

NEINVAZÍVNA KORONÁRNA ANGIOGRAFIA

Miroslav MARTINKOVIČ, Peter PREČINSKÝ

Interné oddelenie, Nemocnica Ministerstva obrany, Bratislava, Slovenská republika
Rádiodiagnostické oddelenie, Nemocnica Ministerstva obrany, Bratislava, Slovenská republika

Súhrn

Najnovším pokrokom v oblasti zobrazenia srdca je neinvazívna elektrokardiograficky synchronizovaná angiografia multidetektorovou špirálovou computerovou tomografiou (MSCT). Z možností MSCT v neinvazívnej kardiológii využívame 2 základné klinické aplikácie: stanovenie kalciového skóre a kontrastnú angiografiu epikardiálnych koronárnych ciev.

MSCT koronarografia má potenciál vylúčiť alebo potvrdiť koronárny postih. Otvára možnosť nielen vizualizovať stenózy, ale aj diferencovať morfológiu plátu a stanoviť jeho charakter, rozsah a závažnosť. Je významným pokrokom v kardiologickej diagnostike a prínosom pre ďalší manažment pacientov. Ako alternatívna metóda selektívnej koronarografie (SKG) má aj výrazný medicínsky a ekonomický dopad, spočívajúci v znížení počtu „zbytočne realizovaných“ negatívnych SKG a tým uvoľnením kapacity pre reálne potrebné výkony, ale aj v možnosti realizácie angioplastiky na jedno sedenie pri už vytvorenej predstave o stave koronárnej cirkulácie pomocou MSCT nálezu. Pri súčasnom počte a kapacite katetrizačných pracovísk na Slovensku je táto potreba viac ako aktuálna.

Kľúčové slová: MSCT; Kalciové skóre; Koronárne cievy; Selektívna koronarografia.

MSCT-Coronarography – Contributions in Noninvasive Cardiology Diagnostics

Summary

The most recent contribution in the field of heart imaging is electrocardiographically synchronized angiography executed through Multidetector Spiral Computerized Tomography (MSCT). From the vast area of clinical applications in noninvasive cardiology, we use two basic ones- the setting of calcium levels and mainly the contrasting angiography of epicardial coronary vessels.

MSCT coronarography has the potential to eliminate or to confirm coronary damage. It opens up a new possibility not only to visualize stenosis, but also to differentiate morphology of the plate and to set its character, scope and importance. MSCT coronarography brings important progress to cardiological diagnostics and contributes positively to further management of patients as an alternative method of selective coronarography (SKG), MSCT has a significant medical and economic impact consisting mostly of the elimination of "wastefully done" negative SKG's. This elimination will free the capacity for really necessary procedures. It will also give the possibility of doing a percutaneous transluminal coronary angioplasty in one sitting, based on previously created idea of the state in which the coronary circulation finds itself diagnosed through MSCT. The need for the above described changes is a hot issue due to the present lack of catheterization workplaces in Slovakia.

Key words: MSCT; Calcium levels; Coronary vessels; Selective coronarography.

Úvod

Selektívna koronarografia je zlatým štandardom v diagnostike postihu koronárnych ciev. V rukách skúsených lekárov je riziko komplikácií veľmi nízke, nie je ale zanedbateľné. Nevýhodou sú aj pomerne vysoké finančné náklady. Rozvojom nových technológií sa otvárajú nové, neinvazívne možnosti zobrazenia koronárneho riečiska (1). Jednou z nich je

aj multidetektorová špirálová počítačová tomografia (MSCT), s využívaním ktorej sme už získali v našom zariadení bohaté skúsenosti. Neinvazívna koronarografia sa u nás postupne etablovala medzi základné diagnostické vyšetrovacie metódy. Z rozsiahleho spektra použitia MSCT v kardiológii (tab. 1), využívame hlavne dve modalitty – stanovenie kalciového skóre a hlavne možnosť neinvazívnej koronarografie.

Tabuľka 1

Spektrum použitia MSCT v kardiológii

- diagnostika koronárnej choroby srdca
- stanovenie rozsahu a závažnosti koronárneho postihu u ischemickej choroby srdca
- monitoring dynamiky koronárnych zmien
- neinvazívny monitoring koronárnych by passov a restenóz po PTCA a implantácii stentov
- detekcia jaziev a aneuryziem myokardu
- meranie veľkostí a objemov srdcových dutín, hrúbky myokardu...
- stanovenie funkčných parametrov srdca – EF, MVO...
- dôkaz trombov a nádorov v srdcových dutinách

Klinické aplikácie MSCT v kardiológii**Kalciové skóre**

Natívne skeny srdca jasne zobrazujú akékoľvek kalcifikáty v riečisku koronárnych artérií. Arteriálne kalcifikácie takmer vždy predstavujú arteriosklerózu. Detekcia koronárnych kalcifikácií sa predovšetkým používa k určeniu prítomnosti choroby koronárnych artérií u pacientov s atypickou bolesťou na hrudi (obr. 1).



Obr. 1: Natívny snímok s kalcifikátmi v povodí hlavného kmeňa, proximálnej RIA a RCX

Počítačová tomografia (CT) je veľmi senzitívna metóda pre detekciu aj kvantifikáciu kalcifikátov v koronárnych tepnách. Epikardiálne koronárne artérie sú pomocou CT veľmi dobre viditeľné, pretože veľmi nízka CT denzita periarteriálneho tuku markantne kontrastuje s krvou naplnenými koronárnymi artériami a murálne kalcifikáty sú identifikovateľné pre ich vysokú denzitu (2).

Pri vyšetrení koronárnych kalcifikátov sa CT vyšetrenie vykonáva natívne a teda zobrazuje len kalcifikovanú časť plátu. Vyšetrenie je EKG synchronizované a pokrýva celý strom koronárnych artérií na jedno zadržanie dychu. Možno použiť buď techniku sekvenčného prospektívneho triggeringu, alebo techniku špirálového retrospektívneho gatingu (3).

Hodnota zoslabenia je obvykle nastavená na úroveň 130 HU, čo korešponduje s kalcifikovaným plátom. Kalkulácia kalciového skóre je semiautomatická. Na každej axiálnej rekonštrukcii sa manuálne zakódujú kalcifikáty v priebehu koronárnych artérií a samotná kalkulácia obsahu kalcia v plátoch je automatická. Výsledný protokol zahŕňa počet kalcifikovaných lézií, ekvivalent Agatstonovho skóre, ekvivalent masy CaHa-kalciumhydroxyapatitu s kalibračným faktorom 0,833 a izotropický interpolovaný objem v mm³, a to jednak jednotlivito pre každú koronárnu artériu a jednak sumárne v celom koronárnom riečisku.

Podľa hodnoty kalciového skóre zaradujeme pacientov podľa Agatstona do piatich rizikových skupín (tab. 2).

Kalciové skóre 0 znamená extrémne nízku pravdepodobnosť choroby koronárnych artérií (negatívna prediktívna hodnota je 95–100 % pre stenózy > 50 %) a dobrú prognózu. Kalciové skóre > 400 predstavuje prítomnosť pokročilej choroby s vysokou pravdepodobnosťou (> 90 %) prinajmenšom jednej signifikantne stenotickej tepny (> 70 % stenóza). Pacienti s kalciovým skóre nad 400 sú považovaní za vysoko rizikových pre budúci vývoj symptomatickej choroby. Skóre medzi 10 a 400 predstavuje stredne objemný plát a je spojené so stredným, avšak významným rizikom budúcich koronárnych príhod, hlavne ak je skóre nad 100. Pravdepodobnosť symptomatického kardiovaskulárneho ochorenia bola referovaná v pomere 7:1 u pacientov so skóre > 50, 20:1 u pacientov so skóre > 100 a 35:1 u pacientov so skóre > 160 (2). Rozvrstvenie rizika podľa kalciového skóre je zvlášť významné, ak porovnáme prediktívnu schopnosť tradičných rizikových faktorov pri predpovedaní vývoja symptomatickej koronárnej choroby: 1,8:1 pre celkový cholesterol > 240 mg/dl, 1,8:1 pre HDL cholesterol < 35, 3,6:1 pre fajčenie cigariet a 1,2:1 pre systolickú hypertenziu.

MSCT s cieľom detekcie a kvantifikácie obsahu kalcia v plátoch koronárnych artérií je realizovateľné aj u pacientov s pokojovými EKG abnorma-

Tabuľka 2

Usmernenia pre kalciové skóre

Kalciové skóre	Úroveň plaku	Pravdepodobnosť závažnej KCHS	Dôsledky pre KV riziko	Odporúčania
0	Žiadny identifikovateľný plak	Veľmi nízka, zväčša < 5%	Veľmi nízke	Ukl'udnite pacienta. Prediskutujte všeobecné usmernenia verejného zdravia pre primárnu prevenciu KV ochorení.
1–10	Minimálna identifikovateľná úroveň plaku	Veľmi nepravdepodobné < 10%	Nízke	Ukl'udnite pacienta. Prediskutujte všeobecné usmernenia verejného zdravia pre primárnu prevenciu KV ochorení.
11–100	Určitá, aspoň mierna úroveň arterosklerotického plaku	Mierna alebo minimálna pravdepodobnosť koronárnej stenózy	Stredné	Poskytnite poradenstvo o úprave rizikového faktora, prísne dodržiavanie cieľov primárnej prevencie. Denne aspirín.
101–400	Určitá, aspoň priemerná úroveň arterosklerotického plaku	Vysoká pravdepodobnosť neobštruktívnej KCHS, hoci obštruktívne ochorenie je možné	Stredne vysoké	Zaveďte úpravu rizikového faktora a ciele sekundárnej prevencie. Zvážte testovanie počas cvičenia kvôli ďalšej stratifikácii rizika. Denne aspirín.
> 400	Značná úroveň arterosklerotického plaku	Vysoká pravdepodobnosť (> 90%) minimálne jednej závažnej koronárnej stenózy	Vysoké	Zaveďte veľmi agresívnu úpravu rizikového faktora. Zvážte testovanie počas cvičenia alebo farmakologické nukleárne testovanie pri námahe s cieľom vyhodnotiť tichú ischémiu.

KCHS – koronárna choroba srdca

(podľa Ekstrom, JE. Coronary Calcium Scoring. Oregon Imaging Network – Winter 2001)

litami, u digitalizovaných pacientov ako aj u pacientov neschopných cvičiť (2).

K správne mu pochopeniu klinického významu kalciového skóre je užitočná znalosť základných patogenetických mechanizmov vývoja arteriosklerotického plátu.

Vytváranie plátu v koronárnej artérii postupne vedie k obštrukcii krvného prietoku a angiograficky k stenóze. Niekoľko angiografických štúdií dokázalo prognostickú hodnotu závažnosti stenóz, avšak je jasné, že dynamické zmeny koronárnych plátov spočívajú v stene cievy a predchádzajú stenóze lumenu, a preto lepšie odrážajú vývoj choroby koronárnych artérií. V skutočnosti mnohé pláty, ktoré nakoniec zapríčinia akútny koronárny syndróm, tzv. „horúce“ vulnerabilné pláty, nespôsobujú výraznú stenózu pred akútnou príhodou, pretože včasný vývoj plátu vedie k expanzii cievnej steny a tým oddiaľuje stenózu lumenu napriek vytváraní plátu (4, 5). Najnovší výskum je zameraný na zloženie koro-

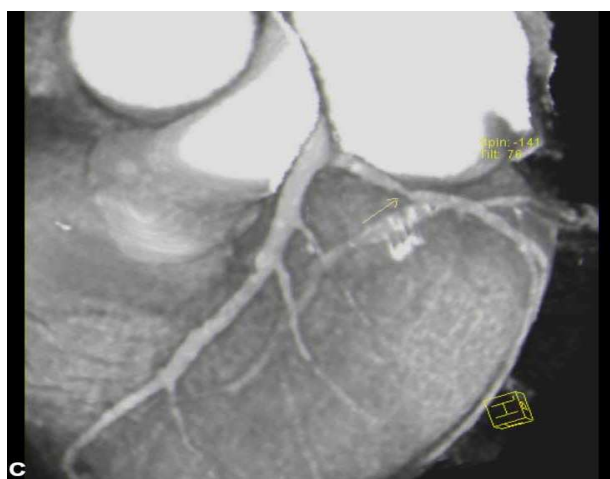
nárnych plátov ako dôležitý faktor vo vývoji akútnych koronárnych príhod. Prvý dôkaz, že morfológické charakteristiky cievnej steny majú prognostický význam, pochádzajú z angiografie a demonštrujú, že rozsah koronárnej kalcifikácie koreluje s obsahom plátu a predpovedá pravdepodobnosť koronárnych príhod.

Histologické a intravaskulárne sonografické štúdie ukázali, že vývoj koronárnych lézií začína v relatívne mladom veku. Makrofágy sa akumulujú na miestach budúceho plátu a inkorporáciou cholesterolu vytvárajú „penové bunky“. U pokročilejších lézií opakovaná akumulácia buniek vedie k vytvoreniu na tuk bohatého jadra, ktoré je oddelené od lumenu fibróznou čiapkou (6). Veľkosť aterómu nie je celkom reflektovaná stenózou lumenu, pretože rast plátu smerom navonok spočiatku zachováva veľkosť lumenu bez ohľadu na zvyšovanie obsahu plátu. Kalcifikáty v stene koronárnej artérie sú súčasťou vývoja arteriosklerózy. Chýbajú v normálnej

cievnej stene, sú v malých množstvách u včasných lézií a nachádzajú sa častejšie v pokročilých léziách. Patofyziologická a klinická významnosť lézií sa týka veľkosti a morfológie, ktoré určujú stabilitu plátu. Chronické lézie s ťažkou obštrukciou redukovujú krvný prietok a zapríčiňujú stabilnú anginu pectoris. Avšak najakútnejšie koronárne syndrómy sú zapríčinené náhlymi zmenami stredne závažných stenóz spôsobených vulnérabilným plátom. Na začiatku príhody je ruptúra alebo erózia fibróznej čiapky a nasleduje formácia trombu v lumene.

MSCT koronarografia

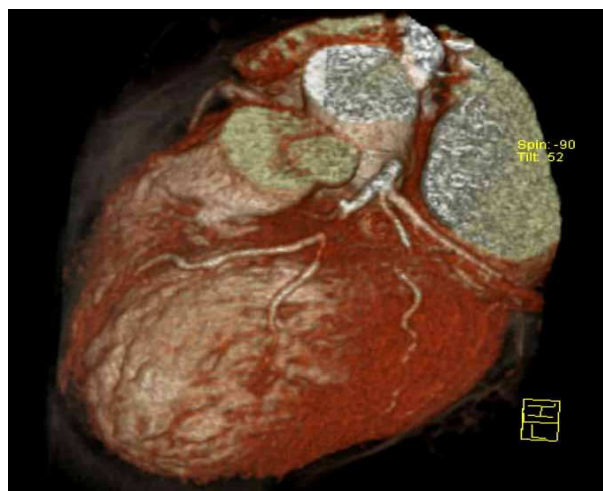
Najväčšou oblasťou záujmu MSCT v kardiológii, je ale kontrastné zobrazenie koronárnych epikardiálnych artérií (obrázok 2, 3).



Obr. 2: MSCT koronarogram – 50% stenóza RCX charakteru mäkkého plátu

Pri kvantifikácii koronárneho kalcia možno akceptovať určitý stupeň pohybových artefaktov, avšak pri CT koronárnej angiografii pohybové artefakty degradujú kvalitu obrazu a nie sú akceptovateľné pre analýzu obrazov. Najčastejšou príčinou je tachykardia, a preto pri srdcovej frekvencii nad 70 úderov za min väčšina autorov pravidelne používa perorálne podané betablokátory jednu hodinu pred vyšetrením (3).

Natívne CT zobrazuje len kalcifikovanú časť ateromatózneho plátu, zatiaľ čo podanie kontrastnej látky môže ohraničiť aj mäkkú časť plátu, ktorá je väčšinou objemnejšia než kalcifikovaná časť.



Obr. 3: MSCT koronarogram – kalcifikovaný hlavný kmeň a proximálna RIA so závažnou stenózou (80%) na proximálnej RIA. Trifurkácia – s atypickým odstupom r. diagonalis, kde je tiež stenóza (80%). Difúzne kalcifikácie.

MSCT koronarografia – protokol

Protokol zobrazenia MSCT angiografie (MSCTA) koronárnych artérií je relatívne jednoduchý. Pred vlastnou aplikáciou kontrastného bolusu používame testovací bolus k určeniu cirkulačného času meraním denzity v ascendentnej aorte. Bolus 120 ml neiónovej kontrastnej látky je cez 18 gauge katéter vo v. cubiti injikovaný rýchlosťou 4 ml/s. Po ňom nasleduje výplach 50 ml fyziologického roztoku. Pretože je potrebné dosiahnuť rýchle vysokú koncentráciu kontrastnej látky, volí sa jej vyššia koncentrácia (400 mgJ/ml). V porovnaní so štandardnou koncentráciou (300 mgJ/ml) dosiahneme vyššie hodnoty denzity v artériách pri rovnakom množstve kontrastnej látky. To umožňuje zobrazenie menších ciev, urýchľuje postprocesing a redukuje celkový objem kontrastnej látky približne o 30 %.

Skenovací protokol pri MSCTA je samozrejme špirálový sken s kolimáciou 4x1 mm/s výslednou hrúbkou vrstvy 1,25 mm/500 ms rotačným časom, 120 kV, 300 mA a 0,6 mm rekonštrukčným inkrementom obrazu. Pri pitch 1,5 a 100 mm dĺžke skenu je skenovací čas približne 33 s a efektívna dávka je približne 6 mSv. Takto je možno rekonštruovať virtuálne „zmrazené“ 3D obrazy v diastolickej fáze s veľkosťou voxelu cca 0,6x0,6x1,0 mm. Rôzne pracoviská zaoberajúce sa problematikou MSCTA koronárnych artérií uvádzajú rôzne modifikácie vyšetrovacích protokolov, najmä pokiaľ ide o aplikáciu kontrastnej látky.

Dáta z MSCTA sú rekonštruované v rôznej fáze srdcového cyklu. Na našom pracovisku používame štandardne rekonštrukcie v troch fázach (350, 400 a 450 ms) pre jednotlivé koronárne artérie v závislosti od srdcovej frekvencie. Takto vytvorené súbory obrazov sa prenášajú do samostatne pracujúcej počítačovej stanice k postprocesingovému spracovaniu (3, 7).

Indikácie MSCT koronarografie

Pre jednoduchosť a nenáročnosť vyšetrenia zo strany pacienta MSCT koronarografiu indikujeme u všetkých pacientov, u ktorých predpokladáme ischemickú etiológiu a chceme zistiť stav koronárneho riečiska a možnosti jeho liečebného ovplyvnenia – konzervatívne či invazívnu intervenciou. Na našom pracovisku využívame možnosti tejto metódy v troch hlavných indikáciách (8):

1. v rámci diferenciálnej diagnostiky algického hrudného syndrómu,
2. ako súčasť rizikovej stratifikácie pacientov s manifestnými formami ischemickej choroby srdca,
3. ako monitoring dynamiky liečebných opatrení už u diagnostikovaných pacientov.

Dostupné neinvazívne vyšetrovacie metódy v kardiológii nás síce informujú o kľudovej elektrickej aktivite srdca, ktorú môžeme už aj 24 a viac hodín monitorovať, o záťažovej odozve kardiovaskulárneho aparátu po fyzickej alebo medikamentóznej stimulácii, o štrukturálnom a funkčnom stave srdca, prípadne o perfúznej distribúcii koronárnych ciev, ale ani ich kombináciou často nemôžeme vylúčiť ani potvrdiť kardiálnu etiológiu príznakov. Možnosť neinvazívneho zobrazenia koronárneho riečiska so schopnosťou vylúčiť koronárnu chorobu srdca výrazne spresňuje diagnostické závery.

MSCT koronarografia je štandardnou súčasťou rizikovej stratifikácie našich pacientov s manifestnou ischemickou chorobou srdca. Dopĺňa chýbajúcu mozaiku v škále neinvazívnych kardiologických vyšetrení o vizualizáciu epikardiálnych ciev s možnosťou stanovenia závažnosti, rozsahu a aj charakteru intrakoronárnych stenóz. Získanie týchto informácií významne ovplyvňuje ďalší manažment pacientov. Selektuje ich na 2 základné skupiny:

1. indikované na invazívne vyšetrenie a revaskularizáciu,
2. indikované na konzervatívne liečenie.

Obzvlášť v súčasnom období, kedy je na Slovensku nedostatok katetrizačných pracovísk, je možnosť takejto selekcie vysoko aktuálna. Napomôže aj k zníženiu percenta negatívnych katetrizačných koronarografických nálezov, ktoré zbytočne odčerpávajú kapacitné aj ekonomické prostriedky, a tým zvýšia a efektívizujú počet reálne potrebných invazívnych zákrokov.

Na rozdiel od katetrizačnej koronarografie, ktorej výsledným obrazom je „lumenogram“, MSCT koronarografia dokáže diferencovať aj stenu cievy a vyjadriť sa k charakteru stenózy. Intramurálne procesy neprominujúce do lumen vedú k falošne negatívnym záverom o neprítomnosti koronárnej choroby srdca ako najčastejšej príčiny ischemie myokardu. Detekcia aterosklerotických zmien v cievnej stene je v dobrej korelácii s intrakoronárnou ultrasonografiou (9). Rozlíšenie nekalcifikovaných mäkkých „horúcich“ plátov so sklonom k vulnerabilite a k rozvoju akútnej koronárnej príhody je obzvlášť podstatné pri náleze kvantitatívne nevýznamných stenóz. Verifikácia takýchto nálezov modifikuje a zintenzívňuje hlavne antisklerotickú, protizápalovú „stabilizujúcu“ a antiagregačnú terapiu.

V neposlednej miere touto metódou monitorujeme efekt liečebných opatrení či už u pacientov liečených konzervatívne, alebo po revaskularizácii. Obzvlášť vhodná je na detekciu komplikácií koronárnych bypassov a restenóz po PTCA.

Nádejnou indikáciou je realizácia tohto vyšetrenia u asymptomatických pacientov s nakumulovanými rizikovými faktormi. Táto indikácia je ale brzdená kapacitnými možnosťami a finančnými limitmi zo strany zdravotných poisťovní.

Detekcia a vyhodnotenie nekalcifikovaných, na tuk bohatých plátov je jeden z najdôležitejších prínosov MSCT koronarografie.

Spoločlivosť a limitácie MSCT koronarografie

Výsledky početných klinických štúdií poukázali na diagnostickú hodnotu neinvazívnej CT koronárnej angiografie (10–18). Prvé výsledky boli získané s použitím CT skenerov vybavených detektorom so 4 paralelnými kanálmi (tab. 3).

Tabuľka 3

Autor	Počet pacientov	Senzitivita	Špecifita	Vylúčené segmenty
Nieman	31	81 %	97 %	27 %
Achenbach	64	91 %	84 %	32 %
Knez	42	78 %	98 %	6 %
Giesler	104	91 %	89 %	29 %
Kopp	102	86 %	96 %	16 %
Nieman	53	82 %	86 %	32 %
Morgan-Hughes	30	72 %	86 %	30 %

V porovnaní s invazívnou koronárnou angiografiou mala neinvazívna CT koronárna angiografia senzitivitu 72–95 % a špecifitu 71–97 % pre detekciu signifikantnej stenózy. So zavedením novej generácie skenerov sa zvýšila rýchlosť rotácie RTG lampy (420 ms) a znížil sa čas potrebný na rekonštrukciu jedného rezu (210 ms obrazu a výrazné zlepšenie diagnostickej kvality CT koronárnej angiografie (tab. 4) (19–21).

Tabuľka 4

Autor	Počet pacientov	Senzitivita	Špecifita	Vylúčené segmenty
Nieman	59	95 %	86 %	7 %
Ropers	77	93 %	92 %	12 %
Mollet	128	92 %	95 %	0 %
Martuscelli	64	89 %	98 %	16 %
Dewey	34	92 %	95 %	0 %
Hoffmann	33	82 %	93 %	17 %

Autori zahrnuli do hodnotenia všetky hlavné epikardiálne koronárne artérie a ich vetvy s priemerom viac ako 1,5 mm, resp. 2 mm. Senzitivita pre detekciu signifikantnej stenózy dosiahla 89 % až 95 % a špecifita bola 86–98 % (20, 22, 23). Nový detektor umožnil snímanie zo 16 paralelných kanálov a submilimetrovú kolimáciu. Výsledkom bolo zlepšenie kvality a vynikajúca negatívna prediktívna hodnota neinvazívnej CT koronárnej angiografie, ktorá dosiahla 96–98 %. Množstvo koronárnych segmentov, ktoré museli byť vylúčené z analýzy, sa znížilo na 7–17 % (20, 22, 23). Pokles bol dosia-

hnutý hlavne vďaka zníženiu počtu segmentov s pohybovými artefaktami. Toto bolo dosiahnuté kombináciou rýchlejšej rotácie RTG lampy a systematickým používaním betablokátorov.

Napriek týmto uspokojivým počiatočným výsledkom pretrvávajú niektoré technické limitácie (tab. 5). Aj keď manuálne premiestnenie indikátorov R-kmitu počas retrográdneho gatingu zlepšuje synchronizáciu intervalov zisku dát medzi jednotlivými srdcovými údermi, pohybovým artefaktom srdca nie je možné úplne zabrániť. Predovšetkým tachyarytmie, predsieňová fibrilácia ako aj početné extrasystoly môžu zapríčiniť artefakty. Pohyby pacienta a tiež dýchanie počas skenu spôsobujú pohybové artefakty, ktoré však možno redukovať poučením pacienta pred vyšetrením. Výskyt extenzívnych kalcifikácií komplikuje správne zhodnotenie lumenu koronárnych artérií. Tieto vysoko kontrastné kalciové depozitá nemožno úspešne izolovať od kontrastom naplneného cievneho lumenu a môžu spôsobiť nehodnotiteľnosť segmentov alebo zlú interpretáciu nálezu. Problémy rovnakého charakteru spôsobuje materiál stentov pri hodnotení stentovaných úsekov.

Tabuľka 5

- tepová frekvencia nad 70 tepov/min
- dysrytmie – fibrilácia predsiení, frekventná extrasystolia...
- respiračné exkurzie
- výskyt extenzívnych kalcifikátov
- hranica 1 mm kalibru
- súčasné zobrazenie žilného systému – križovanie

MSCTA má aj limitácie vyplývajúce z rozlišovacej schopnosti samotnej metódy. Hranicou zobraziteľnosti sú kalibre artérií od 1 mm vyššie. Avšak stenózy v týchto drobných artériách nie sú vo väčšine prípadov zodpovedné za klinické symptómy pacientov a len zriedka sú cieľom terapeutickej intervencie. Ďalšou prekážkou pri hodnotení je súčasné zobrazenie srdcových žíl, ktoré môžu jednak križovať arteriálne segmenty, alebo môžu prebiehať tesne súběžne s nimi a sťažiť alebo úplne znemožniť správnu interpretáciu lézie koronárnej artérie. (CX-sinus coronarius ramus interventricularis post. – v. cordis media). V budúcnosti možno očakávať odstránenie niektorých spomenutých limitácií technickým zdokonaľovaním nových generácií skenerov (rýchlejší rotačný čas, izotropické submilimetrové skeny, nové vyhodnocovacie programy).

Záver

Zavedenie MSCT do klinickej praxe poskytuje v kardiológii nové možnosti diagnostiky choroby koronárnych artérií, a to neinvazívnym spôsobom. Schopnosťou vylúčiť alebo potvrdiť koronárny postih významne mení doterajšie možnosti neinvazívneho diagnostika. Podstatným prínosom je možnosť detekcie nekalcifikovaných vulnérabilných plátov rizikových z rozvoja akútnej koronárnej príhody bez súvislosti so závažnosťou stenózy. Po zosúladení s klinickým stavom a výsledkami ostatných dostupných vyšetrení vyselektuje pacientov vhodných na konzervatívnu liečbu a vyžadujúcich koronárnu intervenciu. V prípade negatívnych koronarografických nálezov oprávňuje redukovať až eliminovať pôvodnú neoprávnenú liečbu, čo je sprevádzané aj nemalým ekonomickým dopadom. Zdravotný ale aj ekonomický efekt sa prejaví v znížení počtu invazívnych selektívnych koronarografií s negatívnym nálezom a aj vo fakte, že invazívny kardiológ získa predstavu o stave koronárneho riečiska s možnosťou predvídania spôsobu revaskularizácie a prípadnej realizácie angioplastiky na jedno sedenie. Pri súčasných limitáciách a kapacite intervenčných pracovísk nielen na Slovensku je táto potreba vysoko aktuálna.

Je reálny predpoklad, že v krátkom období niekoľkých rokov sa MSCT koronarografia stane alternatívnou metódou katetrizačnej angiografie. Naše skúsenosti potvrdzujú významný prínos tejto metódy v neinvazívnej kardiologickej diagnostike a jej dostupnosť je oprávnené opodstatnená.

Literatúra

- RIENMÜLLER, R. *Non-invasive coronary artery imaging*. ECR, Vienna, 2002.
- EKSTROM, JE. *Coronary Calcium Scoring*. Oregon Imaging Network-Winter, 2001.
- PREČINSKÝ, P. – MISTRÍK, J. – MARTINKOVIČ, M., et al. MDCT zobrazenie koronárnych artérií. *Čes. Radiol.*, 2003, roč. 57, s. 285–294.
- SULLIVAN, GW. – SARENBOCK, IJ. – LINDEN, J. The role of inflammation in vascular diseases. *J. Leukoc. Biol.*, 2000, vol. 87, p. 591–600.
- GIMBRONE, MA. Endothelial dysfunction, hemodynamic forces an atherosclerosis. *Thromb. Haemostat.*, 2001, vol. 82, p. 722–726.
- MORENO, PR., et al. Macrophages, smooth muscle cells and tissue factor in unstable angina. *Circulation*, 2002, vol. 102, p. 3090–3097.
- MARTINKOVIČ, M., et al. Multidetektorová špirálová počítačová tomografia – prvé klinické skúsenosti na Slovensku. *Cardiol.*, 2005, roč. 14, č. 2, s. 81–87.
- MARTINKOVIČ, M. – PREČINSKÝ, P. Multidetektorová špirálová computerová tomografická koronarografia a jej prínos v neinvazívnej kardiologickej diagnostike. *Inter. Med.*, 2005, roč. 2, s. 95–99.
- LEBER, AW., et al. Accuracy of 64-slice computed tomography to classify and quantify plaque volumes in the proximal coronary system: a comparative study using intravascular ultrasound. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2006, vol. 47, p. 672–677.
- SCHRODER, S., et al. Non-invasive characterisation of coronary lesion morphology by multislice computed tomography: a promising new technology for risk stratification of patients with coronary artery disease. *Heart*, 2001, vol. 85, p. 576–578.
- KOPP, AF., et al. Non-invasive characterisation of coronary lesion morphology and composition by multislice computed tomography. *Eur. Radiol.*, 2001, vol. 11, p. 1607–1611.
- SCHRODER, S., et al. Non-invasive detection and evaluation of atherosclerotic plaques with multi-slice computed tomography. *JACC*, 2001, vol. 37, p. 1430–1435.
- SCHRODER, S., et al. Accuracy and reliability of quantitative measurements in coronary arteries by multi-slice computed tomography: experimental and initial clinical results. *Clin. Radiol.*, 2001, vol. 56, p. 466–474.
- NIEMAN, K., et al. Coronary angiography with multi-slice computed tomography. *Lancet*, 2001, vol. 357, p. 599–603.
- ACHENBACH, S., et al. Value of electron-beam computed tomography for non-invasive detection of high-grade coronary artery stenoses and occlusions. *N. Eng. J. Med.*, 1988, vol. 339, p. 1964–1971.
- ACHENBACH, S., et al. Detection of coronary artery stenose by contrast-enhanced, retrospectively electrocardiographically-gated, multi-slice spiral computed tomography. *Circulation*, 2001, vol. 103, p. 2535–2538.
- KOOP, AF., et al. Multidetektor-row CT for the non-invasive detection of high-grade coronary artery stenoses and occlusions. *Eur. Radiol.*, 2000, vol. 10, no. 2 (Suppl 1), p. 284.
- NIEMAN, K., et al. Tree-dimensional coronary anatomy in contrast-enhanced multi-slice computed tomography (MSCT). *Prev. Cardiol.*, 2002, vol. 5, no. 2, p. 79–83.
- NIEMAN, K., et al. Reliable noninvasive coronary angiography with fast submillimeter multislice spiral computed tomography. *Circulation*, 2002, vol. 106, p. 2051–2054.
- ROPER, D., et al. Detection of coronary artery stenoses with thin-slice multi-detector row spiral computed tomography and multiplanar reconstruction. *Circulation*, 2003, vol. 107, p. 664–666.
- FERENCIK, M., et al. Quantitative parameters of image quality in multidetector spiral computed tomographic coronary imaging with submillimeter collimation. *Am. J. Cardiol.*, 2003, vol. 92, p. 1257–1262.
- NIEMAN, K., et al. Coronary angiography with multi-slice computed tomography. *Lancet*, 2001, vol. 357, p. 599–603.
- HOFFMANN, U., et al. Predictive value of 16-slice multi-detector spiral computed tomography to detect significant obstructive coronary artery disease in patients at high risk for coronary artery disease: Patient-versus segment-based analysis. *Circulation*, 2004, vol. 110, p. 2638–2643.

Korespondence: MUDr. Miroslav Martinkovič, Ph.D.
Interné oddelenie
Nemocnica Ministerstva obrany
Cesta na Červený most č. 1
833 31 Bratislava e-mail:
martinkovic@nmo.sk

Do redakcie došlo 14. 5. 2007