit hraniční stenózy, místa napojení bypassů, odstupy vnitřních illických tepen a hlubokých stehenních tepen. (1)(6)

2 PRAKTICKÁ ČÁST

ÚVOD

Cílem této bakalářské práce bylo statistické zhodnocení souboru pacientů vyšetřených na Radiologické klinice FN v Olomouci metodou MRA tepen dolních končetin.

2.1 Metodika

V praktické části jsem statisticky zhodnotila soubor pacientů vyšetřených na Radiologické klinice FN v Olomouci v roce 2008 MRA tepen dolních končetin. Zaměřila jsem se na skupinu pacientů vyšetřených touto metodou v období červenec až srpen téhož roku (2008). Skupinu jsem rozdělila dle pohlaví, věku, indikací k vyšetření. Hlavní náplní práce bylo určení procenta shody výsledků MRA vzhledem k metodě DSA („zlatý standard“) na jednotlivých tepnách.

2.2 Soubor pacientů

V roce 2008 bylo na Radiologické klinice FN v Olomouci vyšetřeno metodou MRA tepen dolních končetin celkem 454 pacientů. V období červenec - srpen 2008 jich bylo vyšetřeno 73, z toho bylo 54 mužů (74,0%) o průměrném věku 65 let a 19 žen (26,0%) o průměrném věku 72 let.

2.3 Výsledky

Výsledky jsem zaznamenala v podobě tabulek a grafů vyjádřených v procentech z celkového počtu případů (73 pacientů).

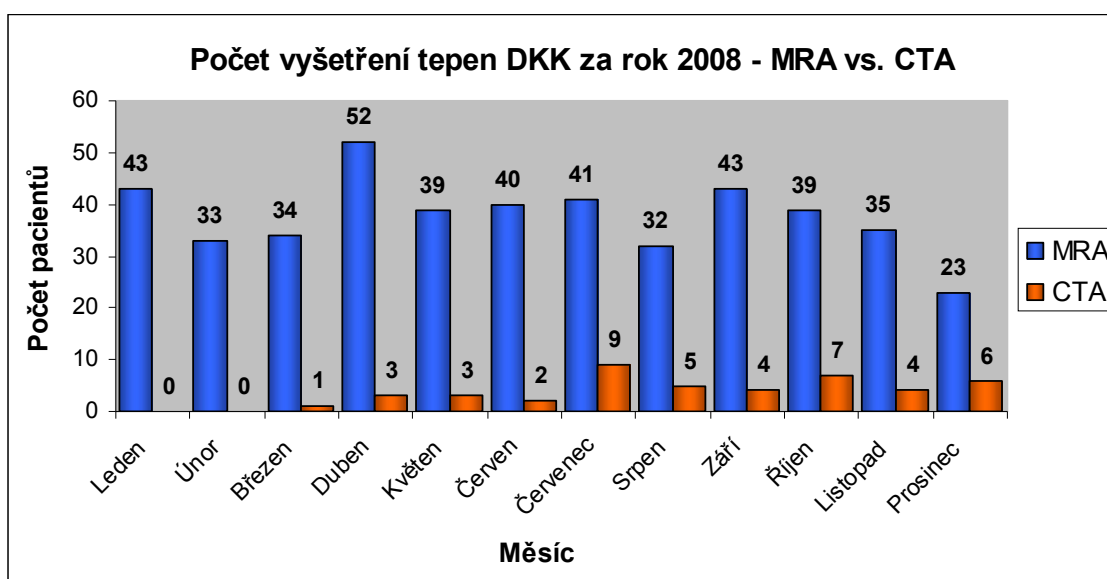
2.3.1 Počet vyšetření tepen dolních končetin v roce 2008 - MRA vs. CTA

V roce 2008 bylo na Radiologické klinice FN v Olomouci vyšetřeno metodami MRA a CTA celkem 498 pacientů, z toho 454 (91,2%) metodou MRA a 44 (8,8%) metodou CTA. Vysoký počet MRA vyšetření vůči CTA je dán absencí ionizujícího záření při MRA a okrajově také instalací nového multidetektorového CT přístroje až od března 2008.

Tabulka č.1 - Počet vyšetření tepen DKK za rok 2008 - MRA vs. CTA

Počet vyšetření tepen DKK za rok 2008 - MRA vs. CTA		
	MRA	CTA
Leden	43	0
Únor	33	0
Březen	34	1
Duben	52	3
Květen	39	3
Červen	40	2
Červenec	41	9
Srpen	32	5
Září	43	4
Říjen	39	7
Listopad	35	4
Prosinec	23	6
Celkem	454	44

Graf č.1 - Počet vyšetření tepen DKK za rok 2008 - MRA vs. CTA



2.3.2 Vyšetření MRA DKK - rozdělení dle věku

Soubor 73 pacientů vyšetřených metodou MRA dolních končetin v období červenec - srpen roku 2008 tvořili muži o průměrném věku 65 let (medián 65 let), z toho nejmladšímu bylo 25 let a nejstaršímu 85 let a ženy průměrného věku 72 let (medián 70 let), z nichž nejmladší bylo 49 let a nejstarší 88 let. Průměrný věk celého souboru byl 67 let (medián 66 let).

Tabulka č. 2 - Vyšetření MRA DKK - rozdělení dle věku

Vyšetření MRA DKK - dle věku			
	muži	ženy	celý soubor (73)
minimum	25	49	25
maximum	85	88	88
průměr	65	72	67
medián	65	70	66
směrodatná odchylka	11,4	11,1	11,6

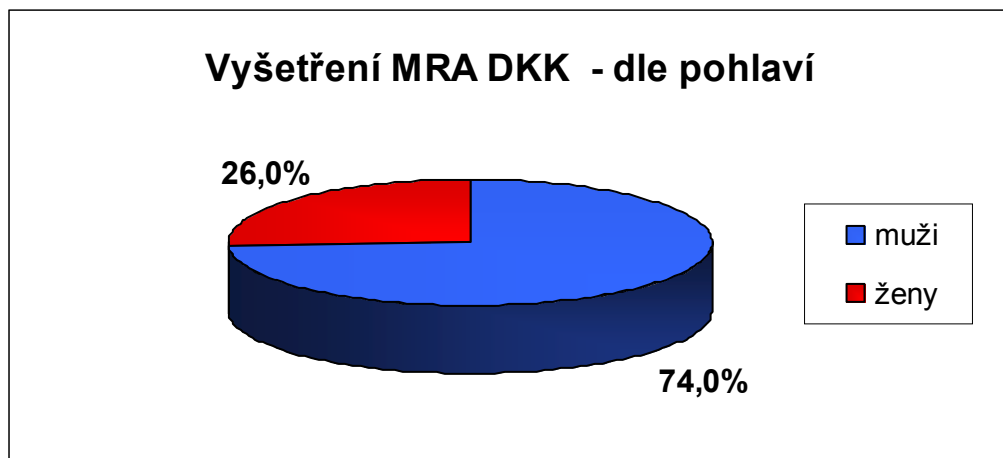
2.3.3 Vyšetření MRA DKK - rozdělení dle pohlaví

Soubor 73 pacientů vyšetřených metodou MRA DKK tvořilo 54 (74,0%) mužů a 19 (26,0%) žen.

Tabulka č. 3 - Vyšetření MRA DKK - rozdělení dle pohlaví

Vyšetření MRA DKK - dle pohlaví		
	počet pacientů	procent z celku
muži	54	74,0%
ženy	19	26,0%
celkem	73	

Graf č. 2 - Vyšetření MRA DKK - rozdělení dle pohlaví



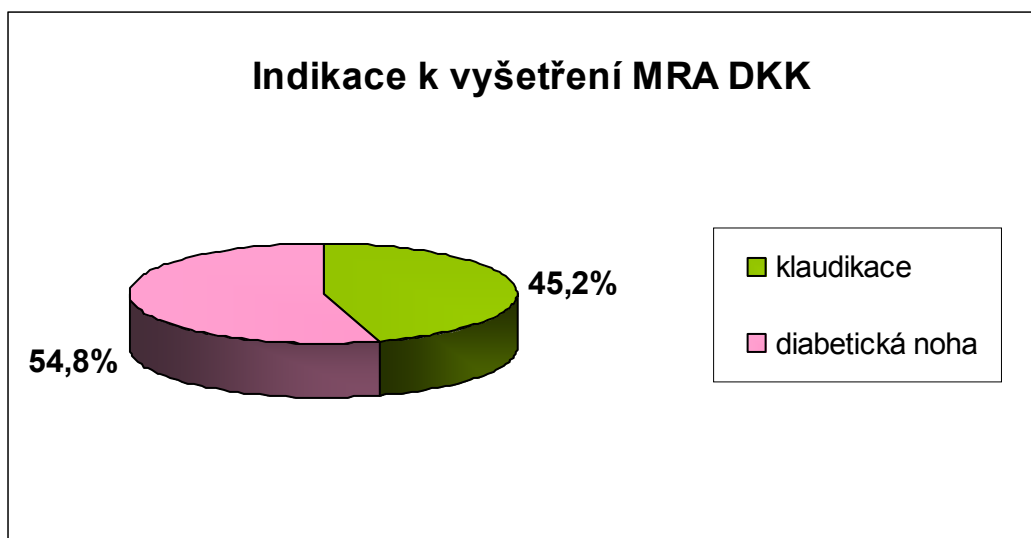
2.3.4 Indikace k vyšetření MRA DKK

Indikace k vyšetření MRA DKK tvořily 2 skupiny: 33 (45,2%) případů klaudikace, z toho 24 (72,7%) mužů a 9 (27,3%) žen. Zbylých 40 (54,8%) případů z celku byly případy diabetické nohy (tzv. syndrom diabetické nohy), z toho 30 (75,0%) mužů a 10 (25,0%) žen.

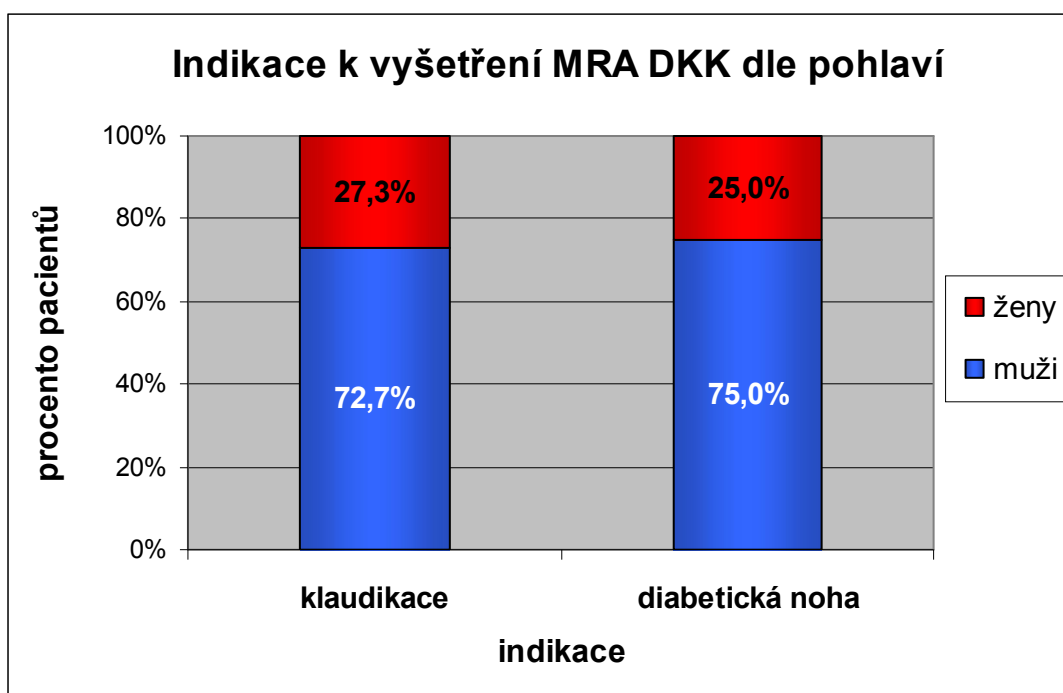
Tabulka č. 4 - Indikace k vyšetření MRA DKK

Indikace k vyšetření MRA DKK			
indikace k vyšetření	muži	ženy	celkem (%)
klaudikace	24 (72,7%)	9 (27,3%)	33 (45,2%)
diabetická noha	30 (75,0%)	10 (25,0%)	40 (54,8%)

Graf č. 3 - Indikace k vyšetření MRA DKK



Graf č. 4 - Indikace k vyšetření MRA DKK dle pohlaví



2.3.5 Procento shody MRA vzhledem k DSA

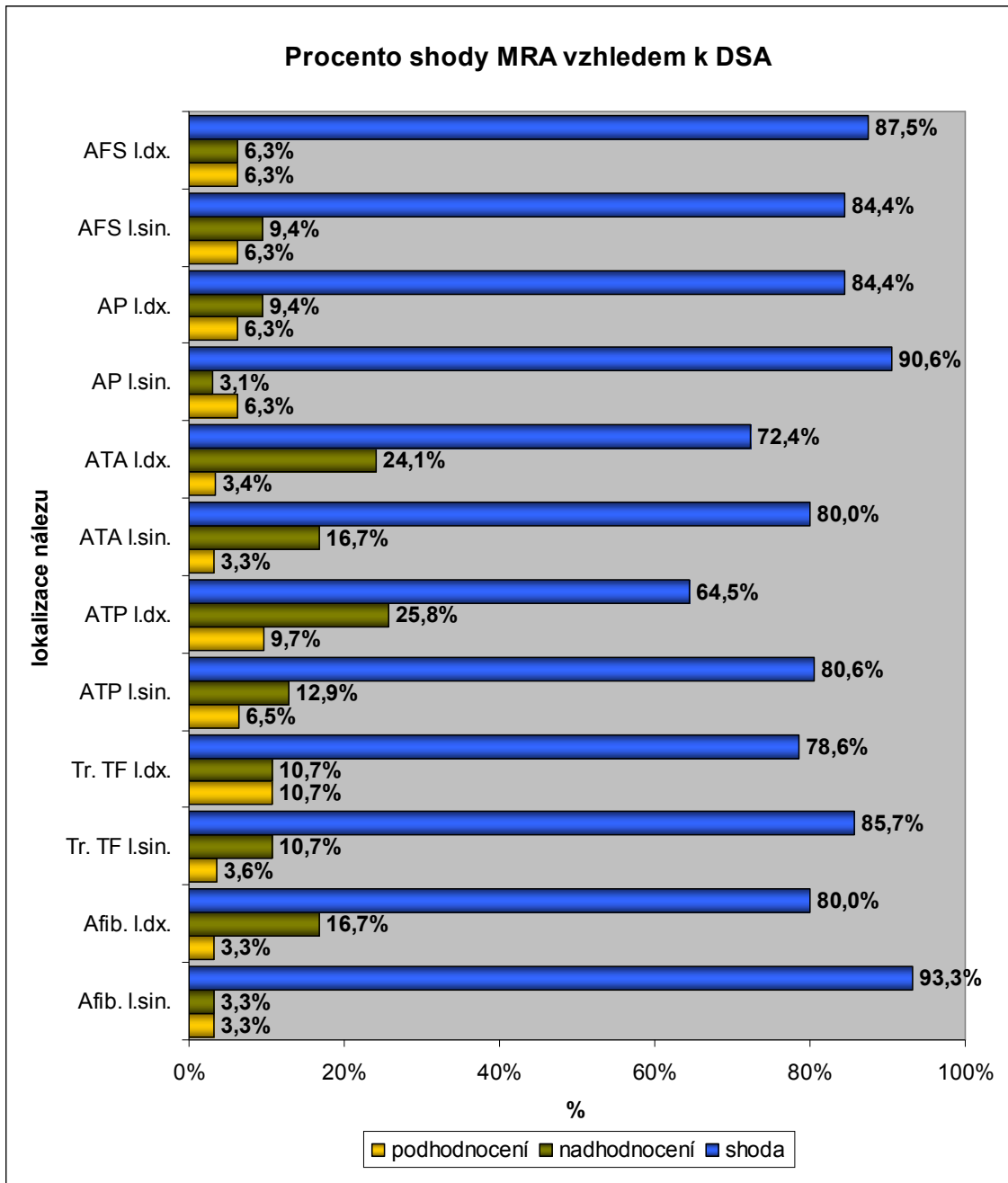
Procenta shodných nálezů jsem hodnotila ze souboru 32 pacientů vyšetřených metodou MRA v období červenec - srpen roku 2008, u kterých byla následně indikována vaskulární intervenční léčba (PTA). Té vždy předchází vyšetření DSA. U pacientů jsem hodnotila stupeň postižení tepen, kde byla 0 - normální nález, 1 - hemodynamicky významná stenóza a 2 - uzávěr tepny v závislosti na jejich lokalizaci. Zaměřila jsem se na tyto tepny: a. femoralis superficialis (AFS) l.dx. et sin., a. poplitea (AP) l.dx. et sin., a. tibialis anterior (ATA) l.dx. et sin., a. tibialis posterior (ATP) l.dx. et sin., truncus tibiofibularis (Tr. TF) l.dx. et sin. a a. fibularis (Afib.) l.dx. et sin.

Nejvyšší shoda metody MRA s metodou DSA v hodnocení nálezu byla na a. fibularis l.sin. 93,3% a nejnižší shoda metody MRA s metodou DSA byla na a. tibialis posterior l.dx. 64,5%. Nejvyšší hodnota, kdy metoda MRA výsledný nález vzhledem k metodě DSA nadhodnotila byla na a. tibialis posterior l.dx. 25,8%. Nejnižší hodnota, kdy metoda MRA výsledný nález vzhledem k metodě DSA nadhodnotila byla na a. poplitea l.sin. 3,1%. Nejvyšší hodnota, kdy metoda MRA výsledek vzhledem k metodě DSA podhodnotila byla na Tr. tibiofibularis l.dx. 10,7%. Nejnižší hodnota, kdy metoda MRA výsledek vzhledem k metodě DSA podhodnotila byla na a. tibialis anterior l.sin., a. fibularis l. dx a l.sin 3,3%.

Tabulka č. 5 - Procento shody MRA vzhledem k DSA

tepny DKK	shoda	nadhodnocení	podhodnocení
AFS l.dx.	87,5%	6,3%	6,3%
AFS l.sin.	84,4%	9,4%	6,3%
AP l.dx.	84,4%	9,4%	6,3%
AP l.sin.	90,6%	3,1%	6,3%
ATA l.dx.	72,4%	24,1%	3,4%
ATA l.sin.	80,0%	16,7%	3,3%
ATP l.dx.	64,5%	25,8%	9,7%
ATP l.sin.	80,6%	12,9%	6,5%
Tr. TF l.dx.	78,6%	10,7%	10,7%
Tr. TF l.sin.	85,7%	10,7%	3,6%
Afib. l.dx.	80,0%	16,7%	3,3%
Afib. l.sin.	93,3%	3,3%	3,3%

Graf č. 5 - Procento shody MRA vzhledem k DSA



DISKUZE

Ve srovnání postupů při diagnostice onemocnění tepen dolních končetin se Radiologická klinika FN v Olomouci neliší od celosvětově uznávaného postupu, kterým je postup při vyšetřování pacientů od neinvazivních metod k metodám invazivním. Volba jednotlivé metody závisí také na indikujícím lékaři, dostupnosti metody v regionu a ceně vyšetření. Ve FN v Olomouci jsou k dispozici všechny diagnostické modalities k vyšetření tepen dolních končetin. Lékař má tedy možnost porovnání výsledků z několika typů vyšetření a upřesnit tím stanovenou diagnózu.

Základním vyšetření při podezření na onemocnění tepen dolních končetin je klinické vyšetření. Při pozitivním nálezu následuje neinvazivní diagnostická metoda, nejčastěji Dopplerovská USG, MRA. Pokud je MRA kontraindikována, lze pacienta vyšetřit metodou CTA. V případě nedostupnosti některé z modalit nebo nejasnosti nálezu použijeme metodu DSA.

ZÁVĚR

Cílem mé práce bylo statistické zhodnocení souboru pacientů vyšetřených na Radiologické klinice FN v Olomouci pomocí MRA tepen dolních končetin, v období července až srpna v roce 2008. A také posouzení shody výsledných nálezů na jednotlivých tepnách metody MRA vzhledem k metodě DSA, jenž je brána za „zlatý standard“. Dle výsledků je metoda MRA přesnou neinvazivní diagnostickou modalitou pro vyšetření tepen dolních končetin a dostačující ke zhodnocení následného postupu léčby.

Seznam zkratek

a.	arteria
aa.	arteriae
CMP	cévní mozková příhoda
CT	počítačová tomografie, výpočetní t. (computer tomography)
CTA	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
ICHDK	ischemická choroba dolních končetin
ICHS	ischemická choroba srdeční
KL	kontrastní látka
m.	musculus
MDCT	multidetektorová výpočetní tomografie
MR (MRI)	magnetická rezonance (magnetic resonance imaging)
MRA	angiografie pomocí MR
r.	ramus
PW	pulzní dopplerovské vyšetření (pulsed wave)
USG	ultrasonografie

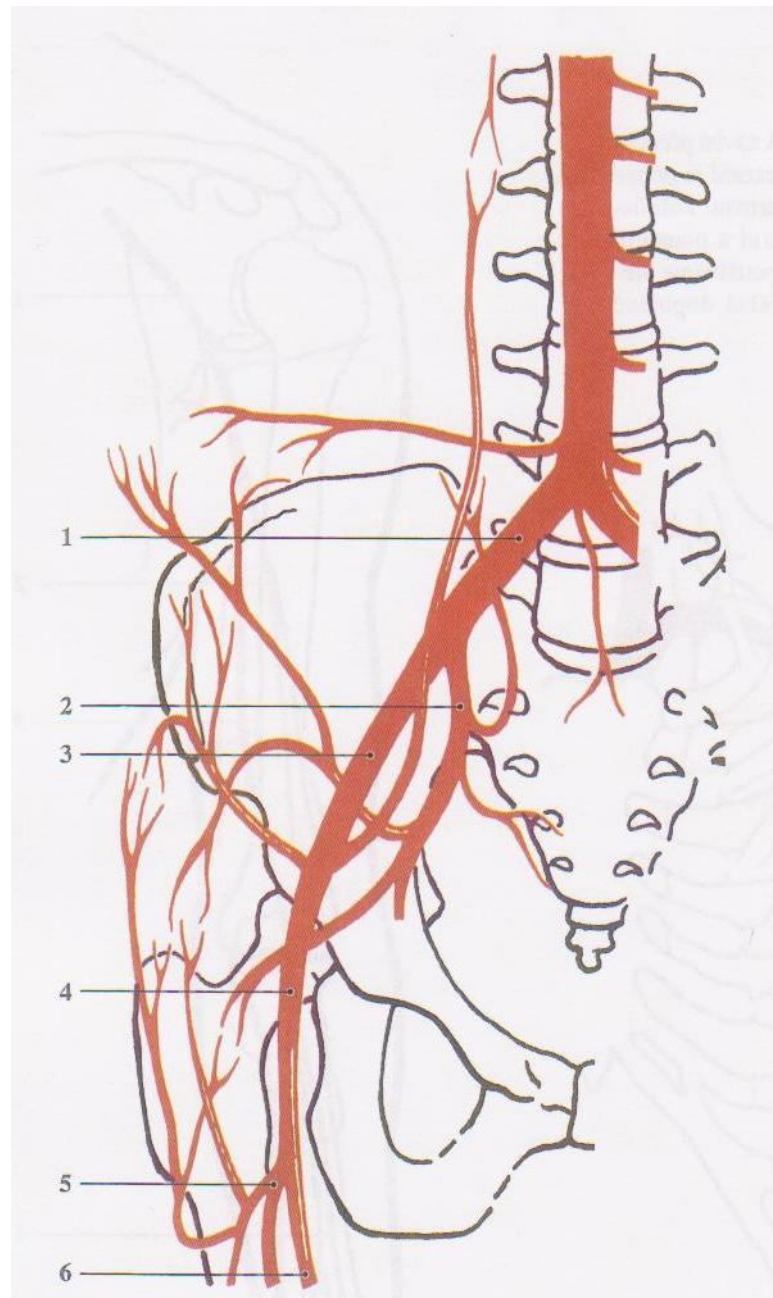
Seznam literatury

- 1) KRAJINA A., *Angiografie*, 1. vydání, Hradec Králové: Nucleus, 1999. ISBN 80-901753-6-8.
- 2) PŘEROVSKÝ I., *Vnitřní lékařství - díl II.b, Angiologie*, 1.vydání, Praha: Galén, 1999. ISBN 80-85824-99-5.
- 3) KLENER P. a kol., *Vnitřní lékařství - díl II*, 2. vydání, Praha: Karolinum, 1998. ISBN 80-7184-607-4.
- 4) ČIHÁK R., *Anatomie 3*, 1. vydání, Praha: Grada, 1997. ISBN 80-7169-140-2.
- 5) NEKULA J., CHMELOVÁ J., *Základy zobrazování magnetickou rezonancí*, 1.vydání, Ostrava: Zdravotně sociální fakulta Ostravské Univerzity v Ostravě, 2007. ISBN 978-80-7368-335-1.
- 6) NEKULA J., VOMÁČKA J. a kol., *Radiologie*, 2. vydání, Olomouc: Univerzita Palackého, 2003. ISBN 80-244-0672-1.
- 7) HRAZDIRA I., *Úvod do barevné duplexní ultrasonografie*, 1. vydání, Kuřim: AF167, 1998. ISBN 80-85384-36-1.
- 8) CHMELOVÁ J. a kol., *Základy ultrasonografie pro bakaláře*, 1. vydání, Ostrava: Zdravotně sociální fakulta, 2006. ISBN 80-7368-221-4.
- 9) ELIÁŠ P., ŽIŽKA J., *Dopplerovská ultrasonografie*, 1. vydání, Hradec Králové: Nucleus, 1998. ISBN 80-901753-5-X.
- 10) MUSIL D., *Ultrazvukové vyšetření žil dolních končetin*, 1. vydání, Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2161-3.
- 11) FERDA J., *Výpočetní tomografie*, 1. vydání, Praha: Galén, 2002. ISBN 80-7262-172-6.
- 12) FERDA J., *CT Angiografie*, 1. vydání, Praha: Galén, 2004. ISBN 80-7262-281-1.
- 13) FERDA J., *Multidetektorová výpočetní tomografie - Technika vyšetření*, 1. vydání, Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-608-3.

Seznam obrázků, tabulek, grafů a příloh

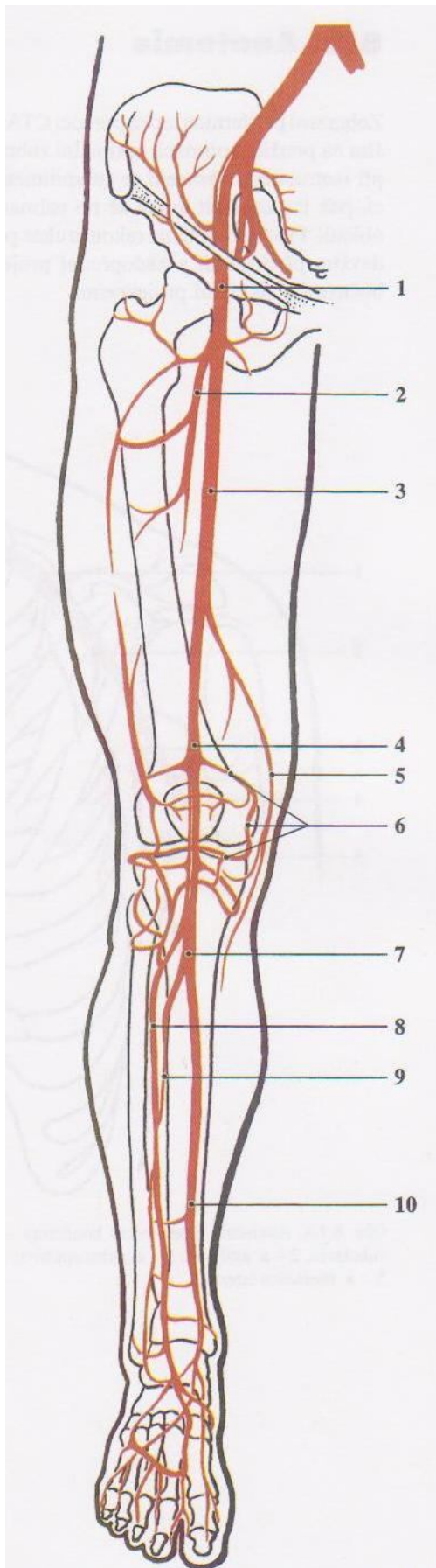
Obr.1 Vznik příčné magnetizace.....	21
Tabulka č.1 Počet vyšetření tepen DKK za rok 2008 - MRA vs. CTA	30
Tabulka č. 2 Vyšetření MRA DKK - rozdělení dle věku	31
Tabulka č. 3 Vyšetření MRA DKK - rozdělení dle pohlaví.....	31
Tabulka č. 4 Indikace k vyšetření MRA DKK	32
Tabulka č. 5 Procento shody MRA vzhledem k DSA.....	33
Graf č.1 Počet vyšetření tepen DKK za rok 2008 - MRA vs. CTA.....	30
Graf č. 2 Vyšetření MRA DKK - rozdělení dle pohlaví.....	31
Graf č. 3 Indikace k vyšetření MRA DKK.....	32
Graf č. 4 Indikace k vyšetření MRA DKK dle pohlaví.....	32
Graf č. 5 Procento shody MRA vzhledem k DSA	34
Příloha I. Anatomie pánevních tepen	I
Příloha II. Anatomie tepen dolních končetin.....	II
Příloha III. Ultrasonografie tepen dolních končetin.....	III
Příloha IV. MRA pánevních tepen.....	IV
Příloha V. MRA tepen dolních končetin	V
Příloha VI. CTA pánevních tepen a tepen dolních končetin	VI
Příloha VII. CTA pánevních tepen - VRT rekonstrukce.....	VII
Příloha VIII. CTA tepen dolních končetin - VRT rekonstrukce.....	VIII
Příloha IX. DSA pánevních tepen.....	IX
Příloha X. DSA tepen dolních končetin	X

Anatomie pánevních tepen



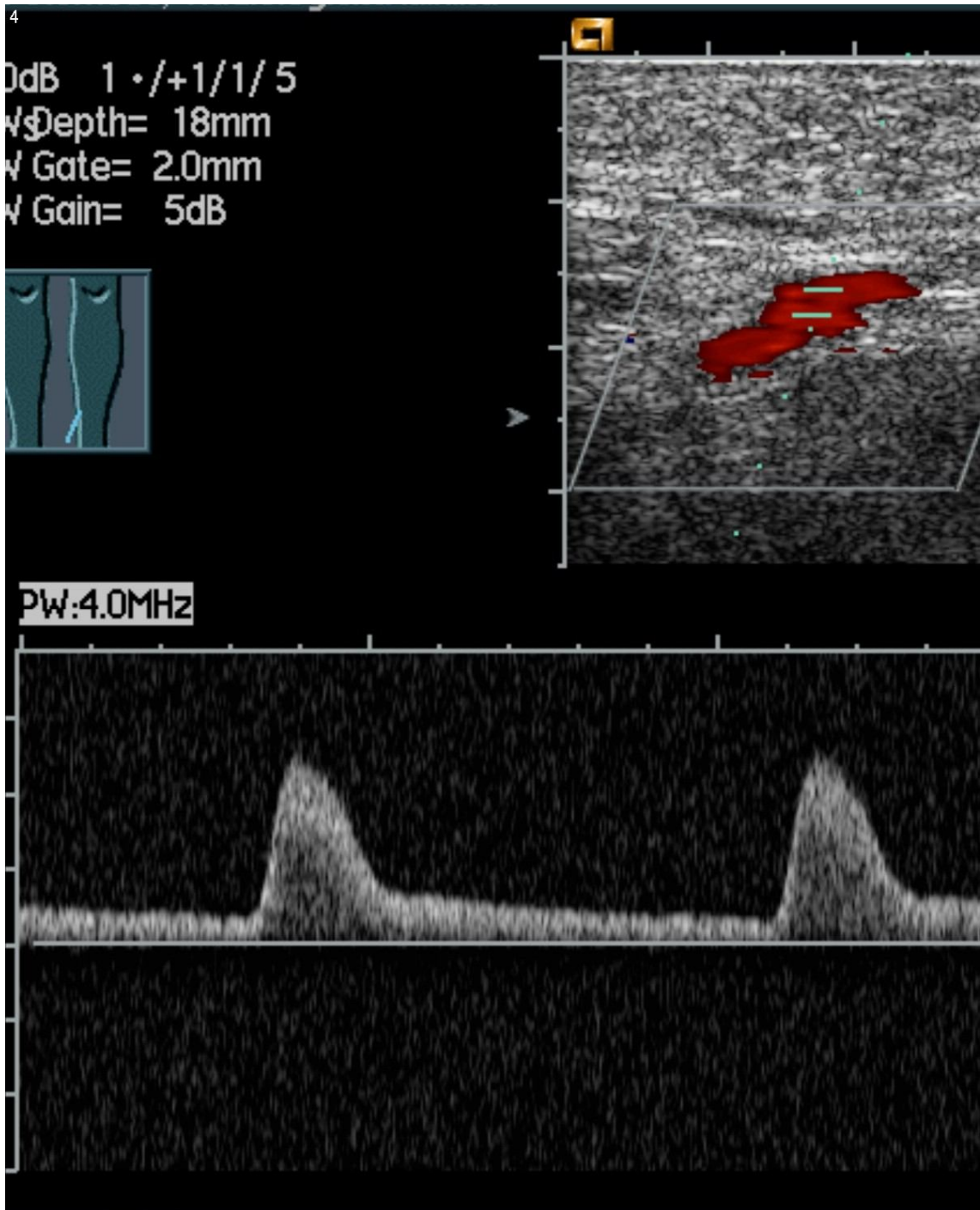
- 1 a. iliaca communis
- 2 a. iliaca interna
- 3 a. iliaca externa
- 4 a. femoralis communis
- 5 a. profunda femoris
- 6 a. femoralis superficialis

Anatomie tepen dolních končetin

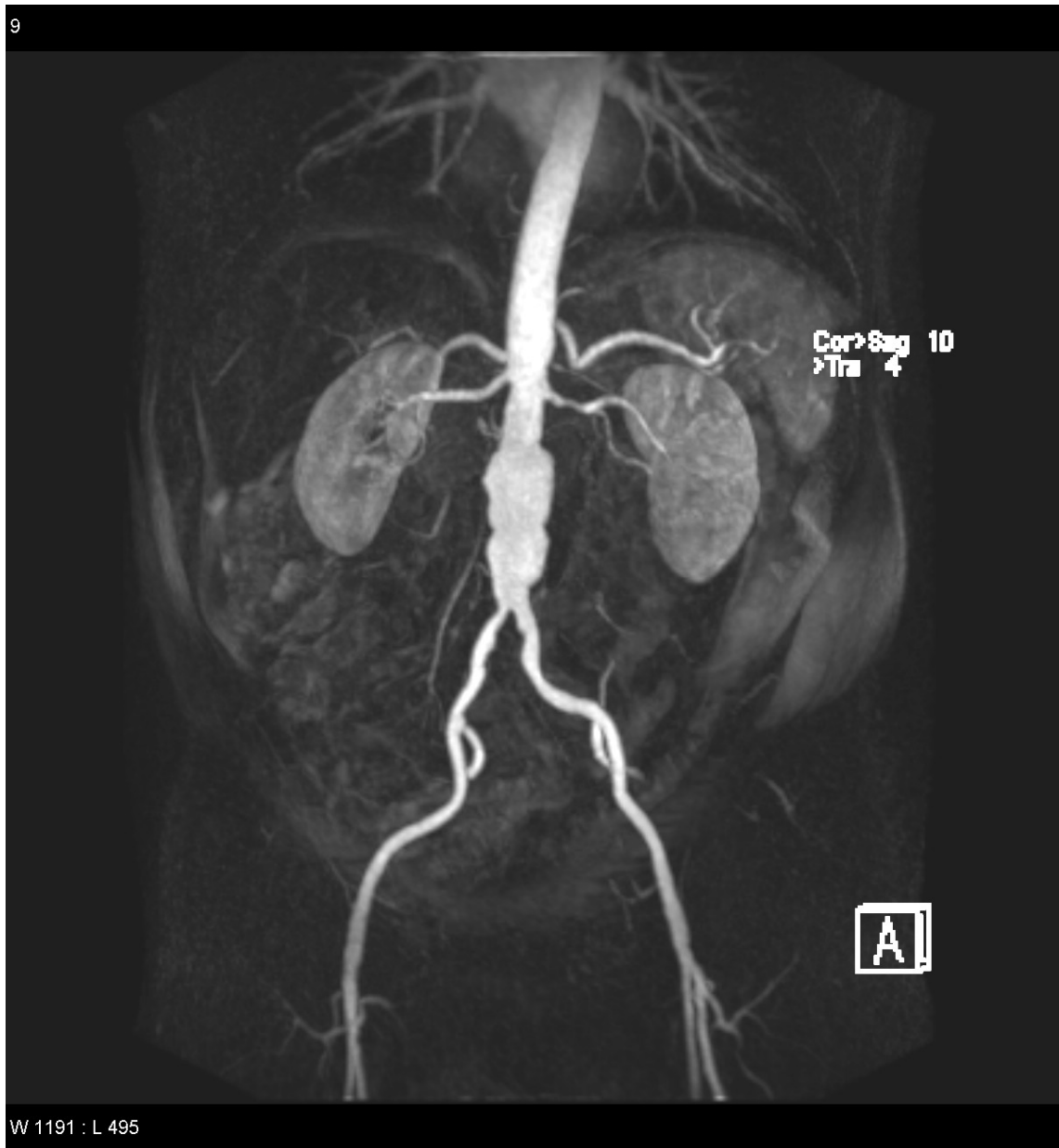


- 1 a. femoralis communis
- 2 a. profunda femoris
- 3 a. femoralis superficialis
- 4 a. poplitea
- 5 a. descendens genus
- 6 rete genus
- 7 truncus tibiofibularis
- 8 a. tibialis anterior
- 9 a. fibularis (perinea)
- 10 a. tibialis posterior

Ultrasonografie tepen dolních končetin



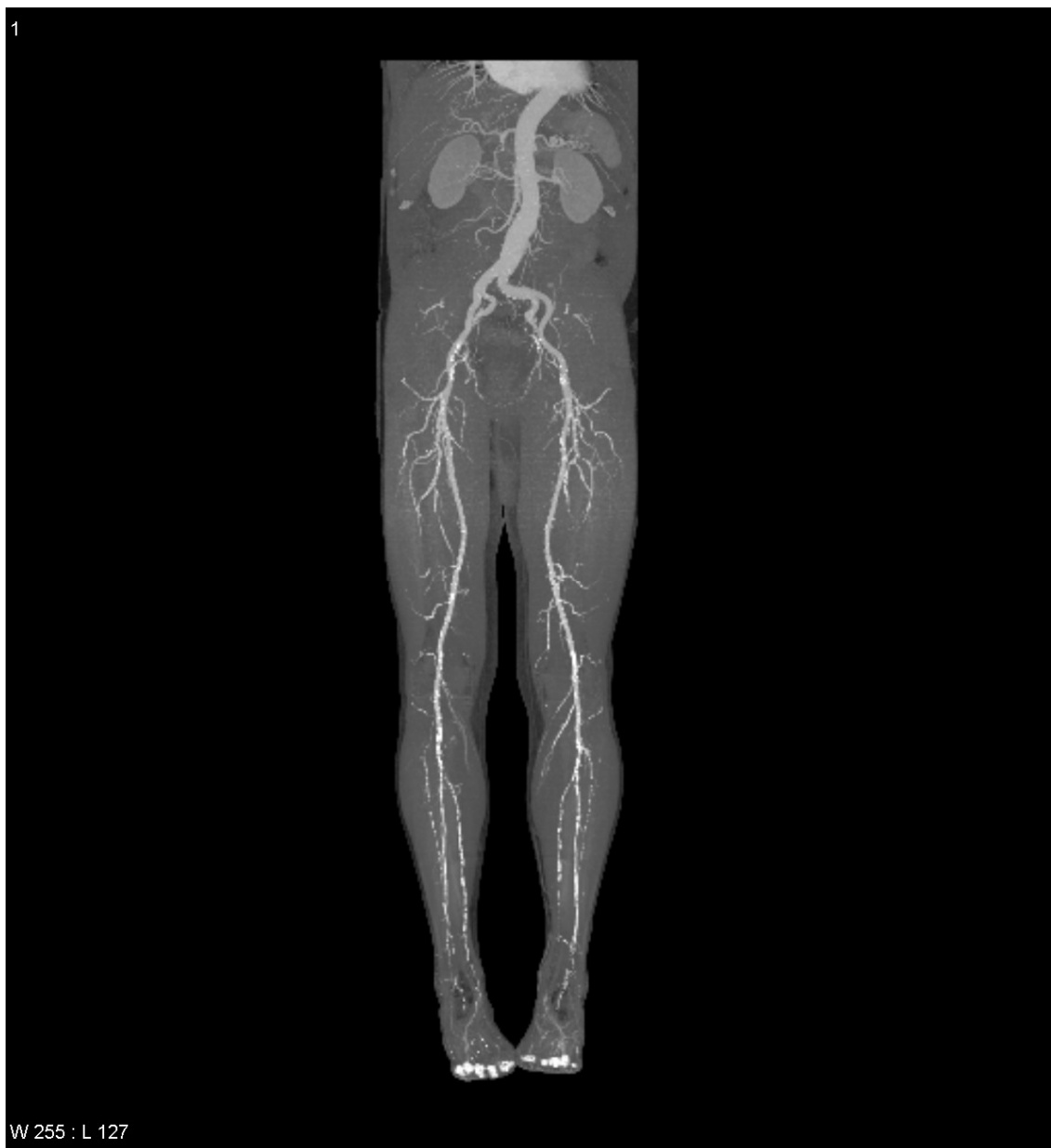
MRA pánevních tepen



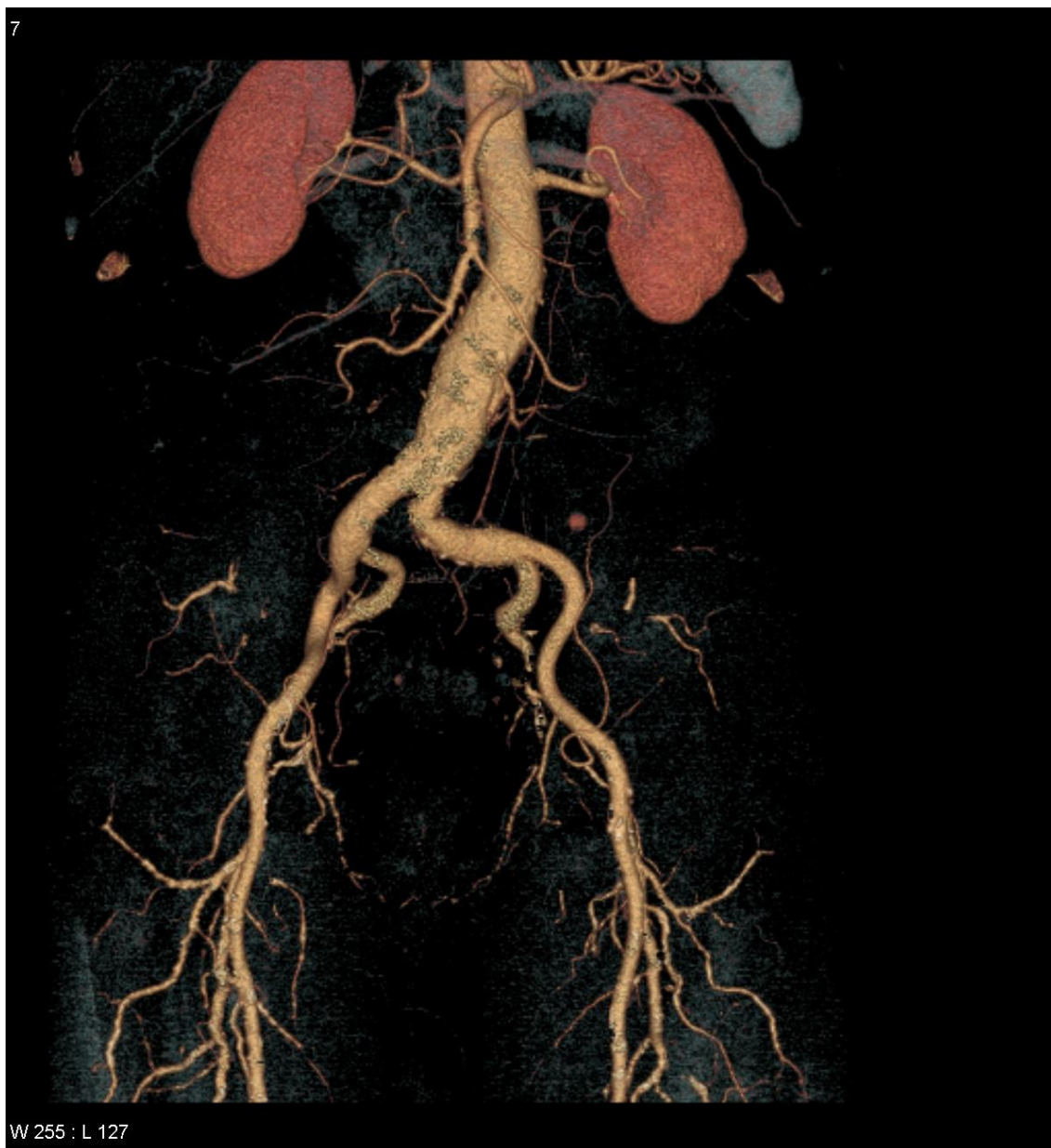
MRA tepen dolních končetin



CTA pánevních tepen a tepen dolních končetin



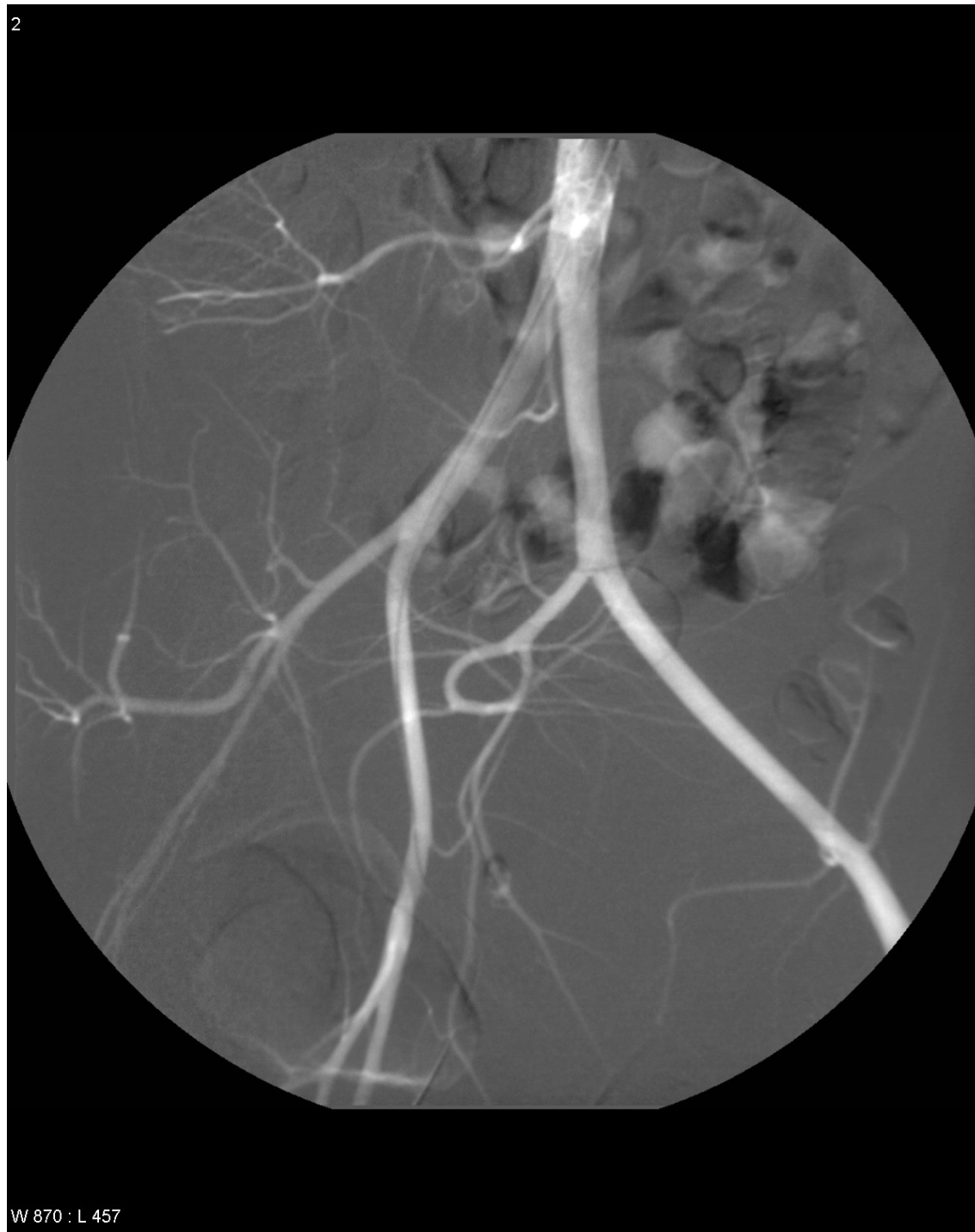
CTA pánevních tepen - VRT rekonstrukce



CTA tepen dolních končetin - VRT rekonstrukce



DSA pánevních tepen



DSA tepen dolních končetin

3



W 1024 : L 512