

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA
V PLZNI**

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2012

Jan Kratochvíl

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví B5345

Jan Kratochvíl

Studijní obor: Radiologický asistent

CT ANGIOGRAFIE DOLNÍCH KONČETIN

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Andrea Svobodová

PLZEŇ 2012

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny použité prameny jsem uvedl v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 30. 3. 2012

.....

vlastnoruční podpis

Poděkování

Děkuji Mgr. A. Svobodové za odborné vedení při vypracovávání práce, poskytování rad a materiálních podkladů k mé bakalářské práci.

Děkuji také MUDr. J. Baxovi za poskytnutí materiálů ke kazuistikám.

Anotace

Příjmení a jméno: Kratochvíl Jan

Katedra: Záchranářství a teoretických oborů

Název práce: CT angiografie dolních končetin

Vedoucí práce: Mgr. Andrea Svobodová

Počet stran: 38 číslovaných, 17 nečíslovaných

Počet příloh: 2

Počet titulů použité literatury: 13

Klíčová slova: výpočetní tomografie, angiografie, dolní končetiny, kontrastní látka

Souhrn:

Bakalářská práce, jejíž téma zní CT angiografie dolních končetin, se skládá z teoretické a praktické části. V teoretické části se zabírám anatomíí a patologickými procesy v oblasti tepen dolních končetin. V praktické části uvádím kazuistiky pacientů, kterým bylo provedeno angiografické vyšetření pomocí výpočetní tomografie a snažím se upozornit na důležitost tohoto vyšetření ke stanovení rychlé a přesné diagnózy.

Annotation

Name and Surname: Kratochvíl Jan

Department: rescue and theoretical fields

Job title: Computered tomography angiographic Lower limbs

Supervisor: Mgr. Andrea Svobodová

Number of pages: 38 numbered, 17 unnumbered

Number of Attachments: 2

Number of titles of literature: 13

Keywords: computered tomography, angiogramy, lower limbs, contrast agent

Summary:

Thesis, whose topic is computered tomography lower limbs, consists of theoretical and practical part. Theoretical part is deals anatomy and pathological processes in area arteries lower limbs. Practical part contains case histories of patiens, which was performed angiographic examination using computed tomography. I'm trying to highlight the importance of this examination to provide fast and accurate diagnosis.

Obsah

ÚVOD	1
1 Anatomie tepen a žil dolních končetin	10
1.1 Stavba cév	10
1.2 Tepny dolních končetin	10
2. Patofyziologie tepen a žil dolních končetin	14
2.1 Akutní uzávěry periferních tepen.....	14
2.2 Aterogeneze, trombóza, spasmus.....	15
2.3 Myeloproliferativní onemocnění	16
2.4 Cystická degenerace adventicie	17
2.5 Aneurysmata periferních tepen.....	17
2.6 Ischemická choroba dolních končetin.....	18
2.6.1 Arteriální stenózy	18
2.6.2 Arteriální okluze.....	19
2.6.3 Uzávěr pánevní tepny.....	19
2.6.4 Uzávěr povrchové stehenní tepny	19
2.6.5 Uzávěr podkolenní tepny	19
2.6.6 Uzávěry bérceových tepen	19
2.7 Akutní končetinová ischemie.....	19
2.7.1 Akutní uzávěr preformované stenózy	20
2.7.2 Akutní trombóza aneurysmatu	20
2.7.3 Akutní embolizace.....	20
2.7.4 Disekce tepny	20
2.7.5 Entrapment syndrom	20
2.8 Periferní cévní rekonstrukce	20
2.8.1 Anatomické cévní rekonstrukce	21
2.8.2 Extraanatomické cévní rekonstrukce	21
3. CT-Angiografie dolních končetin	22
3.1 Definice CT- Angiografie	22
3.2 Přístrojové vybavení.....	22
3.2.1 Multidetektorová výpočetní tomografie	22
3.2.2 CT s 2 rentgenkami – DSCT: Dual source a Dual energy CT.....	23
3.3 Příprava pacienta a premedikace	24

3.4 Aplikace kontrastní látky	24
3.4.1 Aplikační schéma.....	24
3.5 Parametry intravenózního podání kontrastní látky.....	25
3.5.1 Zpoždění skenování	25
3.5.2 Průtok a objem	25
3.5.3 Koncentrace a příkon jodu	25
3.6 Cirkulační čas a cirkulační fáze	25
3.6.1 Cirkulační čas.....	26
3.6.2 Cirkulační fáze	26
3.6.3 Testování bolusu – bolus-timing.....	27
3.6.4 Monitorování bolusu – bolus-tracking.....	27
3.7 Protokol vyšetření	27
3.8 Nežádoucí reakce na jodové kontrastní látky.....	28
3.9 Postprocessing.....	29
Tab. č. 3 Hodnocení vyšetření:	29
3.9.1 Cévní analýza	29
3.9.1.1 Subtrakce skeletu	30
3.9.2 Maximum intensity projection (MIP)	30
3.9.3 Volume rendering technique	31
3.9.4 Multiplanární rekonstrukce	32
4 PRAKTICKÁ ČÁST	33
5 CÍL PRÁCE.....	33
6 KAZUISTIKY	34
6.1 Kazuistika 1	34
6.2 Kazuistika 2	35
6.3 Kazuistika 3	36
6.4 Kazuistika 4	38
6.5 Kazuistika 5	39
7 DISKUZE.....	41
ZÁVĚR.....	42
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	43
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	45
SEZNAM PŘÍLOH.....	46

ÚVOD

Onemocnění dolních končetin je relativně časté a potenciálně nebezpečné. Řada nemocných dlouho podceňuje příznaky, které mohou být způsobeny rizikovými faktory, jako je kouření, diabetes mellitus, arteriální hypertenze, nadváha, nedostatek pohybu, dyslipidemie. V teoretické části zpracovávám anatomii a patologie odlišné svými příčinami, příznaky, specifickými projevy a jejich následné zobrazení za pomoci výpočetní tomografie.

V samotném vyšetření CT angiografií, která neinvazivně dovoluje nahlédnout do cév lidského těla, se zabývám jako prvním jejím principem a přístrojovým vybavením. Dále popisuji, jak probíhá příprava pacienta na CT vyšetření a techniku vyšetření. Také uvádím, jaké jsou možnosti hodnocení daného vyšetření. Praktickou část bakalářské práce jsem si zvolil ve formě kazuistik.

Mým hlavním cílem bylo získat a zpracovat informace o metodě CT angiografie dolních končetin z dostupné literatury a podtrhnout tím důležitost výpočetní tomografie k rychlému zjištění správné diagnózy a díky tomu zamezit dalšímu rozvoji nemoci a co nejdříve započít s efektivní léčbou.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Anatomie tepen a žil dolních končetin

1.1 Stavba cév

Cévy mají stěnu tvořenou třemi vrstvami:

Vnitřní vrstvu tvoří výstelka složená z plochých **endotelových buněk**, které zajišťují hladký a nesmáčivý vnitřní povrch cév a produkují celou řadu látek s přímým účinkem na hladkou svalovinu cévní stěny. 1)

Střední vrstvou je hladká svalovina. Vrstva spirálně a cirkulárně upravené hladké svaloviny umožňuje změnu průsvitu cév, a tím i regulaci krevního průtoku a tlaku. Svalovina činí cévní stěnu pružnou. Velké cévy – především tepny – mají tuto vrstvu velmi tlustou. 1)

Zevní obal cév vytváří vazivo, ve kterém jsou kolagenní a elastická vlákna zvyšující pružnost cévní stěny. Vazivo je zároveň tkání, ve které probíhají autonomní nervy pro inervaci hladké svaloviny cév. 1)

1.2 Tepny dolních končetin

A. Iliaca communis – se dělí na (příloha č. 1 obr. 1)

- **Iliaca communis dextra et sinistra** – které se rozestupují vidlicí (s úhlem 60 - 70° u mužů a 70 - 80° u žen), označovanou jako bifurcatio aortae, ve výši L4, a přiřkládají se k vnitřnímu okraji m. psoas major, z místa bifurkace pokračuje zbytek aorty – a. sacralis mediana 1)

Aa. Iliacae communes se oboustranně po 5-7 cm průběhu, v místě křížokyčelního skloubení dělí na: a. iliaca interna – do malé pánve a a. iliaca externa, která pokračuje podél m. psoas, od něhož probíhá mediálně, a vstupuje do lacuna vasorum. 1)

A. iliaca communis nevysílá velké větve, jen drobné větévky do m. psoas, k mizním uzlinám a k ureteru. 1)

- **Iliaca interna**

Za peritoneem sestupuje do malé pánve před křížokyčelním skloubením a větví se před nervy tvořícími plexus sacralis. 1)

Zásobuje stěny malé pánve, gluteální krajinu, adduktory stehna, dno pánevní, hráz a části zevních pohlavních orgánů a všechny orgány v malé pánvi; přispívá k zásobení páteřního kanálu. 1)

Podle míst zásobení se její větve rozdělují na parietální a viscerální. 1)

Přehled větví a. iliaca interna

Nástěnné větve: A. iliolumbalis, Aa. Sacrales laterales, A. glutaea superior, A. glutaea inferior, A. obturatoria

Viscerální větve: A. umbilicalis, A. vesicalis inferior, A. ductus deferentis / A. uterina, A. rectalis media, A. pupenda interna

- **Iliaca externa**

Probíhá pod peritoneem po vnitřní straně m. psoas major do lacuna vasorum, odkud pokračuje jako a. Femoralis, V. iliaca externa jde po mediální straně tepny. 1)

Větve a. iliaca externa zásobují části předních a postranních svalů stěny břišní, část stěny velké pánve, u muže část obalů část varlete, u ženy lig. Teres uteri. 1)

- **Femoralis communis 1) profunda**

2) superficiales

Je pokračováním a. iliaca externa od liguinale (pod nímž je v lacuna vasorum), až po průchod do zákolenní jámy skrze hilus tendineus. Odtud pokračuje jako a. poplitea. Zásobuje kůži přední a dolní části břicha, přední úseky skrota nebo stydkých pysků, všechny útvary stehna a kolenní kloub. 1)

Polohu tepny na stehně určuje čára od středu lig. Inguinale k vnitřnímu femuru. Podle průběhu má a. femoralis tři úseky:

- 1) Úsek v trigonum femorale a bossa iliopectinea
- 2) Úsek pod m. sartorius, který tepnu šikmo přebíhá
- 3) Úsek v canalis adductorius; tento úsek končí v hilus tendineus

Přehled větví a. femoralis

- a. epigastrica superficialis, a. Circumflexa ilium superficialis, aa. pudendae externae, a. profunda femoris, a. Genus descendens

Mimo tyto větve vystupují z kmene a. femoralis drobné větévky do inguinálních mízních uzlin a menší svalové větve.

A. Profunda femoris – hlavní tepna pro svaly stehna. Vysílá:

- **A. Circumflexa femoris medialis, A. Circumflexa femoris lateralis, aa. Perforantes, A. Genus descendens**

- **A. Poplitea**

Je pokračováním a. femoralis zákolenní jámou proximodistálně od hilus tendineus po distální okraj m. popliteus (horní okraj m. soleus). Je uložena hluboko při pouzdru kolenního kloubu. A. poplitea má zvláštní úpravu stěny. Její média má redukovanou svalovinu, která je nahrazena elastickými membránami; zvenčí je stěna tepny spojena proužky vaziva s v. femoralis a spolu s ní obklopena cirkulárně pruhy vaziva jako cévní svazek, a jeho prostřednictvím zabudována do tukového vaziva zákolenní jámy. Tato úprava zajišťuje, že průtok tepnou zůstává nezměněn i v krajní flexi kolenního kloubu. Stavba stěny však naopak způsobuje, že na a. poplitea se vyskytuje výduť stěny (aneurysma) nejčastěji z periferních cév. 1)

A. poplitea končí rozdělením v **a. tibialis anterior** a **a. tibialis posterior** (která je přímým pokračováním kmene a. poplitea).

A. poplitea zásobuje svaly fossa poplitea a jejího okolí a kolenní kloub; kloub zásobuje prostřednictvím cévních sítí, do nichž větve tepny vstupují:

- **Rete articulare genus** – mohutnější na přední straně

- **Truncus tibiofibularis** – úsek a. tibialis posteriori mezi odstupem a. tibialis anterior a a. fibularis. Časté místo tepenných uzávěrů. 6)

- **Rete patellae** – oddíl sítě na čéšce

A. Poplitea vysílá:

- **A. Superior medialis genus, A. Superior lateralis genus, A. Media genus, A. Inferior medialis genus, A. Inferior lateralis genus**

- **A. Tibialis anterior**

Odbočuje dopředu mezi tibií a fibulou; nad membrána interossea prochází dopředu a po membráně sestupuje až na hřbet nohy; od přechodu pod retinaculum musculorum extensorum inferius se nazývá a. dorsalis pedis. 1)

A. tibialis anterior - zásobuje kolenní kloub, útvary na přední straně bérce, hřbet nohy a prstů; spojkami se podílí na zásobení planty.

Větve a. Tibialis anterior: A. Recurrens tibialis posterior, A. Recurrens tibialis anterior, A. Malleolaris anterior medialis, A. Malleolaris anterior lateralis

- **A. Tibialis posterior**

Sestupuje pod arcus tendineus musculi solei a dále po svalech hluboké vrstvy zadní strany bérce za vnitřní kotník; je kryta hlubokou fascií zadní strany bérce (za kotníkem tibie je hmatný její tep.) Přechází do planty v canalis malleolaris, kryta vazivovým retinaculum musculorum flexorum, uložena za šlachou m. flexor digitorum lotus a doprovázena dvěma žilami (za tepnou jde n. tibialis). V kanálu (nebo již výše na bérce) se dělí v tepny pro plantu – **a. dorsalis plantaris** a **a. plantaris lateralis**. Zásobuje útvary dorsálního a laterálního prostoru bérce a planta pedis. 1)

- **A. Fibularis**

Tepna jdoucí podél fibuly až k patní kosti, z větší části krytá průběhem m. flexor hallucis Longus. 6)

2. Patofyziologie tepen a žil dolních končetin

2.1 Akutní uzávěry periferních tepen

Jde o náhle vzniklé poruchy prokrvení dolních končetin, které jsou způsobeny buď *trombózou* tepny nebo častěji *embólií* do periferní tepny. (příloha č. 1 obr. 2) Termínem „periferní tepny” rozumíme v angiologii tepny distálně od břišní aorty, nejde tedy o pouze tepny dolních končetin. 2)

Akutní *trombotický* uzávěr vzniká nejčastěji u pacientů s existující aterosklerózou tepen, kdy trombotický uzávěr nasedá na aterosklerotický plát, v typickém případě při zpomalení toku krve, např. u imobilních pacientů. Vzácněji se může trombotický uzávěr rozvinout na podkladě neaterosklerotickém při aneuryzmatech tepen, při traumatech, při myeloproliferativních onemocněních, iatrogeně – např. při punkci tepny. Klinický obraz trombotického uzávěru imponuje jako náhlé zhoršení stávající ischemické choroby dolních končetin. 2)

Akutní *embolický* uzávěr může vzniknout u zcela intaktních periferních tepen, kdy dochází ke vmetení krevní sraženiny do tepen dolních končetin z určitého zdroje v organismu. Emboly se přednostně zachytí v místech větvení tepen (bifurkacích), stav cirkulace může být ještě zhoršen vazospazmem a nasedající sekundární trombózou. Pacient nemívá anamnézu ischemické choroby dolních končetin, v popředí klinického obrazu je náhle vzniklá bolest v končetině. 2)

Lokalizace embolů: Emboly v periferním řečišti jsou většinou lokalizovány v místě větvení tepen, kde se tyto zužují, nejčastěji ve vidličce a. femoralis (cca 46%), dále v pánevním řečišti v odstupu vnitřní ilické tepny (cca 15%), v a. poplitea (v 13%), v bifurkaci aorty (8%), v bércových tepnách (3%). Zbýlých 15% embolizací připadá na tepny horních končetin. Čím proximálněji je tepenný uzávěr lokalizován, tím závažnější a akutnější je klinický obraz – např. akutní embolický uzávěr distální břišní aorty vede k akutní ischemii obou dolních končetin a k rychlému rozvoji kompartmenového syndromu. 2)

Zdroje embolizace: Až v 80% je zdrojem embolizace do periferních tepen srdce (kariogenní zdroj embolizace), např. při akutním nebo subakutním infarktu myokardu, při srdečním aneuryzmatu, fibrilaci síní, chlopenních vadách, zvl. mitrální stenóze, chlopenních náhradách, velmi vzácně při srdečním tumoru (myxomu). 2)

Extra kardiálním zdrojem embolizace bývají aneuryzmata břišní aorty, aneurysma a. poplitea, entrapment syndrom a. poplitea, iatrogenní periferní embolizace při angiografii nebo při PTA. Zvláštní případ periferní embolizace představuje embolizace cholesterolových krystalků, tzv. *cholesterolová embolie*. Tyto krystalky se uvolňují z ateromatozních hmot, zejména v břišní aortě, a vzhledem ke svým rozměrům embolizují do malých tepen. Nejčastější příčinou cholesterolové embolie je manipulace s katétreem v břišní aortě při angiografii, event. při PTA. Embolií jsou postiženy převážně ledviny, střeva a dolní končetiny. 2)

2.2 Aterogeneze, trombóza, spasmus

Ateroskleróza je chronické, systémové a degenerativní onemocnění, charakterizované tvorbou sklerotických plátů v intimě, postihující tepny většího a středního kalibru. Komplikace aterosklerózy jsou u nás nejčastější příčinou smrti. Na rozdíl od dřívější koncepce, která pokládala aterogenezi za pochod degenerativní, jsou dnes doklad o dominanci *zánětlivého* děje. Dysfunkce endotelu, nadměrná nabídka cholesterolu v aterogenních lipoproteinech, zvýšená oxidační zátěž a excesivní stimulace reparačních pochodů probíhajících v cévní stěně prozánětlivými cytokiny jsou klíčovými momenty vývoje plátu. Vlastní proces postihuje nejprve subendoteliální prostor a intimu. Postupně však léze progreduje a vytváří kašovité jádro (athere/kaše) kryté tuhým vazivovým krytem (sclerosis/tvrdý). Etiologie je neznámá, obviňována je genetická příčina, mikroby od bakterií až k virům, známy jsou pouze tzv. rizikové faktory, jejichž zanlost pomáhá při prevenci: 3), 7)

- Hlavní rizikové faktory: vysoká hladina LDL-cholesterolu v krvi, hypertenze, kouření
- Vedlejší rizikové faktory: diabetes mellitus, obezita, vysoký věk, mužské pohlaví, genetická dispozice, zvláště hyperlipoproteinémie IIa, IIb a III, užívání orálních kontraceptiv, málo pohybu, „špatný“ životní styl, zvýšená hladina plastického homocysteinu, poruchy hemostázy. 7)

V aterosklerózou postižené tepně je často řada plátů různého stáří. Mladší pláty, zpravidla s převahou polotekutých ateromových hmot, jsou náchylné k ruptuře a obnažení

subendoteliálních prostor plných vysoce trombogenních kolagenních vláken. Právě tyto mladé, hemodynamicky nevýznamné pláty, bývají příčinou akutních cévních příhod. Na takový *nestabilní* plát, či vzácněji pouhou *erozi endotelu*, nasedá *destičkový trombus*. Ten zůstává zpravidla jako nástěnný a celý děj probíhá subklinicky. Za určité situace může trombus progredovat a okludovat tepnu. K progresi trombu přispívá, zasahuje-li ruptura do hlubších částí cévní stěny a dojde-li k uvolnění většího množství tkáňového faktoru (TF). Podobně generalizovaný hyperkoagulační stav (navozený např. infekcí, tabákovým kouřem, dyslipidemií či genetickými vlivy) může výrazně potencovat riziko trombotického uzávěru i při minimální lézi (např. při pouhé erozi endotelu). 3)

Není-li vyvinut dostatečný kolaterální oběh do povodí uzavřené tepny, jak je tomu u okluze tepny bez hemodynamicky významné stenózy, dochází nejprve k ischemizaci tkáně. Takováto protrahovaná ischemie se manifestuje např. v koronárním řečišti projevy nestabilní angíny pectoris nebo rozvíjejícím se infarktem myokardu, v mozku jako tranzitorní ischemická ataka nebo incidentní ischemický iktus, či v periférii jako kritická končetinová ischemie. 3)

Třetím faktorem v etiopatogenetické triádě tepenné okluze je spasmus. Ten bývá navozen nedostatkem vazodilatačních či zvýšenou aktivitou vazokonstrikčních podnětů, což je typické pro endoteliální dysfunkci. V první řadě se uplatní nedostatečná nabídka oxidu dusnatého a prostacyklinu – relaxačních a antiadhezivních faktorů endoteliálního původu. Také vazospastické a protrombotické faktory (zejména tromboxan A_2 , serotonin či ADP) uvolněné z aktivovaných trombocytů významně zvyšují vasospastickou pohotovost. Spasmus pak komplikuje hemodynamické poměry v okolí trombu. 3)

2.3 Myeloproliferativní onemocnění

Z těchto onemocnění se manifestuje na tepnách nejčastěji primární trombocytémie a polycythaemie vera. 3)

U polycythaemia vera je za tepenné uzávěry zodpovědná zvýšená viskozita krve, která roste exponenciálně v závislosti na růstu hematokritu. Jde o onemocnění středních a vyšších věkových skupin, téměř 2/3 pacientů jsou co do postižení cév asymptomatictí. U zbývajících počtu pacientů dominují v klinickém obraze trombotické komplikace, méně často krvácivé projevy. Co se týče trombóz, jsou trombotickými komplikacemi ohroženy prakticky všechny tepny a žíly, na dolních a horních končetinách jsou však typické

především uzávěry drobných akraálních tepen mnohdy vedoucích k nekrotám prstů. Nekrotám často předchází lividní až modročervené zbarvení prstů s možnými bolestmi v prstech. 3)

Terapeuticky se při vysokých hodnotách trombocytů používá u primární trombocytémie tromboferéza, medikamentózně pak cytostatika, např. hydroxyurea, nověji interferon. Současně podáváme antiagregační terapii. 3)

2.4 Cystická degenerace adventicie

Cystická degenerace adventicie je charakterizována přítomností cyst v adventicii tepen nebo žil. Jsou-li cysty naplněné, zužují postiženou tepnu. Cysty mohou být jedno či vícekomorové, solitární nebo mnohočetné. Jejich stěna se skládá z buněk produkujících hlen. Nejčastěji je postižena a. poplitea, lokalizace v ostatních tepnách je výjimečná. 3)

Onemocnění se manifestuje nejčastěji ve středním věku, u mužů se vyskytuje 8 x častěji než u žen. Typický pro onemocnění je intermitující charakter klaudikací – klaudikace vymizí, resp. se opět objeví v intervalu dní či týdnů, pravděpodobně v závislosti na náplni cyst a stupni zúžení a. poplitea. 3)

Arteriografie ukazuje v typických případech zúžení a. poplitea poloměsíčitého nebo polycyklického tvaru, které odpovídá naplněné cystě. Tepny nad a pod touto lézí jsou většinou intaktní. 3)

Léčení je chirurgické – někdy je možno odstranit cystu z adventicie (cystektomie), pokud se to nepodaří, spočívá operace v segmentární resekci a. poplitea a implantaci interponátu nebo bypassu. 3)

2.5 Aneurysmata periferních tepen

Aneurysmata periferních tepen jsou relativně častá především v oblasti ilických tepen a v místě podkolenní tepny. (příloha č. 1 obr. 3,4,5) V naprosté většině případů jde o větvenovitá aneurysmata. Velmi častá je ve výduti nástěnná trombóza, která při zobrazení pouhého lumina dává obraz normálního průsvitu nebo dokonce zúžení tepny. V popliteální lokalizaci není neobvyklé, že se trombóza aneurysmatu stává příčinou tepenného uzávěru. Kalcifikace ve stěnách výdutí je spíše pravidlem než výjimkou. S nepravými aneurysmaty se setkáváme v oblasti třísla po provedené arteriografii, v jiných oblastech po traumatech. 4)

2.6 Ischemická choroba dolních končetin

Její podstatou je ateroskleróza, neboli zjednodušeně řečeno jedná se o ukládání tuku do stěn tepen. Díky tomuto ději se zužují tepny a nedopravují dostatek kyslíku do cílového orgánu, a to zejména při fyzické zátěži. 2. (příloha č. 1 obr. 6,7)

Pro komplexní diagnostiku ischemické choroby dolních končetin je nezbytné provedení CTA v celém rozsahu tepen minimálně od větvení abdominální aorty po úroveň kotníku. Lépe je však současně zobrazit i abdominální aortu a viscerální větve. S přihlédnutím k výše uvedeným skutečnostem je nutné připomenout, že rozsah proveditelného vyšetření s akceptovatelným prostorovým rozlišením se výrazně snižuje s klesajícím počtem detektorových řad skeneru. Proto je u přístrojů dvou a jednořadých definitivní vyšetření povodí dolních končetin nemožné. Indikace CTA při ischemické chorobě dolních končetin je také třeba pečlivě zvážit u nemocných, kde lze předpokládat excesivní kalcifikace, jako jsou nemocní s diabetem a nemocní v programu hemodialýzy. Význam CTA (především u šestnáctiřadých přístrojů) u ischemické choroby spočívá v diagnostice stenóz a cévních uzávěrů a v plánování terapie. Pokud je vyšetření správně indikováno, lze plánovat jak chirurgický výkon, tak i přístup pro cévní intervenci. Je však třeba zdůraznit rezervovaný přístup k hodnocení významnosti hrubě kalcifikovaných stenóz, především na bérčovém řečišti. Pokud nenacházíme normální nález na bérčových tepnách anebo změny jednoznačně diferencovatelné, je nutné považovat za nezbytné provedení arteriografie. 4)

2.6.1 Arteriální stenózy

Jde o zúžení průsvitu tepen a objevují se v různých stádiích od malého zúžení až po uzavření tepny. Hodnocení stenóz, u nichž je jednoznačně diferencovatelná měkká složka plátu, je výrazně usnadněno v porovnání s hrubě kalcifikovanými pláty. Pokud jde o stenózy v úsecích s excesivními kalcifikacemi, není možné se kvůli artefaktům z utvrzení paprsku spolehnout na hodnocení cév s průsvitem nižším než na úrovni popliteální tepny. Dosahuje-li stenóza hemodynamické významnosti a začíná-li významně redukovat průtok krve do periferie, pak se může vytvářet postupně kolaterální oběh, který se stává dominantním u kritické subokluzivní stenózy. Poté již stenóza plynule přechází do uzávěru a celou odpovědnost za zásobení periferie krví přebírá vytvářený kolaterální oběh. 4)

2.6.2 Arteriální okluze

Pokud cévní lumen není opacifikován kontrastní látkou, je nutné vyloučit záměnu za nenaplněnou cévu při nesprávném načasování aplikace kontrastní látky a akvizice. Při chronickém uzávěru je vytvořeno většinou bohaté kolaterální řečiště. 4)

2.6.3 Uzávěr pánevní tepny

Podle místa a rozsahu uzávěru se rozvíjí kolaterální oběh přes lumbální a iliolumbální tepny, dále cestou dolní mezenterické tepny do povodí vnitřní pánevní tepny. Mezi povodím vnitřní pánevní a stejnostranné společné stehenní tepny jsou vytvořeny spojky cestou gluteálních tepen na zevní straně pánve a mezi arteria obturatoria a arteria circumflexa ilium profunda. Na kolateralizaci se podílejí i spoje s druhostranným povodím pánevních tepen a také epigastrické tepny, jejichž prostřednictvím se rozvíjejí kolaterály mezi podklíčkovou a společnou stehenní tepnou. 4)

2.6.4 Uzávěr povrchové stehenní tepny

Charakteristickým kolaterálním oběhem u vysokého uzávěru jsou kolaterály cestou arteria femoralis profunda. (příloha č. 1 obr. 8) Pokud jde o distální uzávěr, podílejí se na kolateralizaci i vasa vasorum a homokolaterály z muskulárních větví arteria femoralis superficialis. 4)

2.6.5 Uzávěr podkolenní tepny

Okluze horní části podkolenní tepny je přes rete genus překlenuta do distální části a. poplitea. Distální uzávěr se překlenuje pomocí větví typu a. descendens genus k oblasti tibiofibulárního trunku. 4)

2.6.6 Uzávěry bérceových tepen

Okluze bérceových tepen je nutné topicky lokalizovat a posoudit kvalitu všech tří bérceových tepen jako celku. Pokud je možné zobrazit i tepny plantární, plantární oblouk a arteria dorsalis pedis, je třeba identifikovat hlavní cestu přítoku krve do tohoto regionu. 4)

2.7 Akutní končetinová ischémie

Náhlý uzávěr tepny se projevuje chudě vytvořeným nebo zcela chybějícím kolaterálním oběhem. Pokud vyšetřujeme nemocného s akutní končetinovou ischémií, pak vyšetření provádíme pouze tehdy, kdy nahradí část nebo celé vyšetření arteriografické. 4)

CTA slouží především ke zvolení optimálního terapeutického přístupu – endovaskulárního či chirurgické intervence. Při aplikaci kontrastní látky je třeba mít na paměti, že při intervenci bude aplikována další kontrastní látka, a snažíme se proto neohrožovat nemocného nefropatií vyvolanou aplikací kontrastní látky. 4)

2.7.1 Akutní uzávěr preformované stenózy

Patofyziologickým mechanismem náhlé ischemie dolní končetiny může být náhlá okluze v místě již déle vytvořené stenózy, na základě ruptury plátu a okluze nasedající trombózou. Pokud stenóza již byla hemodynamicky významná, je vytvořen kolaterální oběh; ischemie se projevuje jedině, pokud nevyhovuje metabolickým nárokům tkáně za uzávěrem. 4)

2.7.2 Akutní trombóza aneuryzmatu

Progresivním narůstáním nástěnné trombózy může dojít k uzávěru končetinové tepny v aneuryzmatu podkolenní tepny. 4)

2.7.3 Akutní embolizace

Dojde-li ke vmetení fragmentů trombu abdominální aorty nebo trombů z oblasti levostranných srdečních oddílů, vytvoří se náhlá okluze tepny bez naplněných kolaterál. 4)

2.7.4 Disekce tepny

Disekce tepny je uvolnění listu intimy, a tím je rozdělen lumen cévy. Disekce končetinové tepny vzniká především jako komplikace endovaskulárních výkonů. Projevuje se longitudinálním zářezem na povrchu stínované VRT rekonstrukce. 4)

2.7.5 Entrapment syndrom

Mechanickým zalamováním relativně dlouhé a volné podkolenní tepny může dojít k uzavření tepny a manifestaci ischemie v oblasti bérce. Entrapment syndrom je spíše typický pro mladší věk. Protože však dochází k uskřínování tepny dlouhodobě, je vytvořena často byť relativně chabá, kolaterální cirkulace přes rete genus. 4)

2.8 Periferní cévní rekonstrukce

CTA je metoda výborná k posouzení průchodnosti cév po rekonstrukci a zjištění případných komplikací jak v akutním, tak v dlouhodobém časovém horizontu. 4)

Typy cévních rekonstrukcí podle průběhu rozdělujeme:

- 1) Anatomické – které simulují přirozený průběh cévního zásobení
- 2) Extraanatomické – kdy se vytváří nepřirozená spojení arteriálních povodí

K cévním náhradám se používají cévní protézy nebo žilní štěpy. Žilní štěp může být liberalizovaný nebo uložený in situ. 4)

2.8.1 Anatomické cévní rekonstrukce

- **Aortobifemorální bypass** – je překlenutí pánevního uzávěru nebo uzávěru abdominální aorty. Používá se cévní protéza 4)

- **Unilaterální aortofemorální bypass** – je překlenutí jednostranného pánevního uzávěru. Používá se cévní protéza 4)

- **Femoropopliteální bypass** – spojuje společnou nebo hlubokou stehenní tepnu s podkolenní tepnou a překlenuje uzávěr povrchové stehenní tepny. Použito může být žilního štěpu i cévní protézy. 4)

- **Femorodistální bypass** – Rekonstrukce překlenuje uzávěr dolní části arteria poplitea

2.8.2 Extraanatomické cévní rekonstrukce

- **Axilofemorální bypass** – rekonstrukce je používána jen při nemožnosti provést aortobifemorální náhradu. 4)

- **Crossover femorofemorální bypass** – využívá se při nemožnosti provést aortofemorální bypass na obou polovinách pánevního řečiště. 4)

3. CT-Angiografie dolních končetin

3.1 Definice CT- Angiografie

CT angiografie neboli angiografie pomocí výpočetní tomografie je neinvazivní způsob zobrazení kardiovaskulární soustavy vycházející z helikální (spirální) akvizice dat a intravenózní aplikace kontrastní látky. Součástí hodnocení může být zhotovení trojrozměrné rekonstrukce cévních struktur podobné klasickému angiogramu. 4)

3.2 Přístrojové vybavení

CT angiografii lze provádět na moderních CT přístrojích vycházející ze 3. generace využívající slip-ring technologii. Pro kvalitní zobrazení celého úseku dolních končetin je třeba použít nejkvalitnější CT přístroj v současnosti s přesným podáním k. l. a její distribuce do DK.

3.2.1 Multidetektorová výpočetní tomografie

Multidetektorová výpočetní tomografie (MDCT) je způsob akvizice dat při CT, kdy je zároveň získáváno více datových stop (v současnosti 4-320). (příloha č. 1 obr. 9) Základní princip CT – získání hodnot absorpce v jednotlivých obrazových elementech je stále totožný – zpětná projekce dat při rotačním pohybu soustavy rentgenka-detektory kolem těla vyšetřovaného. Absorpce neboli atenuace je vyjádřena matematicky v hodnotách tzv. denzity v Hounsfieldových jednotkách (HU). (tab. č. 1) 5)

Tab. č. 1 Hounsfieldovy jednotky

Voda	0 HU
Tuk	-50 až -150 HU
Měkké tkáně	25-75 HU
Koagulovaná krev	Kolem 80 HU
Kalcifikace	Od 100 HU
Kompaktní kost	Kolem 1500 HU

V současné době je možné MDCT přístroje rozdělit na několik základních typů z hlediska jejich konstrukčního konceptu. Nejobvyklejší typ je vybavený jedinou rentgenkou a jednou detektorovou soustavou, která dovoluje získávat současně 4-128 datových stop. Detektorové soustavy těchto přístrojů jsou založeny na principu matice (matrixový detektor), kdy všechny elementy mají stejnou velikost a jen jejich prostým

sdužováním lze měnit počet nebo šíři datové stopy, nebo je detektor typu adaptive array, který užívá centrálně jemnější detektory a v periferních pásech detektory širší. Tyto přístroje se technickým řešením jen velmi málo odlišují od spirálního CT známého od konce osmdesátých let 20. století. 5) 8)

3.2.2 CT s 2 rentgenkami – DSCT: Dual source a Dual energy CT

(příloha č. 1 obr. 10)

Myšlenka provádění CT duální energií záření X (DECT) je poměrně stará, objevuje se již na začátku osmdesátých let 20. století. K renesanci tohoto způsobu zobrazení došlo v době, kdy byl konstruován dvou zdrojový přístroj. Od běžných typů MDCT přístrojů se odlišuje tím, že má současně nainstalovány dvě rentgenky a dvě detektorové soustavy v úhlu cca 90°. Současná akvizice dat oběma soustavami dává možnosti v získávání hrubých dat na kvalitativně nové úrovni. Lze zrychlit akvizici zapojením obou detektorových soustav při kompletaci dat, zlepšit časové rozlišení nebo využít detektorové soustavy k získání dat s expozicí dvojí energií záření. 5)

Velmi široké detektorové soustavy dovolují simultánně získat až 320 datových stop a data zpracovat s korekcí výrazného efektu rozbíhavosti paprsků (cone beam effect). Tento koncept dovoluje sekvenční skenovací technikou získávat data pro zobrazení dynamických dějů. 5) Současná expozice objektu dvěma rozdílnými typy záření X o různé energii dovoluje pomocí matematické analýzy dat získat informace o chemickém složení vyšetřovaného objektu. Principem metody je rozdílná míra absorpce jednotlivými prvky při použití nižší a vyšší energie záření. Díky tomu, že jednotlivé chemické prvky se navzájem odlišují především u nižších energií záření, lze z analýzy absorpce záření objektivizovat jejich podíl ve směsi. Nejvýrazněji se rozdíly projevují u jodu, kdy lze analýzu dat využít k posouzení jeho zastoupení ve tkáních. Jinými aplikacemi je chemická analýza složení konkrémentů, především ledvinných. Zobrazení je prováděno tak, že tkáň je prozářena zářením X emitovaným anodou při nižším napětí (80 nebo 100 kV) a při vyšším napětí (140 kV), celková dávka záření však mírně nebo vůbec nepřevyšuje dávku záření jednou energií, a to především díky tomu, že pro subjektivní hodnocení obrazů se používají sumační zobrazení s ekvivalentní hodnotou 120 kV. 5)

3.3 Příprava pacienta a premedikace

Ještě před úplným začátkem vyšetření je nutné, aby si pacient přečetl a následně podepsal informovaný souhlas.(příloha č. 2.) Před aplikací kontrastní látky by měl nemocný minimálně 4 hodiny lačnit. Je nezbytné zjistit, zda netrpí alergií, poruchou funkce ledvin, štítné žlázy, paraproteinémií nebo srdečním selháním. U nemocných s relevantní alergickou anamnézou se provádí premedikace Prednisonem a provést vyšetření za přítomnosti lékaře z ARA. Nemocné s poruchou funkce ledvin je nutné hydratovat, případně použít premedikaci nefroprotektivem (N-acetyl-cystein). Dnes je samozřejmostí podání neionických kontrastních látek např. IOMERON 400.

3.4 Aplikace kontrastní látky

Cévní přístup je vždy zajištěn plastovou nitrožilní kanylou průsvitu 18-20 gauge (v závislosti na aplikační rychlosti). Nejčastějším místem aplikace jsou povrchové žíly předloktí nebo dorzum ruky, občas se využívají žíly na dorzu nohy a společná stehenní žíla. Může být použit i centrální žilní katétr. K aplikaci kontrastní látky u spirálních a multidetektorových přístrojů je nezbytný dvoupístový injektor. (příloha č. 1 obr. 11) Ten zajistí konstantní rychlost aplikace s přesným načasováním, což je nezbytnou podmínkou pro vyšetření ve specifických fázích. U dvou pístových systémů je možné provádět proplach fyziologickým roztokem, který ušetří 1/4 až 1/3 objemu kontrastní látky, nebo je možné korigovat koncentraci aplikované kontrastní látky. 5)

3.4.1 Aplikační schéma

Pomalá cirkulace a pomalá akvizice (příloha č. 1 obr. 12)

U CT angiografie tepen dolních končetin dvouřadým systémem, akvizice trvá 60 s a více. Po celou dobu je nutné v příslušném povodí udržet diagnostickou hodnotu denzity lumina. Vzhledem k dlouhé době akvizice je nutné podávat velký objem kontrastní látky, nejlépe dvoufázovou metodou nástřiku. Takto je možno vytvořit plochý vrchol či dvojevrchol bolusové křivky a použít jej jako pseudoplató fázi, protože celková doba aplikace kontrastní látky přesahuje dobu, za kterou se kontrastní látka dostává do žilního systému, je pravidelně přítomna žilní náplň ve vyšetřované oblasti. Pro bolus-tracking volíme místo na začátku vyšetřované oblasti, prahovou hodnotu kolem 80 HU. 4)

3.5 Parametry intravenózního podání kontrastní látky

3.5.1 Zpoždění skenování

Doba, o kterou je opožděn začátek akvizice dat za začátkem intravenózní aplikace kontrastní látky, odpovídá době, za kterou se od podání bolusu dostatečně nasytí vyšetřovaná struktura. 5)

3.5.2 Průtok a objem

Průtok udávaný v ml/s je jedním z parametrů určující hodnotu maximální dosažené denzity a strmosti jejího nárůstu ve vyšetřované oblasti. U některých speciálních aplikačních schémat používaných pro zobrazení tepen dolních končetin je používána tzv. bifazická aplikace, kdy po iniciální aplikaci kontrastní látky vysokým průtokem následuje druhá fáze nástřiku nižším průtokem – kolem 2ml/s. 5)

Objem kontrastní látky lze redukovat pomocí proplachu fyziologickým roztokem, který vytlačí kontrastní látku z periferního žilního systému, její množství můžeme takto u CT-angiografií snížit až na 50-60 ml. 5)

3.5.3 Koncentrace a příkon jodu

Obsah jodu v kontrastní látce ovlivňuje, stejně jako průtok, maximální dosaženou denzity a strmost jejího nárůstu ve vyšetřované oblasti. Kontrastní látky s vysokou koncentrací (nad 350 mgI/ml) se používají u rychlých akvizic dat a v případech, kdy je třeba dosáhnout vysoké denzity cév. U pomalejších akvizičních časů postačí nižší koncentrace. Vysoce koncentrované kontrastní látky mají vyšší viskozitu, proto vyžadují před aplikací přehřátí na tělesnou teplotu. 5)

Jde o množství podaného jodu v miligramech za sekundu. Jedná se o moderní způsob kalkulace podání kontrastní látky, který zohledňuje současně její koncentraci i aplikační rychlost. Vypočítáme jej jako součin průtoku a koncentrace. Pro pomalejší akvizice postačuje příkon jodu do 1200 mgI/s, u rychlejších akvizic dosahuje hodnoty až 2000 mgI/s. 5)

3.6 Cirkulační čas a cirkulační fáze

Po aplikaci do žíly prochází kontrastní látka do pravé síně, kde se mísí s nekontrastní krví. Pravostrannými srdečními oddíly odtéká směs dále do plicního tepenného řečiště odkud se přes plicní žíly a levé srdeční oddíly dostává do systémových tepen. Poté přes kapiláry přechází do systémových žil a vrací se do srdce. Koncentrace v žilách je vždy nižší než

v tepnách, neboť část přestupuje z kapilárního řečiště do extravaskulárního extracelulárního prostoru a část je zadržena v kapilárách a sinusoidách parenchymových orgánů (zejména jater a sleziny). Rychlost a míra nasycení cév a orgánů závisí na rychlosti a způsobu podání kontrastní látky, jejím množství, koncentraci a na konstituci a srdečním výdeji vyšetřovaného. Nasycení tepen a tepnami zásobených orgánů nebo lézí je více ovlivněno příkonem jodu. Nasycení žil a venózně zásobených orgánů (játra) závisí spíše na celkové dávce jodu. 5)

Mezi 2-5 minutou dochází přechodně k ustálenému stavu, ale již přibližně za 3 minuty po podání se kontrastní látka začíná vylučovat ledvinami. Pokud je ledvinná exkrece snížena, nastupuje vylučování do biliárního systému – jde o stav u nemocných v šoku s centralizovaným oběhem. 5)

3.6.1 Cirkulační čas

Interval mezi podáním kontrastní látky a nasycením cílové oblasti je cirkulační čas. Jeho určení je nezbytné pro správnou synchronizaci aplikace kontrastní látky a skenování při vyšetření ve specifických cirkulačních fázích. U pomalých akvizic jej můžeme stanovit empiricky. U rychlejších je nezbytné jeho přesné zjištění pomocí testovacího bolusu (bolus-timing, bolus-test) nebo monitorování bolusu (bolus-tracking, bolus-monitoring). 5)

Bolus-tracking monitoruje přítok kontrastní látky do tepenného řečiště v oblasti zájmu. Dosažením prahové denzity se spustí odpočítávání zpožděného skenování, optimalizuje se zobrazovací protokol tak, aby byl eliminován vliv nestejného výkonu srdce.

3.6.2 Cirkulační fáze

Cirkulační fáze odpovídají jednotlivým fázím průchodu kontrastní látky cévním systémem a farmakokinetické distribuci. 5)

Rozeznáváme:

- Žilní předfázi (ihned po aplikaci)
- Plicní arteriální fázi (odstup 10-15 s)
- Systémovou arteriální fázi (odstup 15-30 s)

- Kapilární fázi
- Žilní fázi
- Fázi ekvilibria (odstup 3-5 minut).
- Žilní fázi v portálním řečišti označujeme jako fázi portální. Začíná 10-15 s po arteriální fázi a vrcholu dosahuje s odstupem 25-35 s.
- Od 3 minuty nastupuje fáze exkreční. 5)

3.6.3 Testování bolusu – bolus-timing

Pro stanovení cirkulačního času se aplikuje relativně malý bolus kontrastní látky průtokem, který bude použit pro vlastní vyšetření cév. Pomocí nízkodávkových skenů v jediném místě s periodou 1-2 s se zjišťuje časový vývoj denzity ve sledované cévě. Podle zjištěné doby maximálního vzestupu denzity se určí cirkulační čas pro akvizici CT angiografie. Nevýhodou této metody je zvýšení dávky aplikované kontrastní látky a nepřesnosti ve stanovení cirkulačního času, protože při aplikaci většího objemu kontrastní látky, byť stejným průtokem, dochází často ke změně cirkulačních parametrů. 4)

3.6.4 Monitorování bolusu – bolus-tracking

Fyziologičtější metodou správné synchronizace aplikace kontrastní látky a akvizice dat je monitorování vývoje denzity již při aplikaci vlastního bolusu kontrastní látky v rámci vlastního vyšetření CT angiografie. Na plánovacím skenu potom určíme úroveň monitorování a zvolíme požadovanou cévu. Do této cévy se umístí vzorkovací objem a stanoví se požadovaná prahová denzity. Po dosažení prahové denzity přístroj samočinně spustí akvizici dat. 4)

V oblasti DK se dává bolus „tzv. do vzduchu“ kdy radiologický asistent sleduje plnění cév. (příloha č. 1 obr. 13, 14) Je to z důvodu možné přítomnosti aterosklerotického plátu v úzké cévě, který by mohl simulovat denzitu nastaveného bolusu a vyšetření by bylo započato v nesprávný čas.

3.7 Protokol vyšetření

Úkolem radiologického asistenta je uložení pacienta na vyšetřovací stůl (příloha č. 1 obr. 15), seznámí ho s průběhem vyšetření a konzultuje s lékařem vyšetřovací protokol, který

začíná topogramem v rozsahu od bránice až po špičky prstů. Vyšetřovací parametry jsou uvedeny v tab. č. 2

Tab. č. 2 Vyšetřovací parametry

Poloha pacienta	Vleže na zádech
Topogram	Od bránice až po špičky prstů
Kv/referenční kvalita	120 kv/110 mAs
Kolimace/faktor stoupání	0,6-1,2 mm/1,5
Šíře vrstvy/increment	0,75 mm/0,6 mm; 3 mm/3 mm
Rekonstrukční algoritmus	S potlačením rozhraní
Aplikace kontrastní látky	i.v 100-120 ml, 5 ml/s
Fáze zobrazení/zpoždění	Bolus tracking ve stehnech nebo ve vzduchu

3.8 Nežádoucí reakce na jodové kontrastní látky

- **Akutní reakce na JKL**

Jsou náhle vzniklé reakce, které se liší intenzitou příznaků a jejich subjektivním vnímáním. Pokud jsou příznaky málo klinicky významné, vyžadují pouze zvýšený dohled lékaře. Pokud nabývají na intenzitě, je nutná okamžitá léčebná intervence, u závažných stavů až kardiopulmonální resuscitace. 5.

Alergoidní (tj. alergické reakci podobná) reakce vzniká nezávisle na množství podané látky. Dochází při ní k uvolnění histaminu a serotoninu. Reakce mírného stupně se projevují urtikou, mírným bronchospazmem a mírným poklesem tlaku. Při těžké generalizované alergoidní reakci na JKL může dojít k hypotenzi, tachykardii, bronchospazmu, laryngeálnímu edému, edému plic nebo křečím. 5.

Chemotoxická reakce znamená přímé ovlivnění určitého orgánu, zejména sem patří kontrastní nefropatie, kardiotoxicita a další. Tato reakce je přímo úměrná množství podané JKL a více jsou ohroženi nemocní v nestabilním klinickém stavu. Projevy jsou pocit horka, nauzea a zvracení. Hlavní zásadou snížení chemotoxicity je použití co nejmenšího možného množství JKL a dostatečná hydratace každého nemocného před vyšetřením i po něm. 5.

- **Pozdní reakce na JKL**

mohou vzniknout více jak jednu hodinu po podání JKL. Nejčastěji se jedná o lehkou či střední urtiku v rozmezí 3 – 48 hodin po aplikaci. Tyto reakce jsou pravděpodobně zprostředkovány T-lymfocyty a predispozici jejich vzniku mají nemocní s předchozí reakcí na JKL. Léčba zpožděných reakcí je symptomatická. Jejich výskyt je velmi vzácný. 5.

3.9 Postprocessing

Při zobrazení pomocí výpočetní tomografie má velký význam správné použití akvizčních parametrů, které ovlivňují kvalitu naměřených tzv. hrubých dat. Ta jsou po té použita k rekonstrukci obrazových dat – jejich kvalitu určují tzv. rekonstrukční parametry (viz tab. č. 3). Toto hodnocení provádí zkušený radiolog.

Tab. č. 3 Hodnocení vyšetření:

Šíře vrstvy	0,6-1,5 mm, 3mm
okénko	C 100, W 400; C 50, W 350
Roviny MPR	AX, COR, SAG
MIP/MinIP	MIP vrstvy
VRT rekonstrukce	Stínované; nestínované
Další podtprocessing	Cévní analýza, subtrakce skeletu
Dokumentace nálezů	MPR, MIP, VRT, analýza

3.9.1 Cévní analýza

Cévní analýza patří mezi nejstarší speciální aplikace hodnocení při výpočetní tomografii. První systémy pocházejí již ze začátku devadesátých let 20. století. Nejdříve se používaly MIP rekonstrukce, které bývaly jedinými speciálními cévními zobrazeními. Vzhledem ke stále dokonalejšímu prostorovému rozlišení a k většímu rozsahu prováděných zobrazení cévního systému jsou v současnosti využívány jednak algoritmy pro subtrakci skeletu nebo kalcia, dále systémy pro virtuální disekci cévy s nástroji pro měření stenózy. Nejnovějšími způsoby cévní analýzy je virtuální kalibrace cévy pro endovaskulární výkony s plánováním implantace stentu. Pro diferenciaci aneuryzmatu je nezbytné využít axiální

zdrojové obrazy. Pokud je aneuryzma spíše protáhlého vřetenovitého tvaru, je snazší je zobrazit pomocí rekonstrukce zakřivené plochy v programu pro cévní analýzu nebo alespoň pomocí sagitálních a koronárních rekonstrukcí. 4), 5)

3.9.1.1 Subtrakce skeletu

Hodnocení cévních lézí začíná posouzením axiálních obrazů, pokračuje zhotovením trojrozměrného modelu cévní oblasti za pomoci volume rendering techniky, nebo MIP. Z tohoto předběžného modelu je subtrahován skelet. Tato subtrakce může být buď automatická nebo poloautomatická. Automatické systémy většinou pracují nedokonale v oblastech, kde se cévy intimně dotýkají skeletu – jedná se o bederní krajinu, bazi lební nebo bérec. Problém v těchto oblastech je, že se nechtěně odstraní některé cévy např. přední tibiální tepna, a proto je nutno použít manuální editaci optimální kvality 3D modelu. 4), 5)

3.9.2 Maximum intensity projection (MIP)

Dvourozměrný obraz MIP vzniká na principu paralelních přímek procházejících trojrozměrným objemem a denzity pixelů výsledného MIP obrazu odpovídá maximální denzitě v průběhu jednotlivé přímky. Při vytvoření MIP dosáhneme zvýraznění struktur s vyšší denzitou (cévy naplněné kontrastem, kosti, konkrementy s obsahem kalcia apod.). MIP rekonstrukce jsou používány pro zobrazení cév při CT – angiografii, CT – urografii, zobrazení skeletu, zubů. 5)

Limitací MIP jsou zejména kalcifikace ve stěně, které v plošném obrazu zcela překrývají lumen cévy. Dále je problémem superprojekce více cév – např. při komplikovaném větvení či blízkém průběhu – a také superpozice skeletu. U zobrazování aneuryzmat MIP rekonstrukcí je nutné použít subtrakce skeletu neboli odstranění, což je relativně časově náročné, navíc stejně není možné vyvolat správnou prostorovou představu o uložení aneuryzmatu. 4), 5)

Nejkvalitnější zobrazení i drobných cév získáme použitím základních obrazů v izotropní kvalitě a při použití vrstevového zobrazení. Pro zobrazení velmi tenkých cév je vhodné zobrazení MIP vrstvou šíře 2 – 5 mm. 5)

Pokud céva probíhá přibližně v jedné rovině (např. pravá věnčitá tepna), postačí nám na zobrazení celého průběhu menší šíře objemu a vyhneme se tím nežádoucí super projekci. Důležité je dobře zvolit správnou rovinu, abychom se vyhnuli nežádoucímu vlivu kalcifikací. Pokud je průběh cévy komplikovaný, jsme nuceni zvolit větší objem

zobrazovaného objektu, nebo použít vytvoření paralelních sad obrazů podobně jako u MPR. 5)

3.9.3 Volume rendering technique

Volume rendering technice (VRT) umožňuje rychlé a přehledné zobrazení prostorových poměrů a má až na výjimky spíše dokumentační význam. V mnoha případech nahradila ostatní typy trojrozměrných rekonstrukcí. Zobrazuje model objektu definovaný pomocí intervalů denzity, kterým jsou přiřazeny různé barvy. Povrchově stínovaná varianta připomíná starší techniku shaded surface display (SSD), kterou téměř kompletně nahradila. Obrazy bez povrchového stínování připomínají široké multiplanární nebo MIP rekonstrukce. Poloprůhledné rekonstrukce jsou využívány pro zobrazení povrchu orgánů, především vnitřního povrchu trávicí trubice nebo tracheobronchiálního stromu. 5)

Pro VRT rekonstrukce jsou vhodné sady tenkých vrstev překrývajících se v závislosti na šířce o $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$. Obvykle se používá rekonstrukční algoritmus s potlačením denzitních rozhraní, který snižuje vliv šumu. 5)

Pro usnadnění tvorby rekonstrukcí jsou obvykle využívány přednastavené kombinace intervalů denzity, které ve většině případů poskytují kvalitní zobrazení bez nutnosti editace. Zobrazení je výsledkem superprojekce zobrazení denzitních intervalů, kterým je přisuzována určitá barva, průhlednost a sytost. Každý zobrazený interval je definován lichoběžníkem nebo křivkou, jejichž vzestupnost či pokles dodává zobrazení dojem průhlednosti nebo neprůhlednosti. Kombinací několika intervalů (nazývaných rampy, intervaly, popřípadě tkáně) je získán celkový obraz. Poměr jednotlivých intervalů lze interaktivně měnit, nejčastěji tažením myši. 5)

Definovaný objekt můžeme zobrazit jako celek nebo jako vrstvu vymezenou dvěma paralelními rovinami (slab). U složitějších objektů lze provést řez ve více nezávislých rovinách. Tímto způsobem lze odstranit rušivou superpozici okolních struktur. Další možností jejího odstranění je definice oblasti zájmu pomocí uzavřené křivky. Nepotřebná část rekonstrukce vně nebo uvnitř křivky se pak vymaže. Třetí možností ovlivnění superpozice je subtrakce. V tomto případě jsou automaticky nebo manuálně odstraněny struktury o předem definovaném intervalu denzity. Při subtrakci může dojít k vymazání žádoucích struktur, které jsou v dotyku s nežádoucími. Proto je třeba provádět velmi pečlivou editaci. V praxi slouží VRT rekonstrukce především pro rychlé vyhledávání

patologických nálezů a přehledné zobrazení. Díky zkreslení při pohledech z různých úhlů na nich nelze provádět přesná měření. Jsou rovněž náchylnější k artefaktům. 5)

VRT rekonstrukce jsou nejdůležitější pro zobrazení tepen pánve a dolních končetin. Tyto rekonstrukce poskytují komplexní přehled o celém povodí. 4)

3.9.4 Multiplanární rekonstrukce

Při multiplanární rekonstrukci (MPR) je rovinný obraz vytvořen z trojrozměrného objemu dat. Šíři MPR lze libovolně nastavit, jde o analogii s šíří rekonstruovaného obrazu. Nejčastější orientací MPR jsou rovina frontální (koronární) a rovina sagitální.

Izotropie zobrazení

Nejkvalitnější MPR jsou získávány z izotropního zobrazení s kubickým voxellem, jehož hrana je menší než 1mm. Při použití těchto dat je možné vytvořit MPR v jakékoliv rovině ve stejné kvalitě jako axiální obrazy. Významnou podmínkou vytvoření kvalitních MPR je nastavení dostatečného rekonstrukčního incrementu s překrýváním základních axiálních obrazů o 50–70 %.

4 PRAKTICKÁ ČÁST

Některé patologie jako je např. ischemická choroba dolních končetin, ale i další, mohou dlouhodobým postupujícím procesem nepříznivě ovlivnit život pacienta. Příčinnou těchto onemocnění jsou zvláště kouření, vysoký krevní tlak, cukrovka a vysoká hladina cholesterolu. Nejohroženější skupinou jsou hlavně osoby ve věku 55-75 let. Díky CT angiografii jsou pacienti vyšetřováni neinvazivně, rychle, a tím se zlepšuje a zrychluje stanovení správné diagnózy a následné léčby.

Kazuistiky jsem získal na dvouzdrojovém výpočetním tomografu ve FN Plzeň Lochoťín.

5 CÍL PRÁCE

Cílem praktické části je poukázat pomocí získaných pěti kazuistik pacientů s různými diagnózami na důležitost výpočetní tomografie ke stanovení rychlé a správné diagnózy.

6 KAZUISTIKY

6.1 Kazuistika 1

Muž 79 let, rodina přivezla pacienta na vyšetření do cévní poradny s 3 týdny trvající bolestí DK.

Pacient uvedl, že před odchodem do starobního důchodu pracoval jako strojvedoucí. Dříve kuřák, kouřit přestal před 11 lety. Denně vypije 1-2 šálky kávy.

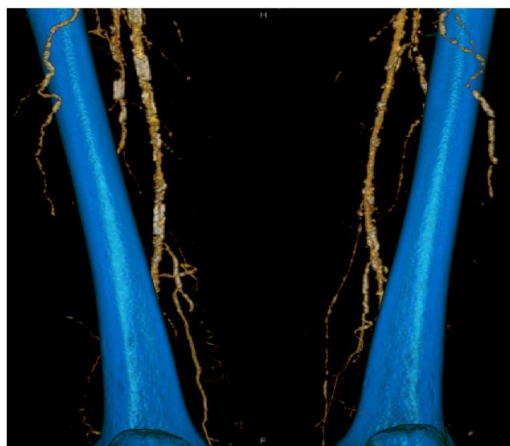
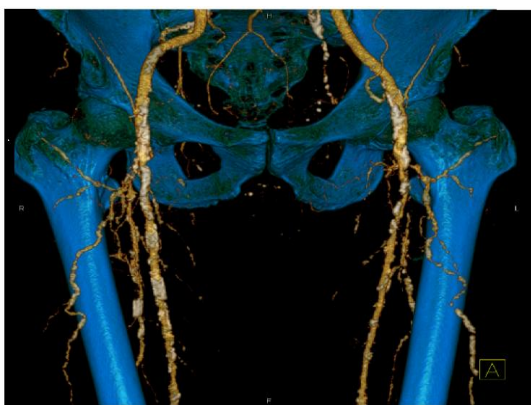
Jiná onemocnění: pacient je kardiak po CABG a trpí hypertenzí.

Vyšetřením zjištěna ischemie dolních končetin bilaterálně. Pacient byl objednan na CT angiografii. Pacient podstoupil vyšetření CT angiografií břišní aorty, pánve a DK dne 6. 6. 2011.

Bylo zjištěno: pokročilé aterosklerotické změny tepen DK. Vlevo významná stenóza a. femoralis superficialis proximálně, v celém průběhu hrubé nerovnosti, distálně a. femoralis superficialis uzavřena, pokročilé změny bérce. Vpravo kritická stenóza a. femoralis communis, uzávěr distální a. femoralis superficialis a arteria poplitea, pokročilé změny bérce. Významné stenózy obou renálních tepen.

Tristní nález by byl indikací k ABF bypassu, ke kterému není nemocný únosný a pravděpodobně by i výtokový trakt nebyl dostatečný. Jako jediná možnost se zdá pokus o lokální řešení v tříslech (endarterektomie).

Byla provedena endarterektomie a následně pacient propuštěn do domácího ošetřování s nutností pravidelných kontrol v cévní poradně.



Obrázek 16 a 17: VRT rekonstrukce, Zdroj: Klinika zobrazovacích metod

6.2 Kazuistika 2

Žena 42 let, přišla do ambulance s potížemi s lýtkem LDK.

Pacientka uvedla, že pracuje jako manažerka. V osobní anamnéze uvádí, že je nekuřačka, občas konzumuje alkohol, denně vypije 3-4 šálky kávy. V dětském věku prodělala běžné choroby.

Předchozí výkony: Pacientka v r. 2007 podstoupila angiografii se zavedením stentu do subrenální aorty pro koarktaci, s následným dobrým efektem.

Nyní pacientka trpí klaudikačními potížemi v lýtku LDK.

Bylo zjištěno: klinicky pulsace vlevo v třísle oslabené se šelestem, distálně slabě hmatná a. poplitea, periferie chladnější, se sníženou žilní náplní. Vpravo pulsace plné do periferie, prokrvení končetiny v normě. Na břicho nález klidný.

Pacientce byla provedena 7. 6. 2011 CT angiografie břišní aorty, pánve a DK.

Zjištěna intimální hyperplazie proximální části stentu v distální břišní aortě se zúžením průtočného lumen dle NASCET asi 60%. Hydropický žlučník s podezřením na RTG nekontrastní konkrement v krčku. Dle CT angiografie objednána pacientka na znovu provedení PTA.

Pacientka po radiointervenčním řešení restenózy stentáže koarktace subrenální aorty. Výkon dne 10. 6. bez komplikací, pacientka v dobrém celkovém stavu, břicho klidné, tříslo klidné, pulzace do periferie. Propouštíme do domácí péče.

Doporučení: dále antiagregační léčba, kontrola v cévní poradně při potížích např. teplotě, bolestech břicha, bolestech dolních končetin



Obrázek 18 a 19: VRT rekonstrukce,
Zdroj: Klinika zobrazovacích metod



6.3 Kazuistika 3

Muž 58 let, přišel kvůli plánované operaci TEP vpravo

Pacient vykonává povolání instalatér. V osobní anamnéze uvedl, že denně vypije 3-4 piva, konzumuje hodně tučného jídla.

předchozí vyšetření: RTG plic, laboratorní vyšetření

Pacient před 4 roky prodělal operaci TEP levého kolene, po operaci pacient bez komplikací.

Nyní na doporučení anesteziologa před plánovanou operací poslán na vyšetření do cévní poradny.

Bylo zjištěno: Klinicky obě DK v periférii chronicky ischemické, vlevo pulsace v třísle se zdají plné, bez šelestu, ale distálně nenahmatán. Vpravo pulsace v třísle výrazně oslabené až nehmatné, poslechově se šelestem. Krkavice bez šelestu.

Operace TEP pravého kolene prozatím odložena. Pacientovi zatím nasazena vasodilatační a antiagregační léčba.

Pacient objednan na CT Angiografii pro ischemické potíže.

Na CT angiografii zjištěna stenóza pánevní tepny a také krátký uzávěr a. femoralis communis přecházející na a. femoralis superficialis nelze vyloučit embólii a také hraniční stenóza AIC vlevo.

Léčba: v první řadě bude provedena radiointervence na pravé dolní končetině pro vylepšení jejího prokrvení. Po té bude možná provedena ortopedická operace

Pacient přijatý k plánovanému radiointervenčnímu řešení stenózy AIC a AFS vpravo před plánovanou totální endoprotézou pravého kolene. Výkon proběhl bez komplikací. Místo vpichu klidné, PDK až do periferie teplá, dobře prokrvená, hybnost a cití zachováno. Dimise v dobrém zdravotním stavu do domácí péče

Doporučení: Chůze, při jakýchkoli potížích přijít na vyšetření do cévní poradny.



Obrázek 20 a 21: VRT rekonstrukce, Zdroj: Klinika zobrazovacích metod

6.4 Kazuistika 4

Muž 69 let, pacient přišel kvůli bolestem v lýtkách vznikajících po chůzi dlouhé přibližně 150 metrů. Na klidové bolesti si nestěžuje.

Pacient uvedl, že dříve vykonával povolání učitele na střední škole. Je to nekuřák a nepije alkohol. V dětství prodělal běžné choroby.

Jiná onemocnění: pacient se léčí na hypertenzi, obezita

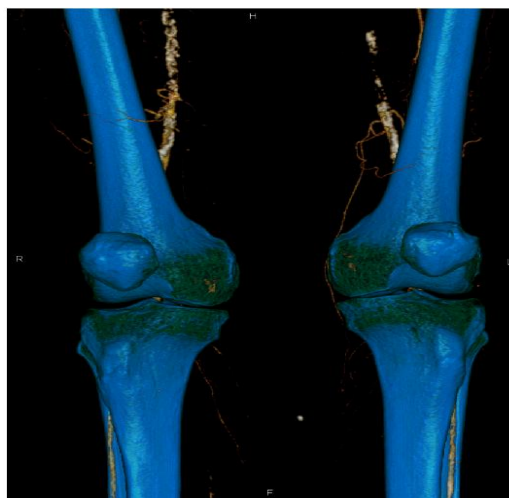
Po vyšetření v cévní poradně zjištěno: Oboustranná pulzace v tříslech je dobře hmatné, dále bilaterálně 0, krkavice bez šelestu

Pacient byl objednan na CT Angiografii. Byla provedena CT angiografie s kontrastní látkou podanou i. v.

Bylo zjištěno: nepříznivý nález, těžkého aterosklerotického postižení tepen dolních končetin včetně aorty, kde byly objeveny nástěnné trombózy, četné stenózy v pánvi, řečiště v terénu souvislých kalcifikací, uzávěr a. femoralis superficialis bilaterálně, sklerotické postižení a kalcifikace v a. femoralis communis a a. femoralis profunda, dále do periferie difusní postižení obou arterií poplitea, redukce bércevého řečiště na 1 tepnu.

Léčba: Vzhledem k nálezu na CT a současným potížím, doporučena zatím jen konzervativní léčbu, která byla následně zavedena.

Doporučení: pravidelné kontroly internistou, tréninková chůze, kontrola v cévní poradně cca za 6 měsíců, při zhoršení dříve.



Obrázek 22 a 23: VRT rekonstrukce, Zdroj: Klinika zobrazovacích metod

6.5 Kazuistika 5

Muž 62 let, pacient přišel do ambulance a stěžoval si na bolesti v pravé hýždí a současně s klaudikacemi v lýtkách přibližně po 50 metrech chůze, klaudikace horší v pravém lýtku.

Pacient je kuřák.

Předchozí výkony: pacient prodělal operaci hrudní a bederní páteře v důsledku komprese při osteoporóze. Také podstoupil operaci žaludku pro vředovou chorobu GD.

Předchozí vyšetření: RTG plic, USG levé dolní končetiny

Při vyšetření v ambulanci zjištěno: Dolní končetiny jsou štíhlé, periferie je symetricky prokrvená. Pulzace v tříselech zjištěna bez šelestů. Arteria poplitea nahmatána jen vpravo.

Problémy na pravé dolní končetině nejspíše nejsou cévního původu.

Pacient objednan na CT angiografii dolních končetin pro nález na levé končetině. Pro nález na pravé končetině by bylo vhodné udělat neurologické eventuálně ortopedické vyšetření.

Byla provedena CT angiografie břišní aorty, pánve a dolních končetin s podáním kontrastní látky i. v.

Bylo zjištěno: Břišní aorta normální šíře, ale má na sobě smíšené ateromatózní změny, bez stenóz. Odstupy viscerálních tepen jsou volné. Na pánevních tepnách byly nalezeny pokročilé aterosklerotické změny bilaterálně, bez významné stenózy.

Vlevo: Na levé arterii femoralis superficialis nalezeny smíšené ateromatózní změny v celém jejím průběhu vedoucí k nevýznamným stenózám, kompletní uzávěr distální arterie femoralis superficialis měkkými hmotami v délce asi 45 mm. Arteria poplitea je plněna přes kolaterály, nad úroveň kloubní štěrbiny je smíšený plát, který vede ke krátké hraniční stenóze arteria poplitea, ale distálně je průchodná. Bércové tepny s chabou náplní jsou volné.

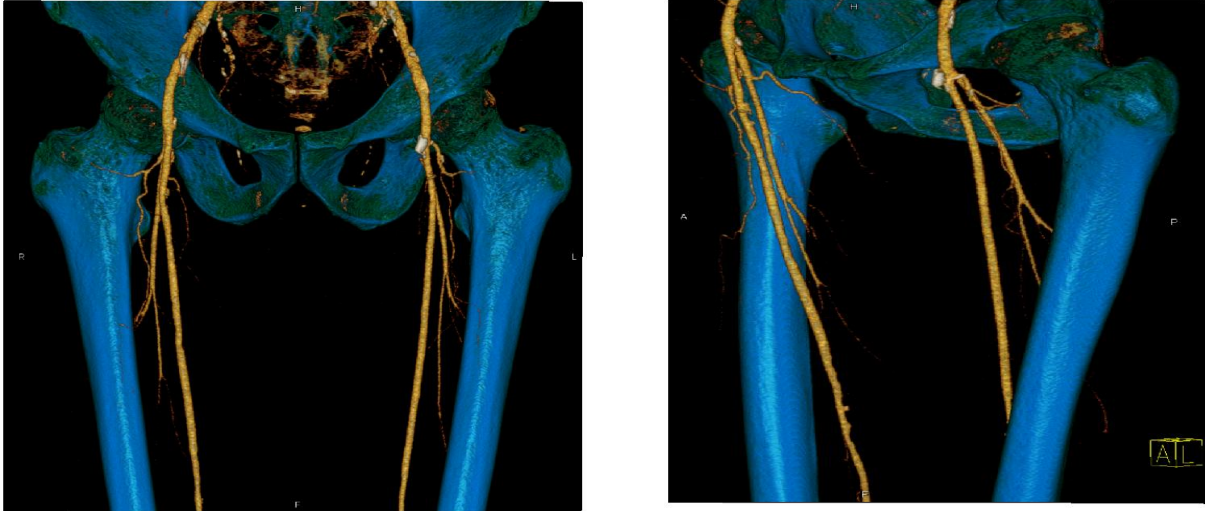
Vpravo: Pravá arteria femoralis superficialis má v celém svém průběhu smíšené ateromatózní změny vedoucí k maximálně hraničním stenózám. Na pravé arterii poplitea je

významná cirkulární stenóza v délce asi 22 mm v úrovni kloubní štěrbin, distálně je volná a bérkové tepny také.

Léčba: Pacient byl objednan na radiointervenční výkon.

Radiointervence (PTA) byla provedena bez komplikací přes pravé tříslo. Po výkonu je prokrvení dolních končetin dobré. Místo vpichu také bez komplikací.

Doporučení: procházky, při potížích kontrola kdykoliv.



Obrázek 24 a 25: VRT rekonstrukce, Zdroj: Klinika zobrazovacích metod

7 DISKUZE

CT angiografie poskytuje mnoho výhod pro klinickou praxi, které jsou nenahraditelné. Mezi největší řadíme rychlost a přesnost určení diagnózy a dobrou dostupnost díky přítomnosti CT téměř v každé nemocnici v České republice.

Dříve, kdy bylo zlatým standardem pro vyšetření cévního řečiště klasická angiografie, podstupovali pacienti vyšetření s vysokou radiační zátěží, s náročnější přípravou a větším diskomfortem díky invazivnímu zavedení Seldingerova instrumentária do tříselné tepny a následnou 24 - hodinovou hospitalizací. Oproti tomu dnes jsou vyšetření během několika sekund bez náročné přípravy a neinvazivně. Další výhodou výpočetní tomografie je menší finanční náročnost oproti klasické angiografii. Z kazuistik, které jsem získal na nejmodernějším výpočetním tomografu s duální energií ve FN Plzeň – Lochotín se mi podařilo prokázat důležitost metody CT angiografie ke stanovení rychlé a přesné diagnózy, která je důležitým parametrem k zahájení cílené léčby.

ZÁVĚR

CT angiografie poskytuje množství nezastupitelných výhod pro klinickou praxi. Mezi nejdůležitější patří možnost použití hlavně v emergentních případech, ale i pro diagnostiku patologií cévního řečiště, které mohou pacienta ohrozit na životě.

V teoretické části bakalářské práce na téma CT angiografie dolních končetin jsem popsal anatomii a nejčastější patologie cév dolních končetin. Při hodnocení cév je nejdůležitější jejich průsvit, průběh a hemodynamika. S použitím nejkvalitnějších přístrojů je zobrazení naprosto precizní a napomůže lékařům k určení přesné diagnózy.

Dále popisuji konkrétně vyšetření na výpočetním tomografu, včetně popisu přístroje, vyšetřovací protokol, aplikace kontrastní látky, nežádoucí reakce a nejčastější postprocesingové zobrazení, které však již provádí radiolog.

V druhé, praktické části popisuji 5 kazuistik pacientů, u nichž je popsán celý průběh vyšetření. Všichni pacienti byli vyšetřeni ve FN Plzeň – Lochotín na přístroji Somatom Definition, který patří do kategorie moderních výpočetních tomografů obsahujících dva systémy rentgenka plus detektor. Za použití této sestavy se stává vyšetření pro pacienta nejenom rychlejší, ale i radiační dávka je co nejvíce minimalizována. Lékař díky kvalitnímu postprocesingu pak může poskytnout rychlou odpověď na zdravotní potíže pacienta.

Onemocnění dolních končetin je velmi závažné a při zanedbání příznaků může způsobit nemalé komplikace. Proto vyšetření na výpočetním tomografu může poskytnout pacientům včasnou a rychlou odpověď na jejich potíže a pomoci urychlit proces uzdravování.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- 1) ČIHÁK, R., *Anatomie 1,2.*, upr. a dopl. vyd. Praha: Grada, ISBN 80-7169-970-5
- 2) VOJÁČEK, J., MALÝ, M., a kol., *Arteriální a žilní trombóza v klinické praxi*, vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2004. ISBN 80-247-0501-X
- 3) KARETOVÁ, D., STAŇEK, F., a kol., *Angiologie pro praxi*, vyd. Praha: MAXDORF s.r.o, 2007. ISBN 978-80-7345-001-4
- 4) FERDA, J., *CT Angiografie*, vyd. Praha: Galén, 2004. ISBN 80-7262-281-1
- 5) FERDA, J., *Multidetektorová výpočetní tomografie Technika vyšetření*, vyd. Praha: Galén., 2009. ISBN 978-807262-608-3
- 6) WOLGANG, D., *Feneisův obrazový slovník anatomie*, 3.vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2007. 548s. ISBN 978-80-247-1456-1
- 7) FAKAN, F., *Přehled patologie pro bakalářské zdravotnické obory*, vyd. Praha: Karolinum., 2008. ISBN 978-80-246-1054-2
- 8) EUCLID SEERAM., *Computered tomography*, vyd. Elsevier., 2008. ISBN 978-1-4166-6971

Elektronické zdroje

1. Informovaný souhlas dostupný na:

<http://radiologieplzen.eu/pruvodce-vypocetni-tomografii/>

2. <http://www.stefajir.cz/?q=ischemicka-choroba-dolnich-koncetin>

3. <http://astronuklfyzika.cz/JadRadMetody.htm>

4. www.szymb.cz/admin/upload/sekce_materialy/Tepny.pdf

5. <http://www.crs.cz/cs/dokumenty/doporuceni-prehled/metodicky-list-intravaskularniho-podani-jodovych-kontrastnich-latek-jkl.html>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

a. arteria

ABF aortobifemorální bypass

AFS arteria femoralis superficialis

AIC arteria iliaca communis

CT computered tomography

DK dolní končetiny

DSCT výpočetní tomografie s dvěma rentgenkami

HU Hounsfieldova jednotka

ICHDK ischemická choroba dolních končetin

i.v. intravenózně, do žíly

k. l. kontrastní látka

MIP maximum intensity projection

MPR multi planární rekonstrukce

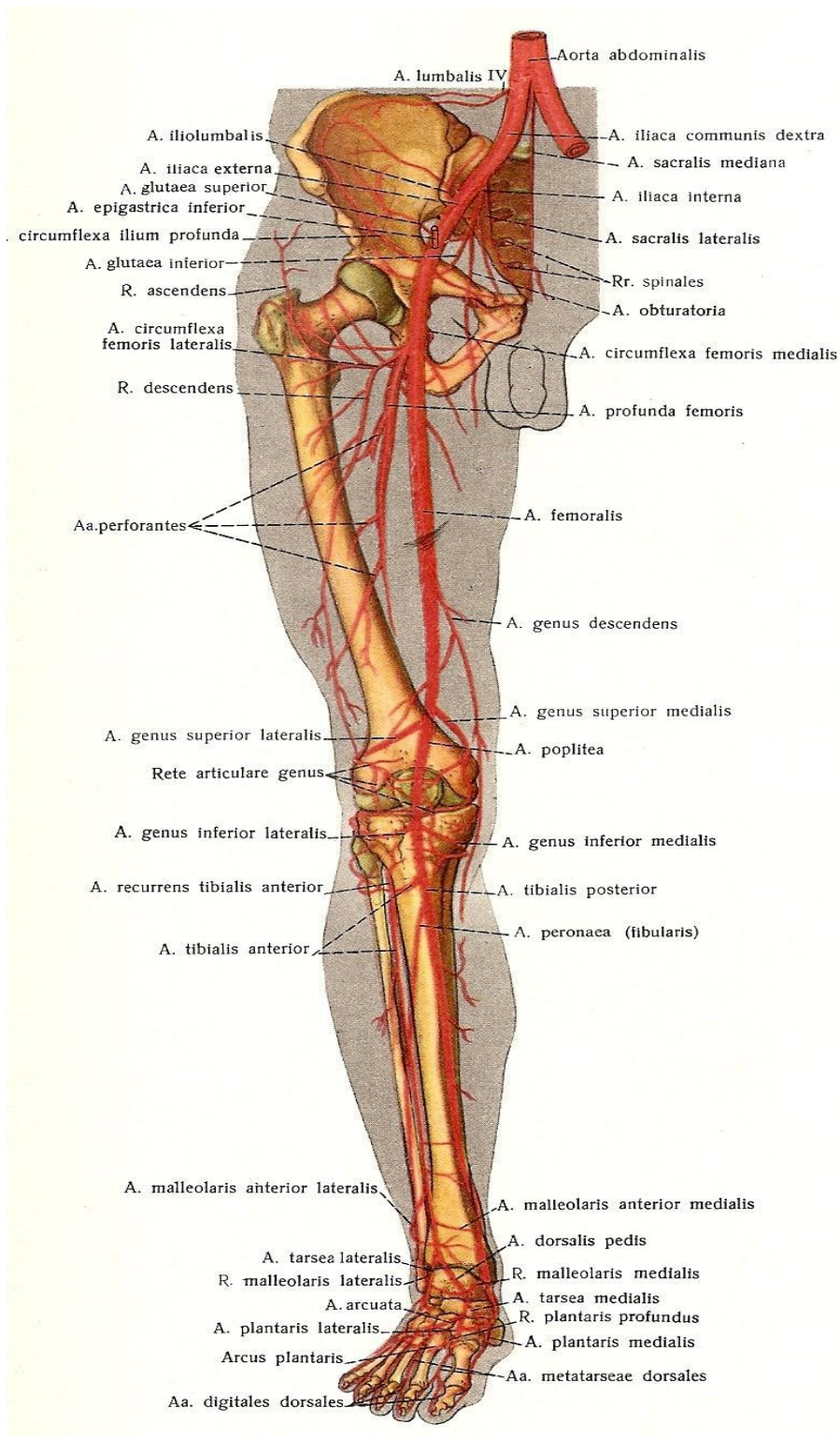
VRT volume rendering technique

SEZNAM PŘÍLOH

Obrazová příloha č. 1. Anatomie tepen dolních končetin, Patologie, Schéma DSCT, přetlakový injektor, aplikační schéma, Bolus-tracking 2x, CT přístroj, pacient na stole

Obrazová příloha č. 2. informovaný souhlas na CT (Klinika zobrazovacích metod FN-Plzeň)

Příloha č. 1.



Obrázek 1: anatomie tepen dolních končetin, Zdroj 4.



Obrázek 2: uzávěr přední tibiální tepny oboustranně, Zdroj: 4)



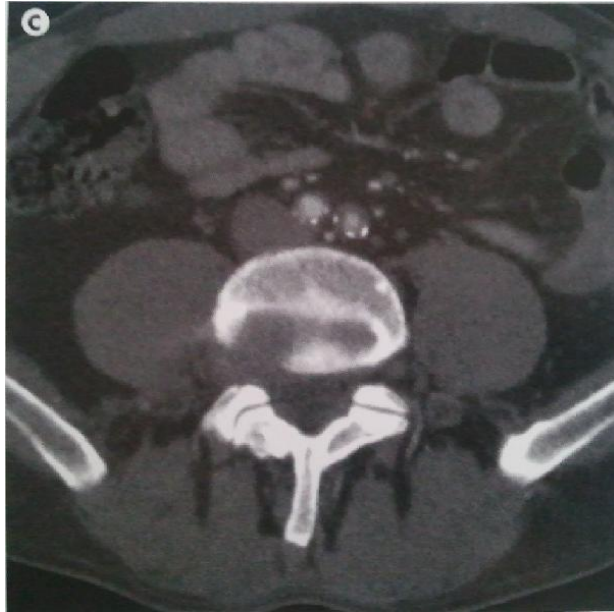
Obrázek 3: aneuryzma podkolení tepny, Zdroj: 4)



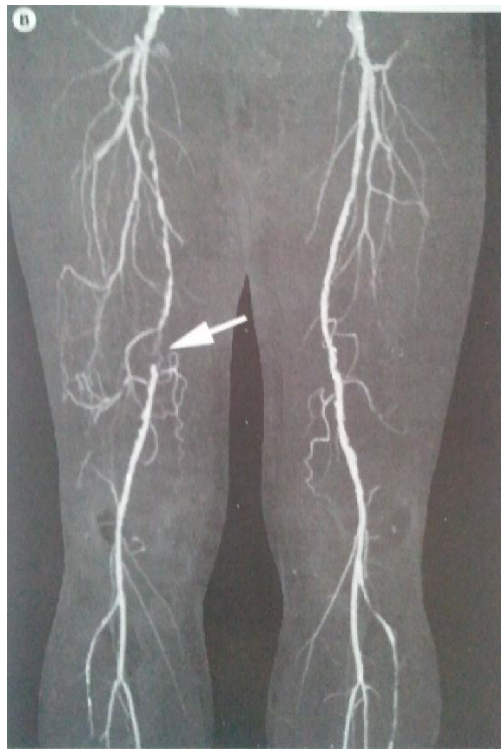
Obrázek 4: koronární MPR aneuryzmatu podkolení tepny, Zdroj: 4)



Obrázek 5: sagitální MPR aneuryzmatu podkolení tepny, Zdroj: 4)



Obrázek 6: uzávěr levé společné pánevní tepny, Zdroj: 4)



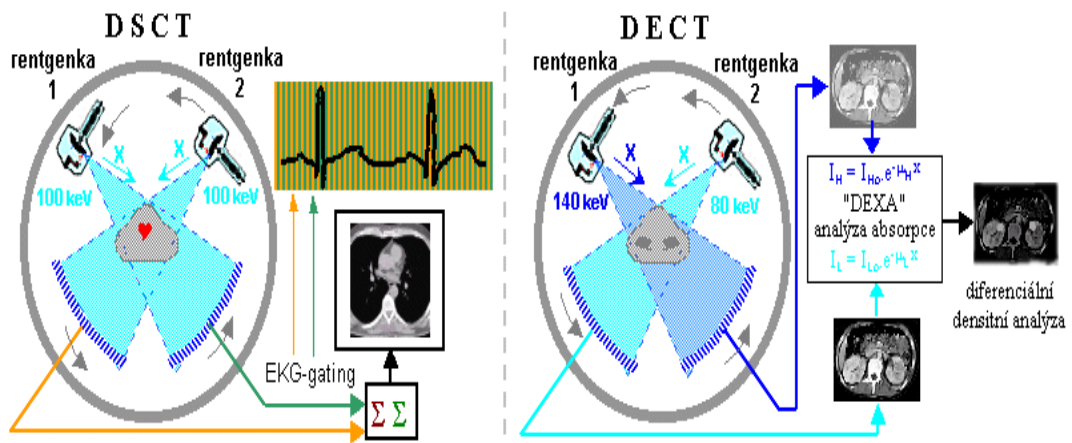
Obrázek 7: krátký uzávěr distální části povrchové stehenní tepny vlevo, Zdroj: 4)



Obrázek 8: uzávěr levé povrchové stehenní tepny, Zdroj: 4)



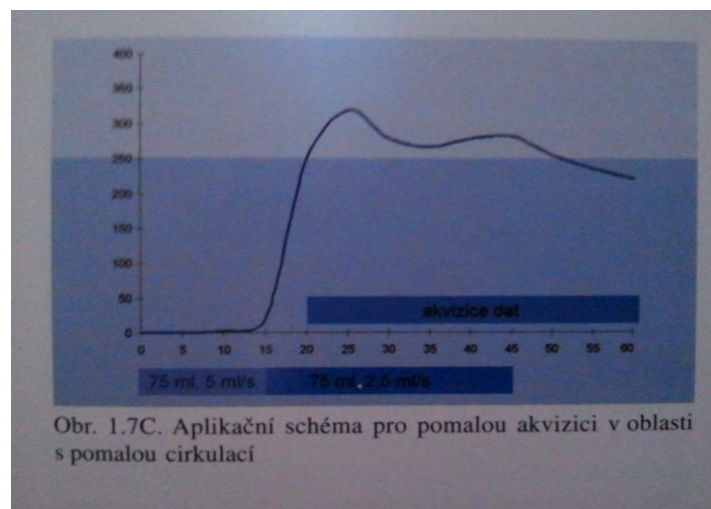
Obrázek 9: CT přístroj na Klinice zobrazovacích metod ve FN Plzeň, Zdroj: moje fotka



Obrázek 10: schéma DSCT a DECT, Zdroj: 3.



Obrázek 11: přetlakový injektor, Zdroj: moje fotka

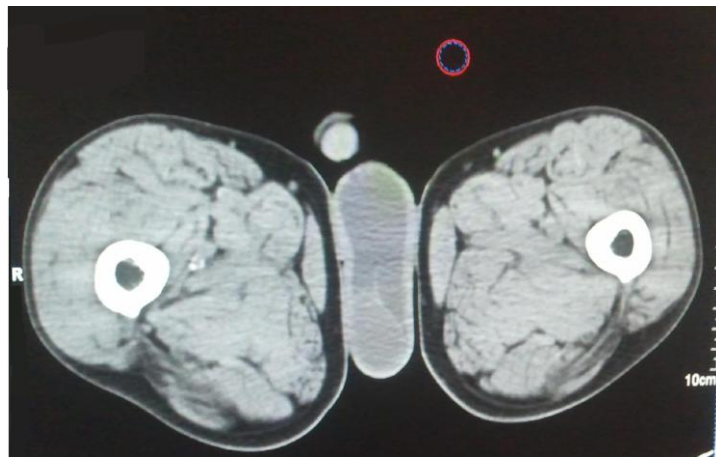


Obr. 1.7C. Aplikační schéma pro pomalou akvizici v oblasti s pomalou cirkulací

Obrázek 12: Zdroj: 4)



Obrázek 13: Bolus-tracking u dolních končetin, Zdroj: FN-Plzeň Klinika zobrazovacích metod



Obrázek 14: Bolus-tracking u dolních končetin, zdroj: FN-Plzeň Klinika zobrazovacích metod



Obrázek 15: pacient těsně před vyšetřením, Zdroj: moje fotka



VYŠETŘENÍ VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIÍ (CT)

Vážená paní, vážený pane, vážení rodiče,

na základě zhodnocení Vašeho zdravotního stavu doporučil Váš ošetřující lékař provedení vyšetření výpočetní tomografií (zobrazování tělních „řezů“, dále jen CT). Vzhledem k určitým rizikům vyplývajícím z principu metody je zapotřebí Vás dostatečně informovat o přípravě, způsobu provedení a případných komplikacích spojených s tímto vyšetřením. Dále je nutné získat Váš souhlas s tímto vyšetřením.

CT je moderní metoda využívající účinků rentgenového (RTG) záření, které jsou do určité míry pro organismus zatěžující a její použití je třeba důkladně zvážit. Ke kvalitnímu vyšetření cév a orgánů, je dále nutné nitrožilní podání jodové kontrastní látky, o kterém rozhoduje lékař přímo na CT pracovišti.

Důvod provedení vyšetření

Diagnostické CT vyšetření dle závězení ošetřujícího lékaře přispěje k objasnění či kontrole Vašeho zdravotního stavu, což může mít vliv na další průběh léčby.

Příprava před vyšetřením

K vyšetření se dostavte nalačno (min. 4 hodiny před vyšetřením pouze malé množství tekutiny, ne kávu a alkohol). Je-li prováděno cílené vyšetření trávicího traktu (tenké a tlusté střevo), je nutná důkladnější příprava (vyprázdnění střeva) dle pokynů ošetřujícího lékaře, který vyšetření objednává. Další nutná příprava pak bude provedena v den vyšetření dle pokynů vyšetřujícího lékaře (radiologa).

V případě, že trpíte alergií na jakékoli látky (včetně pylové alergie či bodnutí hmyzem), upozorněte na to předem Vašeho ošetřujícího lékaře i personál CT pracoviště. Velmi důležité je informovat ošetřujícího lékaře i personál CT pracoviště, zda jste v minulosti neprodělal/a alergickou reakci na nitrožilní podání jodové kontrastní látky, a to nejen při CT vyšetření, ale i při vyšetření cév (angiografie a flebografie) nebo ledvin (vylučovací urografie). Informujte také o případné kožní reakci na dezinfekční přípravky s obsahem jódu. Dále sdělte personálu CT pracoviště, zda trpíte poruchou funkce ledvin, bronchiálním astmatem či zeleným očním zákalem.

Na základě informací od Vás a Vašeho ošetřujícího lékaře radiolog zváží nutnost nitrožilního podání kontrastní látky, případně doporučí preventivní podání léků k vyloučení možných komplikací spojených s nitrožilním podáním kontrastní látky na základě doporučení v Metodickém listu intravaskulárního podání jodových kontrastních látek schváleného výborem RS ČLS JEP (Radiologická společnost české lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně).

Průběh vyšetření

Vyšetření se může provádět bez nutnosti podání kontrastní látky a jakákoli příprava ani zajištění nitrožilního přístupu není nutné.

V případě nutnosti podání kontrastní látky Vám bude zajištěn nitrožilní přístup zpravidla na paži (obdobný vpich jako při odběru krve).

Vyšetření je prováděno vleže a je nutné se přesně řídit pokyny zdravotnického personálu (např. zadržet dechu na krátkou dobu).

Během a bezprostředně po nitrožilním podání se u Vás mohou vyskytnout průvodní jevy kontrastní látky, zejména pocit „tepla po těle“, ojediněle se může dostavit nevolnost či bušení srdce. Tyto pocity za krátkou dobu odezní.

Rizika a možné komplikace výkonu

Případnou závažnou komplikací jsou projevy tzv. alergické reakce, ke kterým může dojít, přestože jste se s nimi ještě nesetkal/a a byl/a jste již jodovou kontrastní látkou vyšetřován/a. Při podávání moderních, tzv. neionických kontrastních látek, však k závažnějším komplikacím dochází výjimečně. Rozpoznání i způsob léčby těchto komplikací závisí na závažnosti alergické reakce a personál CT pracoviště je na ně připraven.

Chování po výkonu, možná omezení

Vzhledem k tomu, že ke zdravotním komplikacím může výjimečně dojít i v delším období po vyšetření, je vhodné se k vyšetření dostavit s doprovodem a po vyšetření vyčkat minimálně 15 minut v čekárně CT pracoviště.

Kontrastní látka se převážně vylučuje ledvinami, je tedy vhodné po vyšetření zvýšit příjem tekutin, pokud to není v rozporu s Vaším zdravotním stavem či léčbou. Tím se vyloučení této látky urychlí.

Pokud se Vaše vyšetření obešlo bez podání kontrastní látky, pak můžete ihned po vyšetření odejít. V případě nejasností či jakýchkoli dotazů se samozřejmě obraťte na vyšetřující personál.

Prohlášení

Byl/a jsem podrobně seznámen/a u plánovaného zdravotního výkonu se všemi alternativami léčby, s jejich výhodami a riziky a měl/a jsem možnost si jednu z alternativ zvolit (pokud výkon nepodléhá zvláštním právním předpisům).

Byla jsem seznámen/a s možnými omezeními v obvyklém způsobu života a v pracovní neschopnosti po výkonu, s možnými očekávanými změnami zdravotního stavu a zdravotní způsobilosti.

Byl/a jsem seznámen/a s léčebným režimem, vhodnými preventivními opatřeními a s možnými kontrolními zdravotními výkony.

Prohlašuji, že jsem mohl/a klást doplňující otázky, na které mi bylo řádně odpovězeno a že jsem informacím a poučení plně porozuměl/a a souhlasím s navrhovaným postupem.

V případě výskytu neočekávaných komplikací vyžadujících neodkladné provedení dalších zákroků nutných k záchraně života nebo zdraví souhlasím, aby byly provedeny veškeré další potřebné a neodkladné výkony nutné k záchraně života nebo zdraví.

Pacient/ka:Rodné číslo:
titul příjmení jméno

Zákonný zástupce:Příbuzenský vztah:
titul příjmení jméno

V Plzni dne v hodin
podpis pacienta/pacientky nebo zákonného zástupce

Lékař/ka provádějící poučení:
titul příjmení jméno podpis

Vyplňte v případě, že pacient/ka nemůže s ohledem na svůj zdravotní stav poučení podepsat (např. úraz horní končetiny):
Současný zdravotní stav pacienta/pacientky nedovoluje, aby podepsal/a informovaný souhlas, protože:

.....
.....

Způsob projevu vůle (souhlasu):

🕒 kývnutím hlavy 🕒 gestem: 🕒 očima 🕒 jinak:
.....

Svěděk:
.....
titul příjmení jméno podpis