

VÝZNAM MULTIDETEKTOROVÉ CT-ANGIOGRAFIE PRO VOLBU LÉČBY U AKUTNÍ ISCHÉMIE DOLNÍ KONČETINY

THE IMPACT OF MULTIDETECTOR-ROW CT-ANGIOGRAPHY ON TREATMENT STRATEGY IN ACUTE LIMB ISCHEMIA

původní práce

Jiří Ferda¹
Milan Novák¹
František Šlauf¹
Petr Duras¹
Richard Šulc²
Vilém Kuntscher²
Vladislav Třeška²

¹Radiodiagnostická klinika LF UK a FN, Plzeň

²Chirurgická klinika LF UK a FN, Plzeň

Přijato: 15. 10. 2008.

Korespondenční adresa:

doc. MUDr. Jiří Ferda, PhD.
Radiodiagnostická klinika LF UK a FN
Alej Svobody 80, 306 40 Plzeň
e-mail: ferda@fnplzen.cz

Práce byla podpořena výzkumným projektem MSM 0021620819.

Práce byla přednesena jako vědecké sdělení na pracovním sympoziu CSIR v květnu 2008 v Českém Krumlově.

SOUHRN

Ferda J, Novák M, Šlauf F, Duras P, Šulc R, Kuntscher V, Třeška V. Význam multidektrové CT-angiografie pro volbu léčby u akutní ischémie dolní končetiny

Cíl. Cílem práce je zhodnotit přínos multidektrové CT-angiografie (MDCTA) tepen dolních končetin při akutní končetinové ischémii z hlediska volby správné léčebné strategie.

Metoda. Retrospektivně bylo posouzeno, zda byla stanovena po provedení MDCTA definitivní diagnóza, zda byla doplňována diagnostická angiografie nebo proveden přímo endovaskulární, chirurgický výkon, případně konzervativní terapie. Analyzováno bylo celkem 106 vyšetření provedených z důvodu rozvoje akutní ischémie dolní končetiny (72 mužů, 34 žen, průměrný věk 67,3 let, rozpětí 42–89 let). Vyšetření byla prováděna na šedesátitýřřadém přístroji CT (Sensation 64, Siemens Medical Solutions, Forchheim) použitím kolimace 2× (32 × 0,6 mm), faktor stoupání 1,5. Podáváno bylo 80–100 ml k.l. i.v. průtokem 4 ml/s. Přítok kontrastní látky byl monitorován v proximální části stehna pomocí sekvenčního dynamického skenování (bolus tracking) a byl manuálně spuštěn při prvním vzestupu denzity v některé z tepen.

Výsledky. V souboru vyšetření byla nalezena embolická příčina uzávěru v 18 případech, uzávěr distálně od větvení aorty ve 43 případech, uzávěr abdominální aorty v 7 případech, uzávěr cévní rekonstrukce v 29 případech, ostatní nálezy v 9 případech. Diagnostická angiografie (nikoliv selektivní před endovaskulárním výkonem) byla provedena jen v 6 případech (6,6 %), v ostatních případech nebyla provedena.

SUMMARY

Ferda J, Novák M, Šlauf F, Duras P, Šulc R, Kuntscher V, Třeška V. The impact of multidetector-row CT-angiography on treatment strategy in acute limb ischemia

Aim. To assess a value of the multi-detector-row CT-angiography (MDCTA) of the lower extremity arteries in patients with acute limb ischemia from the point of view of proper therapy strategy.

Method. 106 examinations (72 males, 34 females, mean age 67.3 y., range 42–89 y.) performed due to the acute lower limb ischemia were analyzed retrospectively. Results of the MDCTA were assessed if they led directly to the endovascular or surgical or conservative therapy. All examinations were performed on 64-slice CT equipment (Sensation 64, Siemens Medical Solutions, Forchheim, Germany) using collimation 2× (32 × 0.6 mm), pitch factor of 1.5. 80–100 ml of iodinated contrast agent was administered into the antecubital vein with flow rate 4 ml/sec. The advent of the contrast agent into the examined territory was monitored with bolus tracking, the manual start was done when the first arise of the density in any artery was observed.

Results. Following causes of the ischemia were found: acute peripheral embolism (18 cases), occlusion of the peripheral artery (43 cases), occlusion of the abdominal aorta (7 cases), occlusion of the peripheral vascular graft (29 cases), other causes (9 cases). Diagnostic arteriography was performed only in 6 cases before starting the therapy.

Conclusion. Emergent MDCTA is sufficient imaging tool to stratify patient for endovascular or surgical treatment in acute limb ischemia.

Závěr. Provedením akutní CT-angiografie dolních lze správně stratifikovat pacienty vhodné k endovaskulární či chirurgické terapii

Klíčová slova: CT-angiografie, akutní končetinová ischemie.

Key words: CT-angiography, acute limb ischemia.

ÚVOD

Akutní končetinová ischemie je stavem s vysokou morbiditou a mortalitou. Příčinou je náhle vzniklý tepenný uzávěr embolického či trombotického charakteru. Rychlost vzniku příznaků záleží na přítomnosti či absenci kolaterálního oběhu, rychle se rozvíjí u embolických příhod nebo u náhlé trombózy cévní rekonstrukce. Jedině včasná a správná diagnóza může u nemocných s akutní končetinovou ischemií vést k záchraně končetiny či v nejzávažnějších případech k záchraně života.

Kromě klinického vyšetření jsou na mnoha pracovištích do současnosti vůdčími diagnostickými postupy u akutní končetinové ischemie dopplerovská ultrasonografie tepen dolních končetin a katetrizační arteriografie. Se zavedením spirálních výpočetních tomografií do klinické praxe dochází k rozvoji nových aplikací výpočetní tomografie na poli vaskulární diagnostiky. CT-angiografie tepen dolních končetin je poprvé zkoušena v klinické diagnostice u periferních tepen v 90. letech minulého století Rubinem (1). Výrazné technické limitace metody nedovolovaly její širší klinické uplatnění v diagnostice celého povodí tepen dolní končetiny. Teprve konstrukce víceřadých systémů přinesla významný pokrok v prostorovém rozlišení a zkrátila akviziční čas vyšetření na únosnou míru. Na našem pracovišti používáme multidetektorovou CT-angiografii (MDCTA) periferních tepen v klinické praxi rutinně od podzimu 2002. Cílem prezentované práce je analyzovat zkušenosti s urgentním provedením MDCTA u akutní končetinové ischemie z hlediska stanovení definitivní diagnózy a zvolení léčebné strategie na základě nálezu z MDCTA.

MATERIÁL A METODA

Byla provedena retrospektivní analýza 106 vyšetření MDCTA indikovaných z důvodu akutní ischemie dolní končetiny v rozpětí 24 měsíců (leden 2006 – prosinec 2007). Při hodnocení vyšetření jsme zjišťovali, zda byla stanovena vyšetřením definitivní diagnóza, zda byla na jejím základě zvolena definitivně léčba endovaskulární, chirurgická či konzervativní.

Všechna vyšetření byla provedena na přístroji Somatom Sensation 64 (Siemens Medical Solutions, Forchheim, Německo). Vyšetření byla provedena po aplikaci neiontové jódové kontrastní látky o koncentraci 400 mgI/ml. Celkový objem byl kalkulován dle longitudinálního rozsahu vyšetření, aplikováno bylo od 80 do 100 ml k.l. Kontrastní látku jsme podávali přetlakovým injektorem průtokem 4 ml/s. Nástřik byl ukončen podáním 50 ml fyziologického roztoku průtokem 4 ml/s.

Synchronizace aplikace kontrastní látky a spuštění akvizice dat byla prováděna pomocí monitorace nízkodávkovými skeny na proximální třetině stehna. Monitorace byla zahájena 15 s po aktuálním začátku aplikace kontrastní látky. Radiologický asistent vizuálně kontroloval monitorační skeny prováděné sekvenční technikou po 1 s. Při začátku opacifikace v jakékoliv z tepen monitorované oblasti bylo manuálně zahájeno skenování.

Byly použity následující skenovací parametry: kolimace $2 \times (32 \times 0,6 \text{ mm})$ s použitím Z-samplingu (počet datových stop 64 na jednu otáčku gantry o 360°), faktor stoupání 1,5, napětí 120 kV, proud 170 mAs. Byla použita redukce dávky s využitím 4D-dávkové modulace (4D-CareDose, Siemens). Zobrazení bylo provedeno v rozsahu od bráničního oblouku po špičky nohou. Data byla rekonstruována nejprve v šíři 3 mm bez překrývání pro hodnocení abdominálních orgánů a měkkých tkání. Dále byla data rekonstruována se submilimetrovým izotropním rozlišením – axiální obrazy šíře 0,6 mm s překrýváním o jednu třetinu šíře vrstvy. Field-of-view bylo zvoleno, aby voxel nepřesahoval velikost $0,6 \times 0,6 \times 0,4 \text{ mm}$. Byla využívána rekonstrukce s algoritmem pro měkké tkáně (kernel B31 pro vrstvy 3 mm) a algoritmem vhodným pro CT-angiografii (B10f) u vrstev šíře 0,6 mm při současném zachování denzitních rozhraní mezi sousedními voxely.

Vyšetření byla hodnocena pomocí analýzy v trojrozměrném prostředí s možností zhotovení planárních rovinných i zakřivených rekonstrukcí, maximum-intensity-projekcí (MIP), trojrozměrných rekonstrukcí technikou volume rendering (VRT), subtrakce skeletu a provedení cévní analýzy (Syngo InSpace, verze 2006A, Siemens Medical Solutions, Forchheim, Německo). Z vyšetření byl pořízen záznam v podobě obrazové vizity, která obsahovala trojrozměrné a MIP



Obr. 1. Inveterovaná ischemie pravé končetiny po uzavěru femoro-popliteálního bypasu, MDCTA

Léčba – amputace z důvodu gangrény

Fig. 1. Inveterate ischemia of the right lower extremity developed after occlusion of the femoro-popliteal bypass-graft; MDCTA

Treatment – amputation due to the gangrene

angiogramy a rekonstrukce z cévní analýzy. Obrazová vizita byla archivována společně se zdrojovými daty v integrovaném klinickém informačním systému (WinMedicalc, FN Plzeň a Medicalc s.r.o., Plzeň, Česká republika).

Výsledky MDCTA byly konfrontovány s daty v klinickém informačním systému – provedenými arteriografiemi, operačními zákroky a indikovanou konzervativní terapií.

VÝSLEDKY

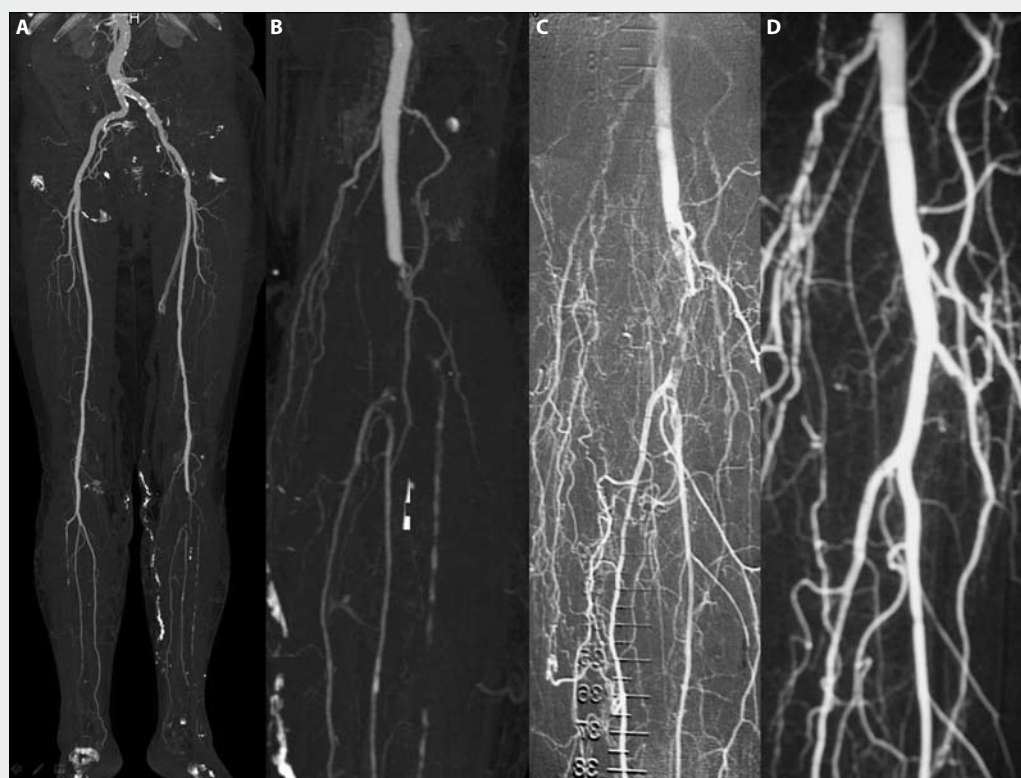
Ve 105 případech bylo provedené vyšetření diagnosticky kvalitní, plně hodnotitelné. Technická úspěšnost dosáhla 99 %, pouze v jediném případě nebyly dostatečně opacifikovány bérkové tepny, kdy došlo k rychlejšímu pohybu stolu s nemocným, než bylo šíření bonusu kontrastní látky v periferním řečišti u nemocného s nízkým srdečním výdejem.

Celkem u osmi nemocných byly přítomny extenzivně kalcifikované bérkové tepny, u tří nemocných byl však nalezen uzávěr proximálně od bérce. Nejistota hodnocení významu

postižení suprapopliteální a infrapopliteální oblasti vedla u pěti nemocných k nutnosti doplnění diagnostické arteriografie – ve třech případech byla provedena arteriografie jen prográdně na straně ischemické končetiny s následným endovaskulárním výkonem.

Nálezky při MDCTA shrnuje tabulka 1. U nemocných s kombinací postižení šlo o současný nález na více etážích, především s mnohočetným postižením bérkových tepen – v této skupině se také vyskytlo pět výše uvedených případů, kdy byla doplněna diagnostická arteriografie. U čtyř nemocných šlo o mnohočetné postižení periferních tepen při diabetické angiopatii s pokročilými kalcifikacemi. V jednom případě byly mohutné kalcifikace bérkových tepen přítomné u bývalého nadzvukového pilota. U všech nemocných byla následně provedena také endovaskulární terapie.

Pouze na základě MDCTA byla následná terapie zvolena u 100 nemocných (93,4 %). Následnou terapii shrnuje tabulka 2. Celkem u 54 nemocných byl proveden přímo endovaskulární výkon s iniciální prográdní arteriografií. Při porovnání prográdní arteriografie ohrožené končetiny s provedenou



Obr. 2. Akutní ischemie při embolizaci do a. poplitea vlevo

A, B – MDCTA; C – arteriografie před aspirační embolektomií; D – arteriografie po uvolnění řečiště

Fig. 2. Acute limb ischemia caused by the embolic occlusion of popliteal artery

A, B – MDCTA; C – arteriography before aspiration embolectomy; D – arteriography after desobliteration of the arteries

Tab. 1. Nálezy MDCTA
Tab. 1. MDCTA findings

Periferní akutní trombotický uzávěr	43
Uzávěr cévní rekonstrukce	29
Periferní embolizace	18
Uzávěr abdominální aorty	7
Trauma	2
Trombóza stentu	1
Kombinace	6
Celkem	106

Tab. 2. Výkony následující po provedení MDCTA
Tab. 2. Examinations and therapy after MDCTA

Diagnostická arteriografie	6
Zobrazení tepen do podkolenní oblasti	0
Zobrazení bérce tepen z důvodu masivních kalcifikací	5
Zobrazení bérce tepen kvůli předběhnutí bolu k.l. při MDCT	1
Přímá endovaskulární intervence	54
Trombolýza	21
PTA stenózy/stenóz	16
Aspirační embolektomie	9
Rekanalizace uzávěru	6
Technický neúspěch rekanalizace uzávěru	2
Přímo chirurgický výkon	43
Cévní rekonstrukce	29
Embolektomie	5
Amputace	5
Trombektomie	3
Embolektomie + reanastomóza	1
Bazální léčba (infaustní prognóza)	3

MDCTA byl v jediném případě byl nález hodnocen neprávne (v oblasti bérce), přesnost hodnocení dosáhla tedy 98 %.

Z hlediska dalšího vývoje onemocnění kromě tří nemocných s infaustní prognózou (pokročilá viscerální ischemie při akutním Lérichově syndromu) zemřelo do 30 dní po provedení MDCTA a následné endovaskulární či chirurgické léčbě dalších pět nemocných (30denní mortalita dosáhla 7,5 %); příčinou smrti byly následky ischemie končetiny u celkem šesti nemocných, u jednoho nemocného ischemie mozku a jednoho akutní infarkt myokardu. Sledovali jsme u nemocných také výskyt alergické reakce nebo kontrastní nefropatie. Při porovnání s klinickým vývojem jsme nezaznamenali kontrastní nefropatii u nemocných přeživších, avšak u šesti zemřelých nemocných s infaustní iniciační prognózou nebo s rozvojem septického šoku byla přítomna nebo se vyvinula anurie z průběhu onemocnění. V těchto případech však není možné vznik renální nedostatečnosti přisoudit podání kontrastní látky.

DISKUSE

Se stárnutím populace v západním světě se objevuje vyšší prevalence onemocnění periferních tepen, která se odhaduje na přibližně 12 % v západní Evropě a v Severní Americe. Spolu s rozvojem endovaskulárních revaskularizačních technik, s novými možnostmi v chirurgické i farmakologické terapii se stává stále důležitější neinvazivní diagnostika postižení periferních tepen. Kromě zobrazení dopplerovskou ultrasonografií je možné v k zobrazení periferních tepen použít i kontrastní MR-angiografii a dále CT-angiografii.

Konvenční diagnostika digitální subtrakční angiografií (DSA) zůstává stále zlatým standardem. Její výhodou je možnost konverze diagnostického výkonu na akutní perkutánní



Obr. 3. **Náhle vzniklá bolest a rozvíjející se ischemie levé dolní končetiny.**

Pseudoaneuryzma anastomózy iliofemorálního by-passu s nástěnnou trombózou a vmetkem do tibio-fibulárního trunku; léčba – resekce pseudoaneuryzmatu, reanastomóza a embolektomie

Fig. 3. **Sudden pain and developed acute ischemia of the left lower extremity developed after embolisation from the pseudo-aneurysm of the ileo-femoral bypass-graft; MDCTA**

Treatment – resection of the pseudo-aneurysm, re-anastomosis and surgical embolectomy

léčebný výkon. Nicméně zdokonalením vyšetřovací techniky pomocí výpočetní tomografie bylo docíleno takové zobrazovací kvality, že je možné ji využít k zobrazení celého arteriálního systému od úrovně bránice až po špičky dolní končetiny ve kvalitě zobrazení srovnatelné s DSA. Aby bylo možné provést diagnosticky hodnotné nejenom plánované, ale i urgentní vyšetření MDCTA periferních tepen je nutné zohlednit některé významné metodické aspekty – vhodný akvizici systém, vhodný způsob rekonstrukce dat, optimalizovaný způsob aplikace kontrastní látky a synchronizace aplikace kontrastní látky s akvizicí dat. Bezpodmínečně je mít dostatečný počet lékařů školených v hodnocení MDCTA periferních tepen, mít standardizovaný systém hodnocení vyšetření a zabezpečit dostupnost vyšetření 7 dní v týdnu 24 hodin denně. Jednou ze zásadních podmínek úspěšného zasazení MDCTA do algoritmu diagnostiky akutní ischemie dolních končetin je týmová spolupráce s cévními chirurgy a angiology.

Pro zhotovení vyšetření srovnatelného diagnosticky s DSA je nutné využít multidetektorový přístroj s akvizicí nejméně 16 datových stop na jednu otáčku o 360°, přístroje s menším počtem získávaných datových stop trpí buď nedostatečným rozlišením v ose Z, nebo neúnosnou dobou skenování. Šest-

náctiřadé systémy překonaly nedostatky čtyřřadých systémů především v rychlosti akvizice dat (2, 3). Vzhledem ke kalibru bérkových tepen dosáhly 16DCT systémy již dostatečného prostorového rozlišení pro posouzení lumina nekalcifikované cévy (4). Zůstávají u nich však nedostatky v rozlišení mezi vysoce kontrastní kalcifikovanou lézí a jódovou kontrastní látkou naplněným lumenem (4). Prostorové rozlišení datového pole hrubých dat u 16DCT dosahuje v kraniokaudálním směru 0,6–1,0 mm. Šedesátičtyřřadý systém (Somatom Sensation 64) docílí díky zdvojení projekce pomocí plovoucího ohniska na každé detektorové řadě (Z-sampling), prostorové rozlišení datového pole hrubých dat se u něj dostává na 0,4 mm. Díky tomuto prostorovému rozlišení dochází k výraznému útlumu artefaktu kuželovitého paprsku (cone-beam-artifact) na okrajích kalcifikace. Dochází tak k lepšímu rozlišení rozhraní u velmi jemných struktur, jakým jsou kalcifikované léze na bérkových tepnách a ke snížení tzv. blooming efektu, který je projevem artefaktu utvrzení paprsku (beam-hardening artifact). Přes všechna vylepšení akvizice i rekonstrukce dat přetrvává u excesivních kalcifikací bérkových tepen, vzácněji i stehenních či podkoleních, nesnáze se správným zhodnocením některých lézí. Nabízí se srovnání s magnetickou rezonancí, kdy problém kalcifikova-

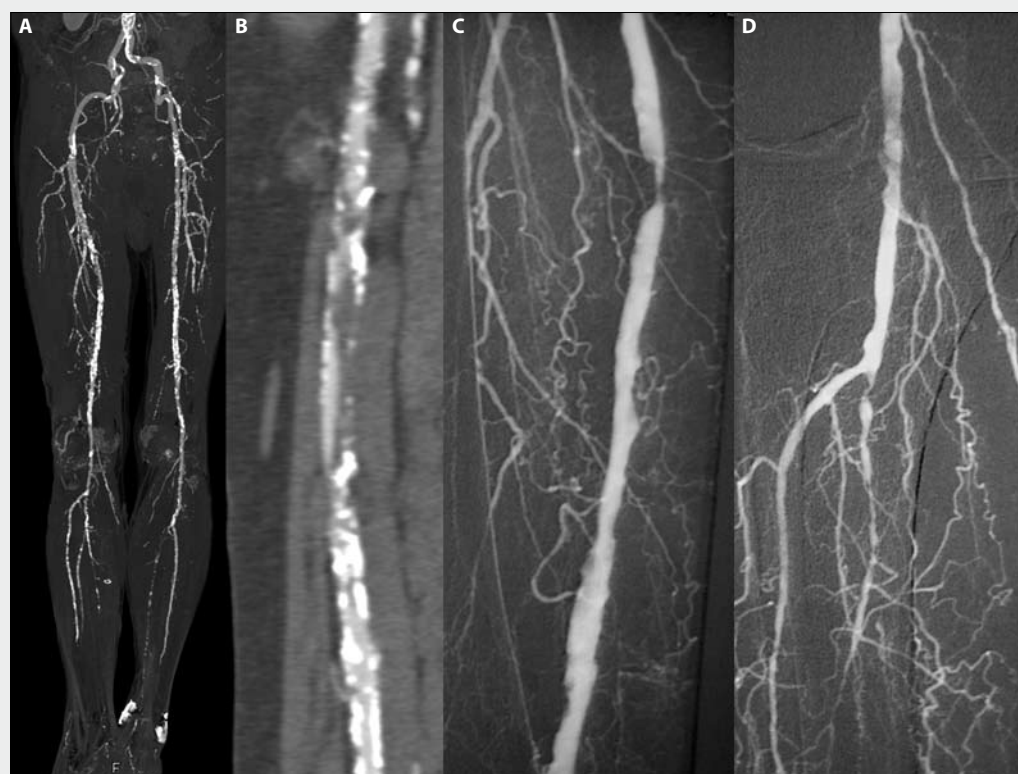


Obr. 4. **Trombóza pravé povrchní stehenní tepny ve stentu**

A, B – MDCTA; C, D – progradní arteriografie před trombolýzou ukazuje totožný obraz jako MDCTA; E – volná tepna po trombolýze

Fig. 4. **Acute thrombosis of the superficial femoral artery occurred in stent**

A, B – MDCTA; C, D – prograde arteriography before thrombolysis showed the same finding as MDCTA; E – patent artery after successful thrombolysis



Obr. 5. **Akutní ischemie pravé dolní končetiny**

A – MDCTA – nepřehledný stehenní úsek na MIP rekonstrukci, kritické poškození tibiofibulárního trunku; B – zakřivená planární rekonstrukce stenózy povrchní stehenní tepny umožní hodnotit lumen uvnitř kalcifikací; C, D – DSA při endovaskulárním výkonu potvrzuje nález MDCTA

Fig. 5. **Acute ischemia of the right lower extremity**

A – MDCTA – the femoral region is not assessable on MIP reconstruction; B – curved reformat image enabled assessment of the lumen narrowing inside of calcified lesions; C, D – DSA during endovascular procedure confirmed finding of MDCTA

ných lézí není. Nicméně u magnetické rezonance jsou v oblasti bérce problémem nadhodnocované stenózy z důvodu úbytku signálu v oblasti zúžených cév a dále velmi časná žilní kontaminace u nemocných s chronickými trofickými změnami. Proto výsledné hodnocení jak při CT, tak při MR dosahuje u periferních tepen v oblasti bérce srovnatelných výsledků.

Významný problém při zobrazení periferních tepen s okluzivní chorobou představuje cílená aplikace kontrastní látky (5–7). Nejkritičtější momentem je správné načasování apli-

kace kontrastní látky a akvizice dat. Asymetricky alterované průtoky tepnami dolních končetin je důležitým faktorem, který může výrazně znesnadnit kvalitní naplnění periferního řečiště. Zejména u akutní končetinové ischemie je nutné mít jistotu, že nenaplnění části tepenného systému je způsobeno akutním uzávěrem cirkulace a ne arteficiálně z předčasné akvizice dat. Na rozdíl od jiných autorů (7) považujeme mírně naplněné žíly v distální třetině bérce u akutního vyšetření za pozitivní – jde o jasnou známku, že nedošlo k předběhnutí kontrastní ná-

plně. Aby bylo řečiště na dolní končetině kvalitně naplněno, je nutné zvolit optimální synchronizaci aplikace kontrastní látky a akvizice dat. Všechny publikované studie používají objektivizaci cirkulačního času. Pouze některé využívají kalkulaci cirkulačního času a optimalizace doby skenování korekcí faktoru stoupání (5). Většina prací používá monitorovací systém bolus trackingu. Zatímco u šestnáctiřadých systémů se akviziční doba pohybuje kolem 20 s, u šedesátičtyřadých systémů je možné dosáhnout zkrácení skenovacího času až pod 10 s. U šestnáctiřadých systémů se vystačí ve většině případů s monitorací v oblasti abdominální aorty. Naše iniciální zkušenosti s přechodem ze šestnáctiřadého na šedesátičtyřadý systém ukázaly, že monitorace v oblasti abdominální je nedostatečná a ve významné části případů dochází k předběhnutí akvizice dat před šířením bolu kontrastní látky v arteriálním systému. V praxi se nám nejvíce osvědčilo monitorování příchodu kontrastní látky do oblasti proximálních stehů s manuálním spuštěním skenování při prvním příchodu bolu kontrastní látky do dané oblasti. Podařilo se nám tak minimalizovat případy nekvalitní náplně vyšetřovaných tepen.

Při hodnocení akutního vyšetření MDCTA periferních tepen se obecně využívá jednak hodnocení axiálních obrazů jednak trojrozměrných rekonstrukcí dat. Pro přehledné zobrazení nálezu na celém vyšetřovaném povodí jsou nejprínosnější MIP obrazy po provedení subtrakce obrazu, nejsou však vhodné pro detailní hodnocení významnosti postižení u kalcifikovaných lézí. V těchto případech je přínosným nástrojem cévní analýza s radiálními planárními rekonstrukcemi v ose proudnice cévy. Pokud mají obrazy ve srovnání s průsvitem cévy dostatečné prostorové rozlišení, je možné kvalitně zhodnotit stupeň zúžení až po oblast bifurkace tibiofibulárního trunku prakticky ve všech případech. Pro přehledné zobrazení tepen v oblasti popliteokrurální jsou vhodné i VRT obrazy.

Ve studiích hodnotících shodu nálezů MDCTA s DSA je významná závislost na použitém typu přístroje. Do metaanalýzy (8) bylo zahrnuto dvanáct metodicky konzistentních studií provedených na převážně čtyřřadých přístrojích. Byla zjištěna vážená senzitivita (pooled sensitivity) 92% a vážená specifita (pooled specificity) 93% (8). V metaanalýze je zahrnuta jen jediná studie se dvouřadým systémem a jediná s šestnáctiřadým systémem (9), proto lze její výsledky považovat za dnes již překonané. Willmannova studie sama udává senzitivitu 96% a specifitu 97% pro detekci stenózy hemodynamicky významné (větší než 50 %) v jakémkoliv ze 35 segmentů povodí od abdominální aorty po bérkové řečiště. Zajímavým zjištěním této studie bylo, že se nijak významně nelišila přesnost hodnocení tří hlavních oblastí u obou hodnotících – aortoiliakální (97 a 98 %), femorální (96 a 96 %) a popliteokrurální (96 a 96 %), a to s vysokou interpersonální shodou. Willmannova studie dosud zůstává nejkomplexnější a nejpodrobnější studií MDCTA periferních tepen (9).

Významným aspektem MDCTA periferních tepen je radiační zátěž. Při použití šestnáctiřadých systémů je udávána radiační zátěž 1,6–3,9 mSv ve srovnání s 6,4–16,0 u DSA (9). Na markantním snížení dávky se podílí dávková modulace. Pokud je použita korekce dávky v příčném směru a současně také kalibrace v longitudinálním směru dle plánovacího skenu (tzv. 4D dávková modulace), dochází k významné redukci dávky zejména v oblasti pánve a dále v průběhu končetin. Je tak dosaženo snížení i více než o polovinu ve srovnání se skenováním bez dávkové modulace. Dochází také díky homo-

genizaci expozice k útlumu artefaktů typu cone-beam i beam hardening. U MDCTA periferních tepen je tedy dávková modulace jasně indikována ve všech případech.

U MDCTA se nabízí porovnání s jinými neinvazivními metodami zobrazení periferních tepen – dopplerovskou ultrasonografií (DUSG) a kontrastní MR-angiografií (contrast-enhanced MRA, ceMRA). Při porovnání s DSA DUSG vykazuje senzitivitu maximálně 92%, ovšem s vysokou specificitou až 99% (10). DUSG je však výrazně subjektivně závislá na provádějícím, vyšetření je relativně dosti zdoluhavé a problémy nastávají u kalcifikovaných tepen a dále i u zvýšené plyné náplně střevo. Jedním z hlavních nedostatků je nemožnost pořídit přehledné zobrazení pro další plánování terapie. U vyšetření magnetickou rezonancí výsledky podobné jako u MDCTA výrazně závisí na metodice provádění, podobnost je také v aplikaci kontrastní látky (11). Multitázové zobrazení tepenného systému se spíše podobá akvizici dat při DSA. Jelikož je však kontrastní látka aplikována jen v jediné dávce a skenování čas je delší než u MDCTA, je problém s načasováním akvizice dat mnohem hlubší než u CT. Díky tomu, že data pro kontrast se u ceMRA sbírají ve velmi krátkém okamžiku v relativně dlouhém kranio-kaudálním rozměru, je těžší získat homogenní náplň v celé etáži. Častější je problém jak současné žilní náplně, tak artefakty z nedostatečného naplnění cév kontrastní látkou. Ve srovnání s ceMRA je MDCTA jednodušší metodikou, dosahuje vyššího prostorového rozlišení a je také v současnosti dostupnější místně i časově (12). Zatím nebyly porovnány možnosti ceMRA s použitím intravaskulárních kontrastních látek a MDCTA. Provedení MDCTA u nemocného v akutním nebo kritickém stavu je snazší technicky, snazší je i kontinuální monitorace nemocného, délka vyšetření nepřesahuje 5 minut pro celou proceduru v případě MDCTA, při ceMRA se pohybuje doba vyšetření kolem 20 minut minimálně. Z hlediska invazivity je na straně MRA výhoda absence ionizujícího záření a podávání méně nefrotoxicke látky. Nicméně výskytu kontrastní nefropatie u nemocných lze předcházet dostatečnou hydratací nemocného bezprostředně před výkonem a po něm.

Dvě studie Ouwendijka et al. (11, 12) se věnovaly srovnání klinického významu ceMRA a MDCTA, u obou studií bylo prokázáno vyšší klinický přínos MDCTA. MDCTA prokázala větší míru schopnosti definitivně zhodnotit stav tepenného řečiště a na základě jejích výsledků byla lépe zvolena terapie. V porovnání s ekonomickou nákladností mezi DUSG, ceMRA a MDCTA bylo prokázáno, že léčba nemocného s iniciálním provedením MDCTA je nejlevnější, vede nejrychleji k diagnóze a nejrychleji ke správné volbě terapie (12).

ZÁVĚR

Naše výsledky ukazují, že MDCTA u akutní končetinové ischémie je validním diagnostickým zobrazením, dle jehož nálezu je možné správně indikovat další léčbu. Výsledky MDCTA jsou dobře reprodukovatelné, dosahují stabilní kvality. Pro úspěšné provádění MDCTA tepen dolních končetin v akutních indikacích je nutné mít standardizovaný vyšetřovací protokol a tým radiologických asistentů a radiologů schopných vyšetření provádět s neomezenou časovou dostupností. Pro úspěšné zavedení metody do klinické praxe je nutná kvalitní multidisciplinární spolupráce mezi radiology-diagnostiky, intervenčními radiology, cévními chirurgy a angiology.

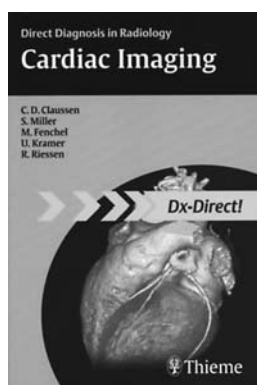
LITERATURA

1. Rubin GD, Paik DS, Johnston PC, Napel S. Measurement of the aorta and its branches with helical CT. *Radiology* 1998; 206(3): 823–829.
8. Heijenbroek-Kal MH, Kock MCJM, Hunink MGM. Lower extremity arterial disease: multidetector CT angiography – meta-analysis. *Radiology* 2007; 245: 433–439.
9. Willmann JK, Baumert B, Wildermuth S, et al. Aortoiliac and lower extremity arteries assessed with 16-detector row CT angiography: prospective comparison with digital subtraction angiography. *Radiology* 2005; 236: 1083–1093.
2. Fleischmann D, Hallett RL, Rubin GD. CT angiography of peripheral arterial disease. *J Vasc Interv Radiol* 2006; 17: 3–26.
3. Albrecht T, Ofert E, Holtkamp R, et al. 16-MDCT angiography of aortoiliac and lower extremity arteries: comparison with digital subtraction angiography. *Am J Roentgenol* 2007; 189: 702–711.
4. Ouwendijk R, Kock MC, van Dijk LC, et al. Vessel wall calcifications at multi-detector row CT angiography in patients with peripheral arterial disease: effect on clinical utility and clinical predictors. *Radiology* 2006; 241: 603–608.
5. Fleischmann D, Rubin GD. Quantification of intravenously administered contrast medium transit through the peripheral arteries. Implications for CT angiography. *Radiology* 2005; 236: 1076–1082.
6. Adriaensen ME, Kock MC, Stijnen T, et al. Peripheral arterial disease: therapeutic confidence of CT versus digital subtraction angiography and effects on additional imaging recommendations. *Radiology* 2004; 233: 385–391.
7. Meyer BC, Oldenburg A, Fredricks BB, Rubne C, Hopfenmueler W, Wolf K-J, Albrecht T. Quantitative and qualitative evaluation of the influence of different table feeds on visualization of peripheral arteries in CT angiography of aortoiliac and lower extremity arteries. *Eur Radiol* 2008; 18: 1546–1555.
10. Grassbaugh JA, Nelson PR, Rzucidlo EM, et al. Blinded comparison of pre-operative duplex ultrasound scanning and contrast arteriography for planning revascularization at the level of the tibia. *J Vasc Surg* 2003; 37(6): 1186–1190.
11. Ouwendijk R, de Vries M, Pattynwama PM, et al. Imaging peripheral arterial disease: a randomized controlled trial comparing contrast-enhanced MR angiography and multi detector row CT angiography. *Radiology* 2005; 236: 1094–1103.
12. Ouwendijk R, de Vries M, Stijnen T, et al. Multicenter randomized controlled trial of the costs and effects of noninvasive diagnostic imaging in patients with peripheral arterial disease: the DIPAD trial. *AJR Am J Roentgenol* 2008; 190(5): 1349–1357.

Claus D. Claussen, Stephan Miller, Reimer Riessen, Michael Fenchel, Ulrich Kramer

DIRECT DIAGNOSIS IN RADIOLOGY: CARDIAC IMAGING/Přímá kardiologická diagnóza: zobrazení srdce

Stuttgart: Thieme 2008; 312 s. ISBN 978-3-13-145111-8.



Seriál kapesních průvodců k bleskové diagnóze má svůj další díl. Diagnostika onemocnění srdce patří mezi radiologické evergreeny, které někdy přebírají do svých rukou kardiologové a po čase se zase vracejí do našich rukou. Kapesní průvodce onemocněními srdce je vynikající rádce pro začátečníka i zkušeného radiologa. Nezbyvá, než opět pochválit Thiemeho nakladatelství za pečlivost při výběru schematických ilustrací. Zejména

u získaných i vrozených vad srdečních napomáhají výstižné ilustrace k pochopení toho, co nám ukazují dokumentující

obrazy rentgenogramů hrudníku i zobrazení magnetickou rezonancí nebo CT. Za cenné považují i schémata stavů po operačních zákrocích u vrozených vad i u operací chlopních vad. K přehlednosti díla přispívá i v této řadě obvyklá, mnou velmi obdivovaná schematická stručnost textu. Nic zde není navíc. U všech patologických stavů je definován problém, popsány hlavní znaky nálezů na prostém snímku, echokardiografii, magnetické rezonanci i na CT. Přes popis klinických aspektů diagnostického zobrazení včetně odpovědi na otázku, co chce klinik vědět, se dostáváme k diferenciální diagnostice a každou z kapitol uzavírá popis možných omylů a problémů se stanovením správné diagnózy. Kniha kapesní, nicméně pro toho, kdo se denně potýká se specializovanou diagnostikou onemocnění srdce, velmi přínosná.

doc. MUDr. Jiří Ferda, Ph.D.