

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika zobrazovacích metod 2. LF UK



**Úloha radiologického asistenta při diagnostice ICHS
s důrazem na angiografii**

Bakalářská práce

Autor práce: Jiří Turek

Vedoucí práce: MUDr. Theodor Adla

Oponent práce: MUDr. Vojtěch Suchánek

Praha, březen 2008

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci zpracoval samostatně a použil/a jen uvedené prameny a literaturu.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím, aby tato bakalářská práce byla umístěna v knihovně 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Praze a sloužila ke studijním účelům.

V Praze dne 14.3.2009

Podpis

.....

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce, MUDr. Theodoru Adlovi, že byl dobrým a trpělivým rádcem, za jeho cenné rady a připomínky při zpracování bakalářské práce. Současně bych rád poděkoval konzultantům Bc. Tomáši Eisnerovi, Ing. Kateřině Daníčkové z Kliniky zobrazovacích metod a MUDr. Ingrid Špalkové z Kliniky nukleární medicíny a endokrinologie.

Také děkuji Klinice zobrazovacích metod Fakultní nemocnice v Motole za poskytnutí obrazové dokumentace.

Abstrakt

Abstrakt v českém jazyce

Srdce je dutý svalový orgán, který spolu s cévami zajišťuje oběh krve a tím prokrvení organismu. I srdeční sval potřebuje kyslík a živiny k tomu, aby mohl pracovat. Aby mohlo srdce správně fungovat, je nutné mít dobře průchodné koronární artérie.

Ischemická choroba srdeční (ICHS) je soubor onemocnění, jejichž příčinou je nedostatečná průchodnost koronárních arterií. Důsledkem takovéto neprůchodnosti dochází k ischemii myokardu různého stupně až po život ohrožující stav. K správné a rychlé diagnostice tohoto onemocnění jsou využívány různé angiografické zobrazovací metody.

Termín angiografie označuje obecně zobrazení cév. Lze ji provést buď invazivně pomocí angiografie katetrizační - tato metoda je s oblibou využívána jak pro přesné určení významnosti stenózy koronární tepny, tak pro možný intervenční výkon v průběhu vyšetření nebo neinvazivně s pomocí výpočetní tomografie (CT), případně pomocí magnetické rezonance (MR), ta se však v oblasti koronárních tepen rutinně nepoužívá. Mezi modality, které mohou být v diagnostice ICHS nápomocné patří také perfuzní scintigrafie myokardu a magnetická rezonance, která kromě morfologie mohou zobrazit i viabilitu srdečního svalu.

V této práci jsou popsány výše uvedené modality z vícero hledisek, zejména pak z úlohy radiologického asistenta.

Cílem této práce dále bylo srovnání efektivní radiační dávky u selektivní koronarografie, CT angiografie a perfuzní scintigrafie myokardu. U CT angiografie bylo dosaženo jednoznačně nejvyšší průměrné radiační zátěže. Nejnižší radiační zátěž byla zjištěna u selektivní koronarografie.

Abstract in English

The heart is a hollow muscular organ. The cardiac muscle needs oxygen and nutrients for correct function. The coronary arteries patency is necessary for the high-quality cardiac function.

The ischemic coronar disease is a group of disorders, that cause coronar arteries insufficiency. In cosequence, coronar vessels impassability causes the varios degree myocardium ischaemia, that can lead in a life threatening status.

The angiography is a term for the vessels imaging. Catheter angiography is aninvasive imaging metod. Coronary angiography are used for exactly stenosis determination of coronar arthery and and also for intervention. Computer tomography (CT) andmagnetic resonance (MR) can be used for noninvasive imaging of coronary arteries, but MR coronarography is not used routinely. The perfusion myocardial scintigraphy and magnetic resonancecan beused for assessment of myocardial viability. In bachelor thesis I describe all imaging methods in connection with the role of the radiographer.

The thesis aim is the comparation efective radiation dose of the coronaryangiography, CT angiography and perfusion myocardial scintigraphy.

The CT angiography constitutes the highest radiation dose in the average. The coronary angiography constitutes the lowest radiation dose on the contrary.

Obsah

Prohlášení	2
Poděkování	3
Abstrakt	4
Obsah	6
1 Úvod	8
2 Ischemická choroba srdeční.....	9
2.1 Patogeneze ICHS.....	9
2.1.1 <i>Klinicko – patologické syndromy ICHS</i>	12
3 Vyšetřovací metody.....	13
3.1 Selektivní koronarografie.....	13
3.1.1 <i>Současný stav koronarografie</i>	13
3.1.2 <i>Historický přehled angiografie</i>	13
3.1.3 <i>Definice + princip</i>	14
3.1.4 <i>Vlastní provedení</i>	15
3.1.4.1 <i>Instrumentárium</i>	15
3.1.4.2 <i>Technika zavedení</i>	16
3.1.4.3 <i>Příprava pacienta</i>	17
3.1.5 <i>Technické požadavky</i>	17
3.1.5.1 <i>Angiografický komplet</i>	18
3.1.6 <i>Výhody a nevýhody vyšetření, kontraindikace</i>	19
3.1.7 <i>Radiační zátěž</i>	21
3.1.7.1 <i>Radiační zátěž pacienta</i>	21
3.1.7.2 <i>Radiační zátěž personálu</i>	21
3.1.8 <i>Úloha radiologického asistenta</i>	22
3.1.8.1 <i>Možnosti redukce dávky pro pacienta během výkonu</i>	23
3.1.8.2 <i>Možnosti redukce dávky pro personál během výkonu</i>	24
3.1.8.3 <i>Kalibrace pro měření, měření průměru tepny, délky léze a významnosti stenózy</i>	25
3.1.8.4 <i>Vlastní provedení měření</i>	27
3.2 Výpočetní tomografie.....	28
3.2.1 <i>Hodnocení kalciového skóre</i>	29
3.2.1.1 <i>Princip metody</i>	29
3.2.1.2 <i>Provedení</i>	29
3.2.1.3 <i>Hodnocení</i>	30
3.2.1.4 <i>Výhody, nevýhody, kontraindikace</i>	31
3.2.1.5 <i>Radiační zátěž</i>	31
3.2.1.6 <i>Úloha radiologického asistenta</i>	31
3.2.2 <i>CT angiografie</i>	32
3.2.2.1 <i>Princip metody</i>	32
3.2.2.2 <i>Provedení</i>	32
3.2.2.2.1 Metodika vyšetření koronárních tepen	32
3.2.2.2.2 Základní principy zobrazení pomocí CTA	33
3.2.2.2.3 EKG synchronizace	34
3.2.2.3 <i>Výhody, nevýhody, kontraindikace</i>	34
3.2.2.4 <i>Radiační zátěž</i>	35
3.2.2.5 <i>Úloha radiologického asistenta</i>	36
3.3 Magnetická rezonance.....	38
3.3.1 <i>Definice metody a princip</i>	38

3.3.2	<i>Provedení vyšetření a technické aspekty</i>	38
3.3.3	<i>Radiační zátěž</i>	39
3.3.4	<i>Výhody, nevýhody, kontraindikace</i>	39
3.3.5	<i>Úloha radiologického asistenta</i>	40
3.4	<i>Perfuzní scintigrafie myokardu</i>	41
3.4.1	<i>Definice a princip</i>	41
3.4.2	<i>Provedení</i>	41
3.4.3	<i>Výhody, nevýhody ,kontraindikace</i>	42
3.4.4	<i>Radiační zátěž</i>	43
3.4.5	<i>Úloha radiologického asistenta</i>	43
4	Srovnání radiační zátěže	45
4.1	<i>Metodika</i>	45
4.2	<i>Výsledky</i>	45
4.3	<i>Diskuze:</i>	46
5	Závěr	48
6	Obrazová dokumentace	49
7	Použitá literatura	53
8	Klíčová slova	55
9	Keywords	56

1 Úvod

Ischemická choroba srdeční je jedna z nejčastějších příčin úmrtí ve vyspělých zemích včetně České republiky. Vedle prevence je včasná diagnostika ischemické choroby srdeční (ICHS) důležitou úlohou zdravotnictví. Příčinou ICHS je ve většině případů aterosklerotické postižení koronárních tepen.

Význam postižení koronárních tepen aterosklerotickými změnami lze určit s různou mírou přesnosti mnoha metodami. Za zlatý standard určení významnosti zúžení tepen je považována invazivní angiografie, která jako jediná umožňuje na diagnostickou část přímo navázat terapeutickou intervenci. Ostatní diskutované metody (výpočetní tomografie, magnetická rezonance a perfuzní scintigrafie myokardu) jsou neinvazivními alternativami, které neumožňují tak přesné stanovení stenózy koronární tepny. Na druhou stranu tyto metody umožní stanovit postižení myokardu (ischémie, jizva), což samotná invazivní koronarografie nedokáže.

Cílem této práce je srovnat jednotlivé metody s různých hledisek, především s důrazem na úlohu radiologického asistenta a radiační zátěž.

2 Ischemická choroba srdeční

Ischemická choroba srdeční je chorobný stav způsobený ischemií, tj. nepoměrem mezi požadavkem srdečního svalu na oxidovanou krev, na nutriční látky dodávané krví a na odstraňování metabolitů a mezi zásobením krví, která uvedené potřeby zajišťuje. Ischemie se týká nejen motorického myokardu, ale i myokardu převodního, kde se projevuje různými typy arytmií včetně fibrilace komor.⁽¹⁾

2.1 Patogeneze ICHS

Příčinou ischemie je

1. redukovaný proud krve koronárními artériemi – asi v 90% případů
2. špatná kvalita dodávané krve, zvl. celková hypoxemie
3. vyšší funkční zatížení myokardu

Faktory uvedené pod 2. a 3. mohou pouze přispět ke vzniku ICHS, jen zcela výjimečně jsou její základní příčinou.

Ad 1. Redukovaný přívod krve koronárními artériemi může být způsoben:⁽¹⁾

- nejčastěji koronární aterosklerózou a jejími komplikacemi
- embolií trombu do koronární tepny
- koronární vaskulitidou
- spazmem koronární tepny
- anomáliemi koronárních tepen⁽¹⁾

Ateroskleróza je složitý děj, který se dá při velkém zjednodušení popsat jako poškozování stěn cév spojené s postupným ukládáním tuku do těchto stěn. Tento proces probíhá dlouhodobě u všech lidí s větší nebo menší závažností a je spojen s mnoha komplikacemi. Hlavním důsledkem je postupné zužování nebo náhlé ucpání cévy. Postižené cévy se v jistém místě začínají zužovat, zhoršuje se tak průtok krve a určité orgány mohou být ohroženy nedostatkem kyslíku (ischemií). Velmi vážnou komplikací

aterosklerózy je situace, kdy v místě aterosklerotického zúžení cévy dojde náhle k prasknutí narušené cévní stěny a vytvoření krevní sraženiny, která najednou cévu úplně uzavře. Pak může dojít k velmi závažnému a nečekanému poškození orgánu nedostatkem kyslíku. ⁽²⁾



Obrázek 1 - Aterosklerotická hmota postupně zužuje cévu ⁽²⁾

Koronární ateroskleróza je součástí povšechné aterosklerózy. Někdy je však mnohem výraznější, než ateroskleróza v jiných lokalizacích, např. v mozkových artériích nebo v aortě, příčina toho jevu není známá. Aterosklerózou mohou být postiženy všechny tři srdeční tepny stejnoměrně, častěji však postižení některé převažuje. Hlavními větvemi jsou: 1. ramus interventricularis anterior (ventralis) arteriae coronariae cordis sinistrae; 2. ramus circumflexus arteriae coronariae cordis sinistrae; 3. arteria coronaria cordis dextra. Koronární ateroskleróza může buď postihovat obvod tepny stejnoměrně a reziduální lumen pak je v centru tepny nebo plát může zužovat lumen asymetricky a lumen pak zbývá mimo střed. Hodnotí se podle procenta zúžení průsvitu tepny sklerotickými pláty, na základě buď koronarografie nebo pitevního nálezu. Zúžení do 25% se hodnotí jako I.stupeň, do 50% průsvitu jako II. stupeň, do 75% jako III. stupeň a nad 75% jako IV. stupeň koronární aterosklerózy. ⁽¹⁾

Typy sklerotického poškození koronárních tepen: ⁽¹⁾

- samotná aterosklerotická stenóza tepny

- trombus nad rupturou sklerotického plátu, uzavírající reziduální lumen
- krvácení nebo edém do sklerotického plátu, způsobující rychlé zvětšení jeho objemu a tím uzávěr zbytkového lumina
- spazmus tepny v místě plátu

Realizace koronární aterosklerózy do klinické ICHS je ovlivněna: ⁽¹⁾

- kalibrem postižené artérie, případně její preponderancí nebo hypoplázií
- rychlostí vzniku cévního uzávěru nebo zúžení – rychlá změna má horší následky
- stavem ostatních tepen a možnostmi vytvoření kolaterál
- nekoronárními faktory uvedenými níže
- aktuálním funkčním zatížením srdce

Rizikové faktory koronární aterosklerózy jsou stejné jako u aterosklerózy obecně. Nenahrazují etiologii, která není známa, ale jsou dobře využitelné v prevenci. Hlavní rizikové faktory jsou vysoká hladina cholesterolu, hypertenze a kouření cigaret. Vedlejší faktory jsou četné - diabetes mellitus, obezita, vyšší věk, mužské pohlaví, genetické vlivy, orální kontraceptiva, životní styl, typ osobnosti aj.

Embolie trombu do koronární tepny je vzácná. Zdrojem trombu je nejčastěji intrakardiální trombóza nad infarktem myokardu nebo v srdečním oušku při chronické srdeční insuficienci nebo trombóza při infekční nebo nebakteriální endokarditidě. Další možností je paradoxní embolie při velkooběhové trombóze, otevřeném foramen ovale a přetlakem v malém oběhu.

Koronární vaskulitida je vzácnou příčinou ICHS. V úvahu připadá polyarteritis nodosa, Buergerova choroba, v Asii Kawasakiho choroba. Disekující aortitida může postihnout koronární tepny. Dříve běžná syfilitická aortitis je dnes výjimečná.

Spazmus koronární artérie je častou příčinou ICHS. Často nastává v místě sklerotického plátu. Může být provokován léky nebo drogami (kokainem).

Atypický odstup koronární arterie z plicnice vede k zásobení příslušné partie myokardu redukovanou krví. Vyvolá klinickou, často smrtelnou ICHS v době, kdy kojenec zvýší svou fyzickou aktivitu, např. při otáčení na břicho a zvedání hlavičky.

Kompenzační mechanismy se mohou uplatnit při chronickém vzniku ICHS. Nejdůležitější je vytvoření kolaterálního oběhu - mezi koronárními tepnami, s extrakardiálními tepnami, zvl. s artériemi bronchiálními a s arteria thoracica interna. ⁽¹⁾

Ad 2. Nedostatečná kvalita dodávané krve:

- nejčastěji se jedná o celkovou hypoxemii. Její příčinou může být chronická plicní choroba zhoršující saturaci krve kyslíkem, kouření cigaret (α -adrenergní stimulace), chronická otrava CO, různé typy anemie a vrozené srdeční vady.
- chronická hypotenze vede k hypoperfuzi orgánů včetně srdce, šok extrakardiálního původu může vyvolat ICHS, např. subendokardiální infarkt myokardu

Ad 3. Vyšší funkční zatížení myokardu:

- hypertrofie myokardu, způsobené různými faktory, zvl. hypertonickou chorobou
- extrémně zvýšené funkční nároky na myokard, do obrazu „ušťvaného srdce“.

2.1.1 Klinicko – patologické syndromy ICHS ⁽¹⁾

- Angina pectoris
- Infarkt myokardu
- Chronická ischemická choroba srdeční
- Náhlá koronární smrt

3 Vyšetřovací metody

Termín angiografie označuje obecně zobrazení cév. Lze ji provést buď neinvazivně pomocí CT angiografie nebo MR angiografie, nebo invazivně angiografií katetrizační. Jako doplňující modalitou v diagnostice ICHS nám může být nápomocná také perfuzní scintigrafie myokardu, která kromě morfologie pomůže zobrazit i funkci a viabilitu srdečního svalu.⁽³⁾

3.1 *Selektivní koronarografie*

3.1.1 *Současný stav koronarografie*

Katetrizační angiografie byla dříve suverénní vyšetřovací metodou onemocnění cévního systému, stejně jako nezbytnou součástí diagnostických algoritmů, např. u nádorových onemocnění. S rozvojem nových zobrazovacích metod jde angiografie v určitých oblastech do ústraní zejména vzhledem k invazivitě a možným komplikacím, kde se více uplatňují neinvazivní vyšetřovací metody, ovšem v určitých oblastech diagnostiky onemocnění cévního řečiště si však angiografie stále ponechává výsadní postavení, neboť technické možnosti jiných zobrazovacích metod jsou zatím omezené. Klasická angiografie navíc hraje významnou roli při perkutánních intervenčních výkonech, jejichž je součástí.⁽³⁾

3.1.2 *Historický přehled angiografie*

Historie angiografie souvisí s historií objevu paprsků X 8.11.1895 W. C. Röntgenem. O rok později byl prokázán první případ zdravotního postižení paprsky X radiační dermatitidou. Röntgenovi byla roku 1901 udělena první Nobelova cena za fyziku za objev paprsků X. Roku 1926 je poprvé prokázána mutageneze záření X H. J. Müllerem. O další průlom dějin se zasloužil Forssmann, když si zavedl do srdce ureterální katétr

přes loketní žílu. Další významné pokroky představuje zesilovač rentgenového obrazu Coltmanna roku 1948, o rok pozdější první AKG u dětí Padovcové, metoda zavedení katetru do cév Seldingerem roku 1952, Bingova katetrizace koronární arterie při zkoumání srdečního infarktu roku 1956 či koronární arteriografie Masona a Sonse 1958. Angiografie jako metoda k určení tzv. mozkové smrti byla stanovena roku 1966. Všechny tyto události a samozřejmě mnoho dalších se zasloužily o velký rozvoj angiografie jako diagnostické metody.⁽⁴⁾

3.1.3 *Definice + princip*

Selektivní koronarografie je rentgenologická metoda s použitím kontrastní látky (KL) k zobrazení koronárního oběhu, která slouží k přesnému zmapování aterosklerotických změn na věnčitých tepnách, které se projeví jako okrajové nerovnosti tvořící stenózy různého stupně hemodynamické významnosti až úplné obliterace. Součástí selektivní koronarografie je rovněž zhodnocení kolaterálního oběhu. Angiografická vyšetření jsou prováděna na speciálních pracovištích, jejichž základní součástí je angiografický komplet. Ten umožňuje skiaskopickou kontrolu nutnou pro zavádění instrumentária (katétry, vodiče atd.) i snímkování. Uložení rentgenky a proti ní umístěného zesilovače na pohyblivém C - rameni umožňuje provádět skiaskopii i snímkování v různých projekcích. Pacient leží na volně pohyblivém stole - tzv. plovoucí desce. Pro podání KL se při angiografiích používá tlaková stříkačka, která umožňuje její rychlou aplikaci koordinovanou se snímkováním.⁽³⁾

Angiografii lze rozdělit dle prováděných výkonů na diagnostickou (prováděna pouze za účelem diagnostickým), terapeutickou (cílený terapeutický výkon na základě už předchozích vyšetření) a diagnosticko - terapeutickou, tzv. diapetickou (kdy lze při zjištěné patologii u vyšetření provést intervenční výkon).⁽³⁾

3.1.4 Vlastní provedení

Znázornění tepen přímou aplikací kontrastní látky se provádělo nejdříve tam, kde šlo o cévu přístupnou perkutánní punkcí. Tento postup zůstal - po zavedení Seldingerovy katetrizační metody - dodnes praktikován jen částečně. Zatím se ještě uplatňuje v určitých diagnostických okruzích u tepen a žil končetin, jiné dříve časté přímé angiografie však vymizely. Mezi ně patří přímá karotická angiografie anebo přímá bederní aortografie translumbální cestou.⁽⁵⁾

Vlastní katetrizace Seldingerovou technikou se provádí nejčastěji cestou a. femoralis. Je ji možné provádět i z jiných přístupů - a. radialis, a. brachialis a a. axilaris (tento přístup se příliš nepoužívá vzhledem k riziku možných komplikací daných anatomickými poměry a. axilaris ku plexus brachialis).⁽³⁾

3.1.4.1 Instrumentárium

Od první angiografie provedené Seldingerovou metodou v roce 1953 prodělala i tato technika určité změny. Její základ však zůstává stále týž. Zmíněné změny se týkají jmenovitě používaných nástrojů, a to konkrétně punkční jehly. Dnes se místo původního třídílného kompletu používá tenkostěnná jehla velikosti 18 G s tak velkým vnitřním průsvitem, aby jí prošel vodič o průměru 0,038 palců. Silnější vodiče se již v dnešní praxi většinou nepoužívají (při nich je pak nutná speciální punkční jehla). Naopak je dnes běžnější použití tenčích vodičů, a to většinou od 0,035 palců do 0,014 palců. Výhodou zmíněné tenkostěnné jehly je možnost punkce jen jedné stěny cévy, což dřívější instrumentarium, obsahující i mandrén, většinou nedovolovalo. V současné době při punkci cévy s následnou katetrizací již konstantně používáme zavaděč zakončený hemostatickou membránou. Jeho funkcí je ochrana cévy při zavádění katétru, popř. opakovaně vyměňovaného. Zavaděč má podobu tenkostěnné, různě dlouhé trubičky zakončené obvykle trojcípou chlopní, která je průchodná pouze směrem do cévy a brání tak úniku krve při zavedení. Trubička má i postranní otvor, určený

k proplachování. Toto zařízení je většinou dodáváno ve sterilním kompletu s příslušným dilatátorem a krátkým vodičem.⁽⁵⁾

Jak je uvedeno, nejprve se používá krátký zaváděcí vodič pro zavedení zavaděče - sheatu. Vlastní vodiče se používají jednak kovové a jednak hydrofilní. Principem kovového vodiče je ohebné kovové jádro s jedním měkkým různě dlouhým koncem, na kterém je namotána kovový spirála, navíc ještě potažená nesmáčivou, většinou teflonovou vrstvou. Vodiče mají ohebný konec buď rovný anebo ve tvaru J, protože takto zahnutý vodič snáze překoná tortuozitu nebo zúžení tepny při intraluminálních nástěnných změnách. Při pronikání obtížnými místy nebo při rekanalizaci uzávěru cév se dnes používají říditelné vodiče, pevné v torzi, jejichž lehce zahnutý konec lze torzí nasměrovat do příslušného směru. Často se používají hydrofilní vodiče, které jsou z umělé hmoty potažené látkou podobnou tužší želatině, která ve styku s tekutinou mnohem lépe klouže. Tyto speciální vodiče dobře pronikají zúženými a vinutými cévami a některé z nich jsou i říditelné.⁽⁵⁾

3.1.4.2 Technika zavedení

Punkci provádí lékař nejčastěji z a. femoralis dx. vzhledem k mírnějšímu zakřivení odstupu z a. abdominalis vůči a. femoralis sin. Po punkci cévy se nejprve do jehly zavede krátký vodič dostatečně hluboko do lumina. Poté se vyjme jehla a po vodiči se zavede sestavený komplet zavaděče a dilatátoru. Pak se vyjme vodič s dilatátorem a v cévě zůstává pouze zavaděč zakončený membránou. Přes něj je pak možno zavést libovolně tvarovanou cévku různě délky, zvolené podle místa přístupu a vzdálenosti vyšetřované oblasti, kterou je nutno cíleně zobrazit.⁽⁵⁾

Po provedení arteriografie je výkon ukončen odstraněním instrumentaria a místo vpichu je komprimováno pomocí speciálního přístroje zvaný Kompresar po dobu 10 - 15 minut, poté se na místo vpichu přiloží tlakový obvaz a následuje komprese pytlíkem s pískem na dobu min. 6 hodin. Vyšetřovaný pak musí dodržovat klidový režim na lůžku 12 - 24 hod.⁽⁵⁾

3.1.4.3 Příprava pacienta

Za velmi důležitou je pokládána psychická příprava. Nemocný musí a má právo vědět, jaké vyšetření podstupuje a jaká bude popř. terapeutická strategie. Vysvětlení principů a postupů včetně pocitů, které může pacient vnímat - zejména pocit rozehrátí po aplikaci KL. Psychickou přípravu lze v drtivé většině případů zvládnout vhodnou komunikací, ovšem lze ji podpořit medikamentózně (Dolsin apod). Nemocný je napojen na EKG přístroj a monitorován po celou dobu vyšetření. Spolu s přípravou pacienta probíhá i kontrola přístrojového vybavení a instrumentária. ⁽⁶⁾

Pacient přichází lačný, ovšem měl by být dostatečně hydratovaný vzhledem k prevenci reakcí na KL, zejména renálních. V posledních letech se osvědčilo použití neionických KL, díky čemuž došlo k výraznému poklesu nežádoucích reakcí. Před vyšetřením je možná příprava antihistaminiky, zejména u alergických pacientů. Důležité je mít vyholené místo vpichu podle místa přístupu punkce. U alergických pacientů na jód je nutná kromě toho příprava kortikoidy, angiografie se provádí za přítomnosti anesteziologa. Nezbytnou podmínkou punkce arteriálního systému jsou normální koagulační poměry. K vyšetřením, která jsou k tomuto účelu požadována, patří INR (protrombinový čas), APTT (aktivovaný parciální tromboplastinový čas) a počet trombocytů. ⁽³⁾

V případě, že tyto hodnoty nejsou k dispozici, je možné přímo na angiografickém sále vyšetřit u pacienta také (ACT) čas aktivované srážlivosti). ⁽⁷⁾

3.1.5 Technické požadavky

Technika výkonů na koronárních tepnách je poněkud odlišná od techniky výkonů na periferních tepnách. Při zobrazování koronárních tepen se vzhledem k jejich pohybu během snímkování nepoužívá subtrakce, frekvence snímků je vyšší (12,5 nebo 25 snímků za sekundu) a matice obrazu je 1024*1024, či 512*512 bodů. Při vyšetření se používá zvětšení obrazu 17 cm. Je třeba dopředu poučit pacienta, že při snímkování

musí být co nejvíce nadechnutý do břicha, aby se bránice posunula směrem dolů, díky tomu nebude v obraze stín jater a bránice a výrazně se sníží dávka. ⁽⁴⁾

3.1.5.1 Angiografický komplet

C - rameno - jednoduchý komplet pro angiografii je konstruován s C nebo U ramenem, to znamená, že rentgenka a zesilovač rentgenového obrazu jsou umístěny proti sobě. U angiografického přístroje je nutné mít vysokokapacitní rentgenku s velmi dobrým chlazením anody, která snese vysokofrekvenční snímkování. Z hlediska radiační ochrany personálu je lepší mít uloženu rentgenku pod stolem než nad ním. V prostoru mezi rentgenkou a zesilovačem je stůl, na němž leží vyšetřovaný nemocný. Nemocný je tedy nehybný a C rameno se nastavuje do různých projekcí dle potřeby. C rameno je upevněno k podlaze či ke stropu.

Angiografický stůl je vybaven plovoucí deskou umožňující omezený posun do stran a v dlouhé ose stolu. Stůl může být i vyklonitelný do stran na excentricky uloženém čepu, což je výhodné např. pro angiografie ruky. Jsou angiografické stoly umožňující naklonění nemocného hlavou dolů či nahoru.

Zesilovač - pro angiografii a intervenční radiologii se používají nejčastěji zesilovače o průměru 6 až 16 palců (15 až 40 cm) s možností dvoj- až trojnásobného zvětšení pole (tzv. zoom). Zhoršení ostrosti při zvětšení obrazu je převáženo výhodami danými zvětšením obrazu. Velikost zesilovače volíme při nákupu podle určení: Pro diagnostickou AG (bez možnosti alternativního použití měniče pro velkoformátovou AG) je vhodný 14 až 16 palcový zesilovač. Pro intervenční výkony a koronarografii je vhodný menší zesilovač, popřípadě ho zkombinovat s možností záznamu na velký formát.

Digitalizace RTG obrazu pracuje na principu převedení rentgenogramu na obrazové jednotky (pixely), které jsou strukturované do matrice organizované do čtverce o straně 1024 jednotek uložených na ose x a y. Každý pixel tedy má dvě souřadnice určující jeho polohu v matici a dále třetí souřadnici určující jeho polohu v matici a dále třetí souřadnici určující jeho sytost šedi odpovídající zčernání. Zčernání se mění na

jednotlivých snímcích v čase v závislosti na fázi AG. Dnes se výhradně doporučuje matrice 1024 x 1024 pixelů (kterou lze změnit na 512 x 512 pokud chceme zrychlit počet snímků za vteřinu s vědomím, že se zhorší kvalita obrazu). Velikost použité matrice a počet sejmutých snímků za sekundu závisí na rychlosti a možnosti zpracování dat počítačem.

Televizní monitory mají být umístěny v úrovni očí operátora ve vzdálenosti na předpažení. Místnost nemá být přesvětlená. Osvědčilo se i použití přídatného monitoru, který se používá při méně obvyklých přístupech nebo pokud jsou hlavní monitory zakryty C ramenem (např. v boční projekci). Je vhodné mít hlavní monitory větší. Hlavní monitor je obvykle spřažen s monitorem referenčním pro porovnávání předchozích vstříků apod. Na hlavním monitoru obvykle zůstává zmrazen poslední skiaskopický obraz do dalšího použití skiaskopie.

Tlaková stříkačka musí být kompatibilní s AG kompletem. Doporučuje se umístění ovládacího a programovacího panelu stříkačky do ovladovny. Tam se umísťuje i akcesorní spouštění AG a další rezervní rezervní ovládací pult skiaskopického kompletu (pohyb C ramena či angiografického stolu, ovládání clon). Obsluhující asistent tak může část úkonů provádět dle slovních pokynů lékaře a zapojit se jako druhý asistent (vedle obsluhující sestry) plně do výkonu. Spouštění angiografické série z kontrolní místnosti nevyžaduje přítomnost žádného z členů personálu ve vyšetřovací místnosti během AG. ⁽⁸⁾

3.1.6 *Výhody a nevýhody vyšetření., kontraindikace*

Výhody:

- menší množství KL při superselektivní angiografii
- možnost okamžité intervence zejména u pacientů v akutním stavu
- v případě intervence kratší doba hospitalizace než u chirurgických výkonů
- lepší zobrazení periferních oddílů tepen

- lze vyšetřit pacienty se srdeční arytmii bez obrazových artefaktů (ve srovnání s CTA a MRA)

Nevýhody:

- možné alergické či jiné nežádoucí reakce na podání KL (oproti MRA)
- možnost komplikací spojených s invazivitou vyšetření
- nutná krátká hospitalizace

Kontraindikace:

Absolutní kontraindikace koronarografie jsou vzácné. U pacientů s akutním koronárním syndromem je riziko komplikací ve srovnání s neprovedením výkonu mnohem nižší. Mezi nejčastější kontraindikace patří:

- nezvládnutelná alergie na kontrastních látek - v dnešní době značně minimalizována použitím neionických a nízkoosmolárních kontrastních látek.
- medikamentózně špatně ovlivnitelné poruchy krevní srážlivosti
- nedostatečnou spolupráci s nemocným a jeho strach z vyšetření, který nelze ovlivnit vysvětlením a domluvou (nikoliv léky!).

Ostatní kontraindikace jsou považovány pouze za relativní, jež činí vyšetření:

- technicky obtížným, případně neproveditelným (těžká ateroskleróza končetinových tepen),
- zvýšeně rizikovým, při čemž zvýšené riziko nepovažujeme za kontraindikaci, slibuje-li vyšetření pro nemocného zřetelný léčebný zisk (vyš. v předinfarktovém stavu, u nemocných se závažnými dysrytmiemi a u vyš. nemocných s klinicky závažnou insuficiencí levé srdeční komory.)⁽⁶⁾

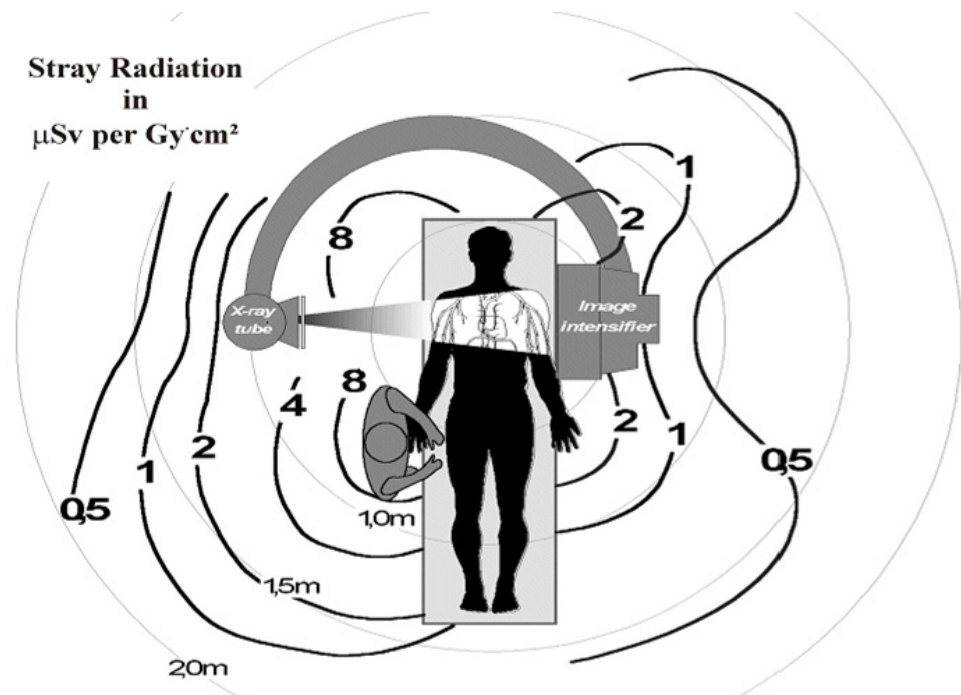
3.1.7 *Radiační zátěž*

3.1.7.1 *Radiační zátěž pacienta*

Radiační zátěž katetrizační angiografie pro pacienta jistě není zanedbatelná. Ovšem je třeba vzít v potaz, že oproti ostatním vyšetřovacím metodám je zde možnost terapeutického zákroku. Je třeba dělat vše proto, abychom dávku záření snížili co nejvíce a vědět některé fyzikální principy vycházející z aplikace ionizujícího záření na biologickou hmotu. U SKG je efektivní dávka zhruba 6 mSv.⁽⁹⁾

3.1.7.2 *Radiační zátěž personálu*

V prvních desetiletích po objevení rentgenových paprsků se pozoroval na radiologických pracovištích zvýšený výskyt nádorových onemocnění a leukémie. V nynější době však není známo, že by zaměstnanci na pracovištích používajících rentgen trpěli zvýšeným výskytem maligních onemocnění nebo se dožívali kratšího věku. To, že se nepodařilo v současných podmínkách tato rizika prokázat, neznamena, že neexistují. Je to vysvětlitelné tím, že většina nádorových onemocnění se objeví až za několik desetiletí od ozáření. V posledních dvaceti letech významně poklesla profesionální expozice radiací u specializovaných pracovníků nemocnic - vyjma intervenčních radiologů a invazivních kardiologů.⁽⁸⁾



Obrázek č 2. rozložení radiační dávky okolo rengenky⁽¹⁰⁾

3.1.8 Úloha radiologického asistenta

Přítomnost RA na angiografickém pracovišti je nezbytná. Mezi hlavní činnosti patří:

- využít všechny dostupné možnosti pro redukci dávky ionizujícího záření
- jakákoliv možnost redukce dávky pro pacienta znamená současně snížení dávky pro personál
- komunikace s lékařem a dalším personálem
- ovládání přístroje a další nastavení parametrů
- nastavení expozičních parametrů (rychlost snímkování a nastavení kV)
- postprocessing (úprava jasu a kontrastu obrazu, využití zoomu)
- kalibrace a měření stenóz
- měření ejekční frakce levé komory
- zapisování pacientů a další administrativní úkony
- záznam hodnoty nutné k výpočtu dávky záření

- monitorace vitálních funkcí (saturace, EKG, P, TK, invazivní tlak) a v případě fibrilace komor okamžité upozornění lékaře na bezprostředně život ohrožující stav pacienta.
- obsluha vysokotlakého injektoru (při levografii a aortografii)

3.1.8.1 Možnosti redukce dávky pro pacienta během výkonu

Mezi nejdůležitější povinnosti radiologického asistenta při angiografických výkonech patří využít všechny dostupné možnosti pro redukcii dávky ionizujícího záření. Vždy je třeba pamatovat na několik zásad:

- provádět skiaskopii pouze po nezbytnou dobu
- používat pulsní skiaskopii, kontinuální jen na žádost vyšetřujícího a jen po dobu nezbytně nutnou
- důsledně clonit primárními clonami
- důsledně dodržovat co nejkratší vzdálenost zesilovače od objektu
- zoom používat jen po nezbytnou dobu
- používat krátké skiagrafické sekvence
- používat nejnižší možnou frekvenci snímků
- používat zpoždění RTG záření vůči aplikaci kontrastní látky⁽³⁾
- při vyšetření v oblasti gonád důsledně používat primární clony, pokud je to pro dané vyšetření možné (použití speciálního stínidla pro gonády může v některých projekcích vadit a jejich použití při angiografických výkonech může být problematické, proto je třeba ho nahradit stíněním primárními clonami)
- ženy ve fertilním věku vyšetřovat v první polovině menstruačního cyklu (pokud se nejedná o akutní výkon)
- do RTG deníku či do administrativního programu na PC zaznamenat dávku, kterou pacient při výkonu obdržel⁽⁴⁾

3.1.8.2 Možnosti redukce dávky pro personál během výkonu

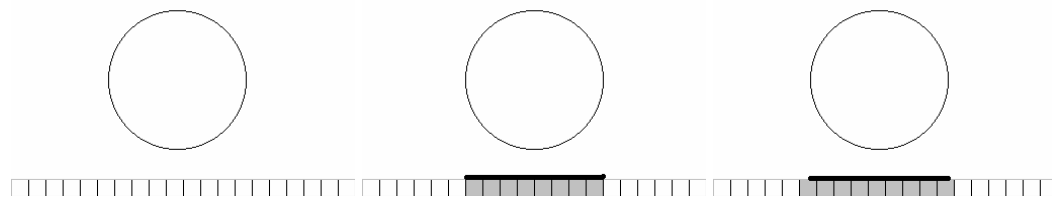
Neméně důležitou úlohou RA je sledovat dodržování všech postupů snižujících radiační zátěž personálu na minimum.

- rozptýlené (sekundární) záření je hlavním zdrojem radiační zátěže pro operátora exponenciálně se snižuje s velikostí ozařovaného pole. Je zvýšené u oběžných nemocných
- ohrožení závisí na vzdálenosti od primárního svazku záření. Intenzita sekundárního záření je tisíckrát menší ve vzdálenosti 1 m (u pole 20 x 20) než v přímém svazku. Intenzita záření klesá se čtvercem vzdálenosti.
- poloha rentgenky. Pokud je rentgenka umístěna pod stolem, je intenzita sekundárního záření minimálně 2x nižší než kdyby byla na opačné straně. Pokud je C rameno v bočné projekci, má být rentgenka na opačné straně, než je pracující lékař.
- kineangiografie. Její použití tvoří polovinu dávky z celkové dávky sekundárního záření při koronarografii.
- ochranný oděv:
 - ochranná zástěra s ekvivalentem 0,5 mm Pb (váží 4,5 kg, pro pracovníky s bolestmi bederní páteře se doporučuje stahovací pás nebo dvoudílný komplet)
 - Ochranný límec (jednoznačně doporučitelný)
 - Pro gravidní pracovnice je určena speciální zástěra s 1 mm ekvivalentem Pb v rozsahu od processus xiphoideus po symfýzu (váží 7 kg, zahraniční zdroj). U nás práci těhotných upravuje vyhláška 187/97.
 - Ochranné brýle z olovnatého skla (absorbují 70 % sek. zář.) jsou nutné pro koronarografie a intervenční výkony.
 - Rukavice z olovnaté gumy mají ekvivalent Pb 0,38 mm. Jejich použití je poněkud těžkopádné.

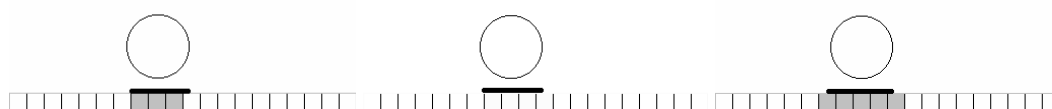
- Zástěry mohou mít trhliny, které lze detekovat skiaskopicky.
- Platí zásada, že ruce do primárního svazku vůbec nepatří.
- Přístroje musí být opatřeny ochrannými štíty (se stropním zavěšením). Musí být pohyblivé, nastavitelné a pokryté sterilními rouškami či igelitovými potahy. Závěsy z olovnaté gumy jsou umístěné na straně operátéra od kraje stolu až k podlaze. Významně redukuje dávku sekundárního záření.
- Co nejméně se má při AG vstříkovat z ruky.
- Zkušený angiografista co nejméně skiaskopuje.
- K nacvičení návyku snižování radiační zátěže personálu je vhodné používat digitální dozimetr s akustickou signalizací.
- Moderní digitální přístroje využívají při skiaskopii pulzní režim rentgenky; na monitor je každý obrázek promítnut dvakrát až třikrát, čímž je zachována zdánlivá kontinuita obrazu a významně se zkracuje doba činnosti rentgenky. Navíc je možno v situacích, kdy je nutná vysoká rozlišovací kvalita, přepnout přístroj na režim pracující s vyšší intenzitou záření. ⁽⁸⁾

3.1.8.3 Kalibrace pro měření, měření průměru tepny, délky léze a významnosti stenózy

Velmi důležitou součástí práce radiologického asistenta je měření nejrůznějších hodnot, které jsou velmi významné pro správné rozhodnutí lékaře o dalším postupu výkonu a volbě vhodného instrumentária při terapeutických výkonech (významnost stenózy, šířku tepny, délku postiženého úseku tepny...). Při všech měřeních musíme mít na paměti řadu faktorů, které mohou podstatným způsobem ovlivnit přesnost měření. Pokud bychom na tyto faktory nebrali zřetel, může dojít k výraznému zkreslení naměřených hodnot. ⁽⁴⁾



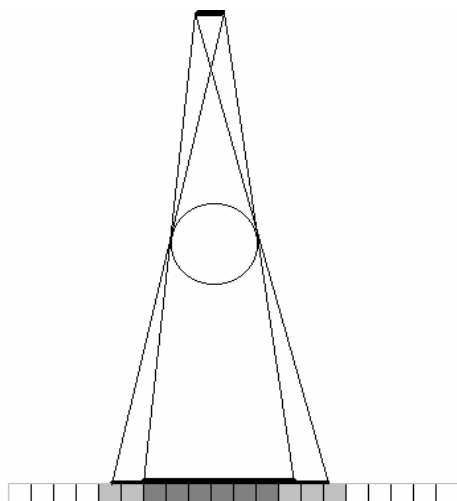
obrázek 3 - Větší objekt může počítač zobrazit 8 či 9 pixely



obrázek 4 - objekt může počítač zobrazit 3, 4, či 5 pixely

Jedním z nejdůležitějších faktorů je volba vhodné projekce pro správné zobrazení měřeného objektu. Je nutno si uvědomit, že tepny velmi často nemají přímý rovný průběh (i když se tak mohou v některých projekcích jevit), ale že bývají vinuté. Dále je třeba mít na paměti, že délku určitého úseku tepny můžeme správně změřit pouze v případě, že máme projekci kolmou na průběh tepny. Dále musíme znát geometrii svazku RTG paprsku (rozbíhavost svazku v okrajových oblastech zobrazeného pole). Objekty zobrazené ve středu obrazu jsou zvětšené méně, než objekty zobrazené na okraji obrazu. Proto je pro přesnost měření důležité, aby tepna, kterou chceme měřit i katétr či vodič, podle kterého chceme kalibrovat měření, byly zobrazeny uprostřed a nikoliv na okraji obrazu (zejména u velkých polí). Dalším důležitým faktorem, který ovlivňuje přesnost měření je velikost matice, kterou zvolíme pro tvorbu obrazu. Počítač RTG přístroje, ale i další vyhodnocovací konzole, má rozdělený obraz na pixely a čím více pixelů tvoří obraz, tím je měření přesnější. Zásadní roli hraje při měření správná kalibrace. a pokud nesprávně zkalibrujeme velikost pixelu, dojde k velmi výrazným odchylkám od správných hodnot. Kalibraci můžeme provést několika způsoby. Podle šířky katétru, podle vzdálenosti rentgen-contrastních značek umístěných na katétru nebo na vodiči (Marker Catheter, Marker Wire), podle rentgen-contrastního pravítka

umístěného pod pacientem, event. podle měřitelných vzdáleností anatomických struktur. Obecně platí, že čím je větší zobrazený objekt, podle kterého kalibrujeme (čím je zobrazen více pixely), tím je kalibrace přesnější (obr. 3 a 4). Pokud budeme kalibrovat podle 4F katétru, který je zobrazen polem o velikosti např. 38 cm při použité matici 1024*1024, bude jeho obraz vytvořen z 3,5 pixelů. Protože počítač nemůže pixely dělit na menší části, a protože obraz katétru se nemusí promítat do pixelu od jeho hranice, ale může zasahovat jen do části obou okrajových pixelů, bude katétr zobrazen 3, 4 nebo 5 pixely. Z toho vyplývá, že tímto postupem může dojít až k 70% chybě měření. Pokud k této chybě přičteme polostín, který vzniká proto, že ohnisko záření není bodové, ale tvoří plochu o hraně např. 0,4 mm (obr. číslo 5).⁽⁴⁾



Obrázek 5 - Vliv polostínu na přesnost měření (v tomto případě může počítač zobrazit též objekt 6-11 pixely)

3.1.8.4 Vlastní provedení měření

Vhodnou projekci je důležité volit ve spolupráci s lékařem, samostatně ji může vybrat jen radiologický asistent, který má s touto činností bohaté zkušenosti. Na ovládacím panelu, či na vyhodnocovací konzoli vybereme program pro měření tepny. Ve vhodné projekci je třeba vybrat 2 obrazy. Na prvním obraze, který bude sloužit pro

kalibraci, musí být zachycen katétr bez náplně kontrastní látkou. Katétr by v úseku, který vybíráme pro kalibraci, měl mít rovný průběh a neměl by se překrývat s konturou kosti nebo kalcifikace. Druhý obraz vybíráme tak, aby byla tepna dobře naplněna kontrastní látkou a tak, aby místo stenózy nebylo překryto drobnou větvičkou zobrazené tepny. V dalším kroku provedeme kalibraci v prvním vybraném obrazu. Označíme počáteční a konečný bod na katétu, mezi kterými bude počítač kalibraci provádět. Vzdálenost mezi oběma body má být dostatečná, aby nedošlo k chybnému výpočtu. Počítač sám vyhodnotí konturu katétu a zobrazí ji. Máme možnost potvrdit správnost ohraničení, nebo provést manuální korekci. Poté musíme zvolit šířku katétu ve F. Poté počítač zobrazí druhý obraz, na kterém vyznačíme počáteční a konečný bod úseku tepny, který budeme chtít měřit. Oba tyto body musíme volit v úseku zdravé části tepny, aby měl počítač možnost porovnat zdravý a postižený úsek. V dalším kroku počítač vyhodnotí kontury tepny a opět nám nabídne možnost potvrdit správnost ohraničení, nebo provést manuální korekci. Následně počítač zobrazí tepnu se zvýrazněním úseku stenózy, zobrazí rozměr tepny ve stenóze a ve zdravém úseku, vypočítá poměr mezi těmito hodnotami a vypočte plochu průřezu tepny ve zdravém úseku a ve stenóze a objem hmoty plátu, který vytváří stenózu. Tyto hodnoty uložíme do souboru photofile, který nahrajeme na CD spolu s vyšetřením. Další indikací pro měření šířky tepny je zhodnocení dilatace ascendentní aorty pro posouzení možné indikace náhrady aortální chlopně při její insuficienci. Postup kalibrace je stejný, jako při měření stenózy, šířku tepny měříme manuálně tak, že označíme hranice tepny v místě, kde chceme šířku měřit. Spojnice těchto dvou bodů musí být kolmá na osu tepny, aby nedošlo k nepřesnosti měření. ⁽⁴⁾

3.2 Výpočetní tomografie

Současné přístroje výpočetní tomografie umožňují rychlé a spolehlivé vyšetření. Postižení srdce ICHS lze vyšetřovat buď nativně - stanovením tzv. **kalciového skóre** nebo s podáním kontrastní látky intravenózně, tedy jako **CT angiografie**.

3.2.1 Hodnocení kalciového skóre

3.2.1.1 Princip metody

Metoda vychází původně z klasických indikací pomocí ultrarychlé výpočetní tomografie (ultrafast CT nebo electron - beam tomography - EBT). Principem kalciového skóre (Ca scoring) je nativní vyšetření srdce, provedené pomocí synchronizace s elektrokardiogramem s kolimací 1,5 - 2,5 mm a s efektivní či rekonstruovanou šíří vrstvy 3 mm. Častěji se používá synchronizace typu EKG triggering než EKG gating. Výhodou gatingu je větší věrnost zobrazení kalcifikací s menší mírou pohybových neostrotů díky zkrácení periody zobrazení. Pro hodnocení kalciového skóre se používají axiální obrazy v diastolické fázi srdečního cyklu.

Stanovení obsahu kalcia v koronárních tepnách se využívá k posouzení kardiovaskulárního rizika. Metodu nelze chápat jako metodu morfologickou k posouzení místa příčiny koronárních symptomů, ale je ji nutné chápat jako metodu podobného charakteru, jako je například bicyklová ergometrie, která prokáže přítomnost změn v koronárním řečišti, ale nelokalizuje příčinu do konkrétního místa řečiště.⁽¹¹⁾

3.2.1.2 Provedení

Pro vyhledávání a hodnocení kalcifikací se využívá speciální postprocessingový program. Kalcifikace jsou automaticky vyhledány a označeny stanovení prahových hodnot. Základní práh byl stanovený Agastonem NA 130 HU; tento práh vychází z měření pomocí EBT, ale dosud je nejvíce využíván. Snížení prahu na 90 HU při provedení kalciového skóre pomocí MDCT má za následek větší senzitivitu, avšak snižuje specifitu metody. Na axiálních obrazech jsou vyhledány všechny pixely s hodnotami vyššími, než je prahová hodnota. Vyšetřující označí jednotlivé léze a rozdělí je podle anatomické příslušnosti na léze na kmeni levé věnčité tepny, na ramus interventricularis anterior, na ramus circumflexus a na pravé věnčité tepně. Kalcifikace

jinde než ve věnčitých tepnách musí být striktně vyloučeny, jde o kalcifikace v chlopních, hrudní aortě a na perikardu, podobně je třeba ohladit a vyloučit i implantované stenty.

Programem je stanoven počet jednotlivých lézí v uvedených čtyřech základních lokalizacích, dále je vypočten objem kalcifikací a pomocí kalibrace stanoven obsah hydroxyapatitu v jednotlivých lézích. Jako čtvrtý parametr se udává Agatstonovo skóre, které je výsledkem součtu plochy kalcifikací na axiálních obrazech vynásobeného kofaktorem (pro hodnoty 130 - 199 HU má kofaktor hodnotu 1, pro 200 - 299 HU má kofaktor hodnotu 2, pro hodnoty 300 - 399 HU má kofaktor hodnotu 3 a nad 400 HU má hodnotu 4).⁽¹¹⁾

3.2.1.3 Hodnocení

Při hodnocení významu kalciového skóre se vychází z pohledu na skóre jako na metodu stanovení pravděpodobnosti onemocnění věnčitých tepen. Je-li kalciové skóre negativní, naprostá většina nemocných má potom normální či prakticky normální nález při koronarografii. Má-li nemocný normální nález na koronarografii, pak je i nález kalciového skóre v naprosté většině případů negativní. Negativní hodnotou kalciového skóre je zpochybněna koronární skleróza jako příčina potíží nemocného. Avšak až 7 % pacientů ve skupinách s negativním kalciovým skóre, především mladších v rizikových skupinách, má v následujícím období pěti let koronární příhodu. Důvodem jsou nekalcifikované pláty, které jsou nejvíce vulnerabilní a jsou nejčastější příčinou nestabilní anginy pectoris, infarktu myokardu i náhlé smrti u mladších pacientů se zvýšenými rizikovými faktory.

Vyšší hodnoty kalciového skóre zvyšují pravděpodobnost koronární příhody v následujícím období dvou až pěti let, přičemž velmi vysoké hodnoty kalcifikací stanoví vyšší pravděpodobnost, že některá z tepen je chronicky uzavřena.

Naopak hodnota kalciového skóre a lokalizace kalcifikací špatně koreluje s místem příčiny budoucí příhody.⁽¹¹⁾

3.2.1.4 Výhody, nevýhody, kontraindikace

Výhody:

- rychlost, snadnost a jednoznačný výsledek (hodnota kalciového skóre)
- relativně nízká radiační zátěž

Nevýhody:

- určuje jen obecně kardiovaskulární riziko a neurčuje přesně místo a významnost stenóz
- nízká specifická vyšetření

Kontraindikace:

Absolutní kontraindikace nejsou žádné, relativní kontraindikací je těhotenství.⁽³⁾

3.2.1.5 Radiační zátěž

Efektivní dávka se pohybuje okolo **1-3 mSv**.

3.2.1.6 Úloha radiologického asistenta

Úloha u CT vyšetření téměř zcela spadá do kompetencí radiologického asistenta a záleží zejména na postprocessingu (viz výše).

Radiologický asistent:

- zapisuje pacienta do počítačové databáze (jeho jméno, příjmení, rodné číslo, číslo obálky)
- podává pacientovi podepsat informovaný souhlas s vyšetřením

- poučtuje pacienta o průběhu vyšetření
- u žen pátrá po možném těhotenství
- pokládá pacienta na vyšetřovací stůl a zároveň provede centraci na oblast zájmu
- po skončení vyšetření pomáhá pacientovi z vyšetřovacího stolu
- provádí postprocessing (viz výše)

3.2.2 *CT angiografie*

3.2.2.1 Princip metody

CTA je neinvazivní metoda zobrazování cévního systému, která je založena na prostorové (3D) rekonstrukci obrazu ze spirální série axiálních skenů. Nezbytnou podmínkou možnosti provedení prostorové rekonstrukce je přítomnost kontrastní látky v zobrazovaných cévních strukturách, v dostatečném množství. Kontrastní látka se aplikuje intravenózně, série spirálních skenů se získává v době maximálního nasycení vyšetřovaných cévních struktur.⁽³⁾

3.2.2.2 Provedení

3.2.2.2.1 *Metodika vyšetření koronárních tepen*

Ke kvalitnímu zobrazení **koronárních tepen** a dalších cévních struktur (např. arteria pulmonalis při suspektní plicní embolii) je při CTA srdce nezbytná intravenózní aplikace standardní kontrastní látky. Ta je aplikována obvykle v objemu 1,25 ml/kg hmotnosti (u 70 kg nemocného tedy přibližně 90 ml), vhodné je zavedení dostatečně velké kanyly pro kvalitní a nekomplikovanou aplikaci kontrastní látky. Pro vlastní snímkování je nutné správné načasování tak, aby data byla získána v době optimálního

zobrazení cíleného místa. Např. při snímkování věnčitých tepen musí nemocný zadržet dech na dobu 8–16 sekund, u aortokoronárních bypassů pak 12–20 sekund. Doba zadržení dechu se významně zkracuje při zvýšení počtu řad detektorů; uvádí se, že nejnovější přístroje vyžadují zadržení dechu jen velmi krátké, až žádné. Při využití nejnovějších technologií již také odpadla nutnost farmakologického zpomalování srdeční akce při vyšetření (dříve prováděno betablokátory), v některých případech nevádí ani arytmie. Důležitou součástí zpracování vyšetření CTA srdce a **koronárních tepen** je tzv. post processing. Pro hodnocení objemů a funkce srdečních komor jsou využívány speciální softwary. Při použití přístrojů se 64 řadami detektorů jsou dobře zobrazeny – hlavní kmen levé koronární tepny, ramus interventricularis anterior, ramus circumflexus, dále větve diagonální a marginální, někdy i větve septální, z pravé věnčité tepny hlavní kmen, ventrikulární větve, v periferii pak jak ramus posterolateralis dexter, tak ramus inter- ventricularis posterior. Používá se celá řada projekcí, ze kterých je možné provést trojrozměrnou rekonstrukci, atraktivní je především barevné zobrazení.⁽⁹⁾

3.2.2.2 Základní principy zobrazení pomocí CTA

CT angiografie je zobrazení určené k posuzování anatomie a funkce kardiovaskulární soustavy. První podmínkou je zvýšení kontrastu cévních struktur. Protože kontrast krve a okolních tkání je při nativním CT zobrazení prakticky nulový, je nutno jej zvýšit aplikací KL. Tu na rozdíl od katetrizační angiografie podáváme intravenózně, vyšetření je potom neinvazivní nebo správněji řečeno minimálně invazivní. Druhou podmínkou věrného zobrazení anatomie cévních struktur je docílit při akvizici dat dostatečného prostorového rozlišení.⁽¹¹⁾

3.2.2.2.3 *EKG synchronizace*

Jelikož srdce, věnčité tepny, ascendentní aorta, kmen plicnice a její větve uložené parakardiálně vykonávají během srdeční revoluce velmi komplexní pohyb, jehož perioda je shodná s intervalem mezi dvěma kmity R, využívá se pro utlumení či úplné vyrušení pohybových artefaktů ze srdeční činnosti synchronizovaná akvizice dat s elektrokardiogramem (EKG synchronizace). Pro zobrazení cévních struktur, u nichž je vázán pohyb na srdeční akci, je nutno použít synchronizaci bezpodmínečně u zobrazování věnčitých tepen, cévních rekonstrukcí koronárního řečiště a chlopní. Také pro funkční vyšetření srdce je EKG synchronizace nezbytná, aby bylo možné rekonstruovat data v diastolické i systolické fázi. Podle způsobu akvizice dat se rozděluje EKG synchronizace na prospektivní hradlování a retrospektivní segmentaci dat. Protože se při akvizici dat pro zobrazení s EKG synchronizací používají velmi malé rychlosti posunu stolu ve srovnání s užitou úhrynnou kolimací, jsou efektivní dávky při vyšetření relativně vysoké. Pro redukci dávky je možné využít proudovou modulaci synchronizovanou s EKG. Pro umožnění EKG synchronizace je nutné mít instalovanou speciální hardwarovou i softwarovou modifikaci CT přístroje. Efektivní využití je možné jen u multidetektorových přístrojů s dobou jedné otáčky rotoru gantry 500 ms a méně.⁽¹¹⁾

3.2.2.3 Výhody, nevýhody, kontraindikace

Výhody:

- CTA ve srovnání s angiografií dává možnost sledovat výsledný prostorový obraz v jakékoli projekci. (To má zcela nesporné diagnostické výhody u anatomicky komplikovaných cévních nálezů).⁽³⁾
- Aplikace kontrastní látky intravenózně umožňuje provádět CTA u ambulantních pacientů a snižuje riziko potenciálních komplikací.⁽³⁾

- CTA je výrazně levnější diagnostickou metodou ve srovnání s MR angiografií.⁽⁵⁾
- Při CTA se získávají informace i o cévní stěně a přilehlých anatomických strukturách. Lze tak zobrazit extravaskulární příčinu zúžení cévy, jako např. tumor, hematom anebo kostní fragment při traumatech. Navíc CTA vyžaduje méně intravaskulárně aplikované KL než klasická arteriografie. Zvyšuje se tak bezpečnost vyšetření a snižuje se jeho cena.⁽⁵⁾

Nevýhody:

- menší prostorová rozlišovací schopnost proti RTG angiografii⁽³⁾
- nemožnost sledovat dynamiku toku⁽³⁾
- Nevýhody CTA proti MRA jsou použití jodové KL, použití ionizujícího záření.⁽⁵⁾
- Vyšetření je možno provádět v dostatečné kvalitě pouze na přístrojích s 64 a více řadami detektorů, jejichž dostupnost je v naší republice omezená.⁽⁵⁾

Přes tyto nevýhody poskytuje CTA ve srovnání s angiografií (obě metody se doplňují) ekvivalentní diagnostické informace při nižší ceně a riziku.⁽³⁾

Kontraindikace:

Absolutní kontraindikace nejsou žádné, relativní kontraindikací je těhotenství.⁽³⁾

3.2.2.4 Radiační zátěž

Velmi diskutovaná je otázka radiační zátěže, neboť indikace CT koronární angiografie budou jistě stále častější. Jaké radiační riziko tedy CT koronární angiografie přináší a jaké další konsekvence srovnání s vyšetřením invazivním musíme brát

v úvahu? Vlastní radiační zátěž při MSCT je přibližně třikrát větší než při konvenční koronarografii, účinná dávka u MSCT je 14 mSv, resp. u SKG 6 mSv (miliSievert).⁽⁹⁾

3.2.2.5 Úloha radiologického asistenta

Úloha u CT vyšetření téměř zcela spadá do kompetencí radiologického asistenta, který:

- zapisuje pacienta do počítačové databáze (jeho jméno, příjmení, rodné číslo, číslo obálky)
- podává pacientovi podepsat informovaný souhlas s vyšetřením
- poučuje pacienta o průběhu vyšetření
- ptá se pacienta na případné alergie
- u žen nás zajímá možné těhotenství
- pokládá pacienta na vyšetřovací stůl a zároveň provede centraci na oblast zájmu přikládá elektrody pro EKG synchronizaci
- po nativním skenu zavádí pacientovi kanylu, (nejčastěji volíme přístup z v.cubiti), pro následující aplikaci kontrastní látky
- připravuje tlakovou stříkačku k podání kontrastní látky
- po skončení vyšetření pomáhá pacientovi z vyšetřovacího stolu
- po skončení vyšetření sleduje pacienta (cca 30 minut po vyšetření), pro případnou alergickou reakci na kontrastní látku

3.3 *Magnetická rezonance*

3.3.1 *Definice metody a princip*

Zobrazení magnetickou rezonancí využívá fyzikálních vlastností jader atomů vodíku. Vodíková jádra, vystavená silnému magnetickému poli, jsou zdrojem radiofrekvenčního vlnění. Toto vlnění (mimo jiné velmi podobné vlnění používanému pro přenos rádiového signálu v pásmu VKV), je zachycováno systémem přijímacích cívek (antén).⁽¹³⁾

Nutností pro vyšetření srdce je přístroj se silným magnetickým polem (1,5–3,0 Tesla [T]), spolu s velmi rychlými gradientními cívkami a s příslušným hardwarovým a softwarovým vybavením. Vyšetření trvá 30–60 minut. Poskytne široké spektrum informací o anatomii srdce v pohybu, jeho funkci, perfuzi myokardu i jeho viability, charakteristice tkání, průtoků, anatomii a funkci chlopní i koronární a vaskulární angiografii.⁽⁹⁾

MR u ICHS přináší informace o:

- funkci komor
- síle stěny levé komory srdeční,
- změny kinetiky
- přítomnosti trombů v srdečních dutinách
- perfuzi myokardu
- viabilitě myokardu.^{(9), (12)}

3.3.2 *Provedení vyšetření a technické aspekty*

Pacient vyplní souhlas s vyšetřením, který obsahuje i informaci o případných implantátech. Poté je uložen na vyšetřovací stůl, na hrudník jsou připevněny elektrody

pro EKG synchronizaci, dále jsou přiloženy RF cívky. Poté je pacient zavezen do přístroje.

Vyšetření srdce sestává s více různých sekvencí. Celé vyšetření trvá 30 - 60 minut. Používané sekvence jsou tyto:

- plánovací sekvence (balancované)
- sekvence pro hodnocení pohybu srdečního svalu (balancované sekvence ve více fázích a rovinách)
- hodnocení morfologie a signálu jednotlivých částí srdce (TSE, SE sekvence T1 a T2)
- perfúze myokardu (T1 sekvence se současným podáním gadoliniové KL)
- hodnocení viability neboli pozdního nasycení (T1 sekvence s potlačením signálu srdečního svalu)

3.3.3 *Radiační zátěž*

Tato metoda narozdíl od CT, SKG nevyužívá ionizujícího záření. O jejich škodlivých biologických účincích zatím není nic známo, lze tedy říci, že je pro pacienty relativně neškodná. Na druhou stranu je to ovšem technicky nejsložitější zobrazovací metoda, o čemž nás může přesvědčit její těžká dostupnost. Jde tedy o mnohem výrazněji ekonomicky náročnější metodu než např. CT.

3.3.4 *Výhody, nevýhody, kontraindikace*

Výhody:

- dosud nebyly prokázány žádné škodlivé vedlejší účinky magnetické rezonance na lidský organizmus

- absence ionizujícího záření
- ambulantní zvládnutí vyšetření
- jen minimální invazivita - kontrastní látka je aplikována z periferního žilního přístupu
- mnohem méně alergických reakcí ve srovnání s jodovými kontrastními látkami používaných při DSA

Nevýhody:

- nižší prostorové rozlišení
- vznik artefaktů – dechových, pulzačních nebo ze ztráty signálu v místě turbulence
- nemožnost následné intervence

Kontraindikace MR vyšetření:

Kontraindikace MR vyšetření se dělí na 2 skupiny:

1. absolutní
2. relativní

1. Absolutní kontraindikace

- kardiostimulátory
- aneurymatické cévní svorky z feromagnetických materiálů
- elektronické implantáty
- cizí kovová tělesa intrakraniálně nebo intraorbitálně

Vyšetření na MR lze u pacientů, kteří mají v těle výše uvedené předměty, provést pouze v případě, že je písemně doložena jejich MR kompatibilita nebo pokud jsou z prokazatelně nemagnetického kovu.

2. Relativní kontraindikace

- stenty
- žilní filtry
- kloubní náhrady, osteosyntetický materiál
- náhrady srdečních chlopní
- dentální implantáty ⁽¹⁵⁾

3.3.5 Úloha radiologického asistenta

Radiologický asistent má na průběh vyšetření významný vliv.

Je nutné pacienta dobře informovat o průběhu a délce vyšetření, která se v současnosti pohybuje mezi 15 - 60 minutami, někdy i déle. Během této doby je pacient stále umístěn v gantry přístroje a nesmí se hýbat. Pohybové artefakty značně znehodnocují kvalitu vyšetření. Informovanost pacientovi umožní připravit se psychicky na vyšetření a tím jeho průběh zdárně zvládnout. ⁽⁵⁾

Mezi další důležité úkony radiologického asistenta patří správné nastavení přístroje, včetně nastavení akvizičních parametrů, a přístrojového vybavení (gradientní cívky, signalizace pro případ komplikací apod.)

Radiologický asistent dále kontroluje vyloučení kontraindikací k vyšetření (viz. níže) a případnou graviditu u žen, která by mohla činit toto vyšetření rovněž kontraindikovaným z důvodu možné organogeneze plodu do 12. týdne těhotenství.

Radiologický asistent zodpovídá za technicky správné provedení MR vyšetření. V případě provádění MR existuje několik faktorů ovlivňujících kvalitu zobrazení:

- správné uložení pacienta
- volba vhodného protokolu
- anatomicky přesná lokalizace řezů nebo slabů
- správné načasování spuštění postkontrastní sekvence
- postprocessingové zpracování MR vyšetření ⁽¹⁵⁾

3.4 Perfuční scintigrafie myokardu

Nukleární kardiologie využívá základních principů nukleární medicíny (použití otevřených zářičů in vivo) k získání informací důležitých pro diagnózu, prognózu a způsob léčby kardiovaskulárních onemocnění (především ICHS). Ke klinickému použití jsou k dispozici metody posuzující:

1. regionální prokrvení myokardu,
2. metabolismus myokardu a jeho viabilitu,
3. inervaci myokardu,
4. přítomnost myokardiální nekrózy
5. funkci srdečních komor (zejména komory levé)

Perfuční scintigrafie myokardu je dnes nejvíce používanou metodou nukleární kardiologie a jednou z nejčastěji používaných neinvazivních vyšetřovacích metod v kardiologii vůbec.⁽¹⁶⁾

3.4.1 Definice a princip

Intravenózně podané radiofarmaku se vychytává v myokardu v závislosti na jeho prokrvení. Předpokladem je, že myokardiální buňka má zachovanou schopnost vychytávat indikátor dle principu čím větší nabídka (průtok), tím vyšší akumulace (aktivita). Nedochozí proto k akumulaci radiofarmaku v poškozené myokardiální buňce, resp. v jizevnaté fibrózní tkáni (např. po infarktu myokardu)⁽¹⁶⁾

3.4.2 Provedení

Rozložení radiofarmaku v myokardu zjišťujeme pomocí scintigrafické techniky (dnes již výhradně SPECT). Neměříme tedy absolutní průtok krve, ale pouze jeho relativní rozložení v myokardu, které je za normálních okolností homogenní.

V klidu je homogenní rozložení perfuze i u významné stenózy koronárního řečiště, neboť je udržován dostatečný průtok myokardem pomocí kompenzatorní vazodilatace v poststenotickém úseku a není významnější rozdíl v průtoku stenotickou a normální tepnou.

Při zátěži se díky vyšší spotřebě kyslíku zvyšuje krevní průtok v normálním koronárním řečišti, zatímco v oblasti zásobované zúženou tepnou se v důsledku maximální klidové vazodilatace průtok zvýšit nemůže. Myokard zásobovaný intaktním koronárním řečištěm akumuluje tedy při zátěži více radiofarmaka než ten, který je zásobován zúženou tepnou. Rozložení aktivity v myokardu je v tomto případě na scintigramu heterogenní s "defektem" v oblasti zásobené koronární tepnou s významnou stenózou. Při patologickém scintigramu po aplikaci radiofarmaka při zátěži je nutné srovnání s vyšetřením v klidu. ⁽¹⁶⁾

3.4.3 *Výhody, nevýhody, kontraindikace*

Výhody:

- možnost posouzení mikrocirkulace v myokardu
- neinvazivní provedení (pouze i.v. aplikace RF)
- při prvním vyšetření je možno posoudit stav funkce i perfuze levé komory
- stratifikace rizika při kvantifikaci perfuzního SPECT

Nevýhody:

- radiační zátěž
- vyšetření není k dispozici 24 hodin
- jistá limitace je při postižení všech 3 tepen (falešně negativní výsledek nebo porucha perfuze)

Kontraindikace:

- těhotenství a laktace

3.4.4 *Radiační zátěž*

Radiofarmaka:

²⁰¹Tl chlorid - obvyklá dávka = 70-140 MBq i.v.

radiační zátěž: efektivní dávka = 0,23 mSv/MBq dospělí

kritický orgán: ledviny = 0,54 mGy/MBq dospělí

^{99m}Tc MIBI - obvyklá dávka = 300 - 700 MBq i.v.

radiační zátěž: efektivní dávka = 0,0085 mSv/MBq dospělí

kritický orgán: žlučník = 0,036 mGy/MBq dospělí

^{99m}Tc tetrafosmin, furifosmin - obvyklá dávka 300-700 MBq i.v.

radiační zátěž: efektivní dávka = 0,0067 mSv/MBq dospělí

kritický orgán: žlučník = 0,031 mGy/MBq dospělí ⁽¹⁷⁾

3.4.5 *Úloha radiologického asistenta*

Příprava pacienta:

Pro klidové studie všech metod není nutná speciální příprava, preferuje se lačnění (cca 4 hod před aplikací). Rovněž přerušování medikace není nezbytné.

Příprava krátce před vyšetřením:

Nezbytná přesná informace pacientovi o průběhu a smyslu vyšetření, možných rizicích (zejména u zátěžového vyšetření). Při zátěži vhodné oblečení. Odstranění všech záření stínících předmětů resp. informace o nich (uvnitř těla). Před zátěžovými testy zavedení žilní kanyly a infuze běžných roztoků k zajištění žíly.

Vlastní provedení včetně zpracování a vyhodnocení:

Za cca 5-60 min. (podle radiofarmaka a způsobu studie) po i.v. aplikaci radiofarmaka (při zátěžovém testu aplikace na vrcholu zátěže) proveden záznam obrazů. V současnosti je preferováno a doporučeno provedení na SPECT s následnou rekonstrukcí tomografických řezů myokardem v rovinách kolmých na srdeční osu. Doporučeno je dále hodnocení pomocí polárních map, méně důležité je zpracování v podobě 3D cine obrazů. Zátěžová studie bývá v případě patologického nálezu doplněna studií klidovou se shodným zpracováním a hodnocením včetně vzájemné korelace obou studií - dynamika změn perfuze je důležitou diagnostickou známkou. ⁽¹⁷⁾

Dále se radiologický asistent stará o níže uvedené důležité kroky při vyšetření:

- zapsat pacienta
- poučit o vyšetření (dodržet přísný klid na vyšetřovací desce, délce trvání apod.)
- uložení pacienta
- nastavení stolu a detektorů do příslušné polohy
- aplikace RF (pouze oprávněný RA k aplikaci)
- nastavení přístroje a vyšetřovacího protokolu
- vyhodnocení a rekonstrukce dle standardů příslušného oddělení

4 Srovnání radiační zátěže

Porovnání efektivní radiační dávky u selektivní koronarografie, CT angiografie a perfúzní scintigrafie myokardu.

4.1 Metodika

Z jednotlivých pracovišť ve FN Motol byl získán soubor 49 pacientů. U každého z pacientů byla zapsána radiační zátěž daného výkonu hmotnost a věk. U pacientů s CTA byla radiační dávka CT přístrojem uvedena v DLP (dose length product [mGy/cm]) a přepočítána na efektivní dávku pomocí koeficientu 0,017 (European Commission. European guidelines on quality criteria for computed tomography, EUR 16262EN. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1999). U selektivní koronarografie byla DAP (dose area product [mGy/cm²]) přepočítána na efektivní dávku pomocí koeficientu 0,138 . (Betsou S, Efstathopoulos EP, Katritsis D, Faulkner K, Panayiotakis G. Patient radiation doses during cardiac catheterization procedures. Br J Radiol 1998 Jun;71(846):634-9. U pacientů ze scintigrafie myokardu byla uvedena aktivita radionuklidu [MBq] a vypočítána z protokolu ICRP 80 dle koeficientu 0,0082 [mSv/MBq].

4.2 Výsledky

U CTA bylo dosaženo jednoznačně nejvyšší průměrné radiační zátěže. Nejnižší radiační zátěž byla zjištěna u SKG.(viz. tabulka č. 1)

	SKG	CTA	Scintigrafie
Pacientů	49	49	49
Mužů	29	30	30
Věk	65,8 +/- 13,9 (37-90)	56,7 +/- 15,5 (80-14)	61,5 +/- 12,8 (15-83)
Váha	75,9 +/- 14,3 (45-120)	81,4 +/- 18,4 (32-111)	82,9 +/- 16,2 (36-125)
efektivní dávka	3,5 +/- 1,1 (1,5 - 6,8)	9,3 +/- 4,1 (2,8-25,0)	6,7 +/- 1,2 (2,5-8,2)

tabulka č. 1

4.3 Diskuze:

Zjištěné výsledky jsou celkově nižší než jsou uváděny v literatuře [9], ale celkový poměr radiační zátěže mezi jednotlivými metodami zůstává zachován. Z ohledem na zjištěné výsledky lze říci, že pracoviště ve FN Motol provádějící jednotlivá vyšetření dobře dodržují principy minimalizace radiační zátěže pro pacienta.

5 Závěr

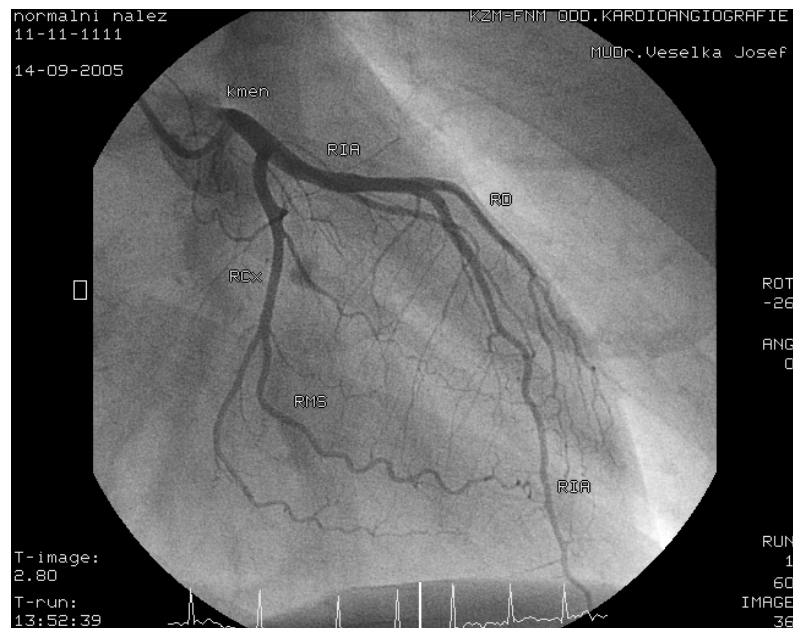
I přes nové diagnostické metody jako CT angiografie, MR angiografie a perfuzní scintigrafie myokardu je selektivní koronarografie stále považována za nejpřínosnější metodu v posuzování významnosti stenózy koronárních artérií. Uváděné vyšetřovací metody mají různé klady a zápory. Většina z nich využívá ionizujícího záření, některé však nikoliv, ale jejich vzájemná kombinace či případné doplňování jsou v diagnostice ICHS nezbytné.

Kvalitní vědomosti radiologického asistenta jsou důležité pro celkový průběh angiografických vyšetřovacích metod jak invazivních, tak neinvazivních, a to ať už vyšetření provádí zcela sám nebo je nedílnou součástí vyšetřovacího týmu. Významnou úlohou radiologického asistenta je využití veškerých technických prostředků a principu radiační ochrany, vedoucích ke snížení radiační dávky, a to jak pro pacienta, tak pro vyšetřující personál. Radiologický asistent se setkává přímo s nemocnými a sám je mnohdy bez dohledu lékaře vyšetřuje. K tomu je zapotřebí dobrých komunikačních schopností, smysl pro zodpovědnost, pečlivost a v neposlední řadě také empatie. Zodpovědný přístup a pečlivost jsou důležité, zejména při vyšetřeních, které asistent provádí sám, aby se minimalizovala nutnost vyšetření opakovat. Je tedy nezbytné, aby radiologičtí asistenti obsluhující přístroje bezpečně ovládali vyšetřovací postupy a tím se vyvarovali zbytečných chyb znehodnocujících vyšetření.

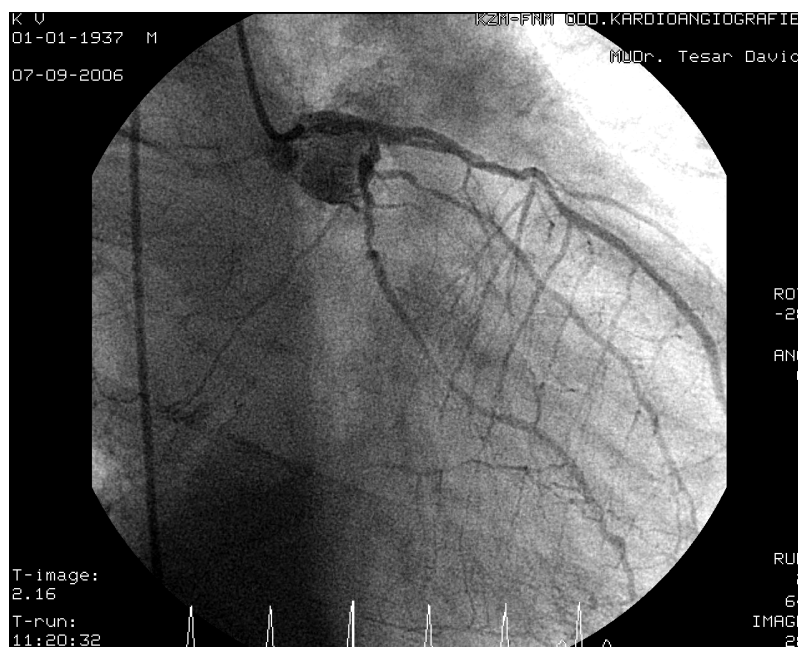
Ve své bakalářské práci jsem se snažil shrnout základní informace o uvedených metodách včetně uvedení základních principů tak, aby o nich radiologičtí asistenti mohli získat ucelený přehled.

Tato bakalářská práce byla také zaměřena na srovnání radiační zátěže u třech vyšetřovacích metod (CT angiografie, selektivní koronarografie a perfuzní scintigrafie myokardu), z nichž největší radiační zátěž byla zjištěna u CT angiografie, naopak nejnižší u selektivní koronarografie. Tyto výsledky jsou celkově nižší než uvádí literatura, S ohledem na zjištěné výsledky je zřejmé, že při dodržování veškerých principů radiační ochrany se dá radiační zátěž pro pacienta minimalizovat.

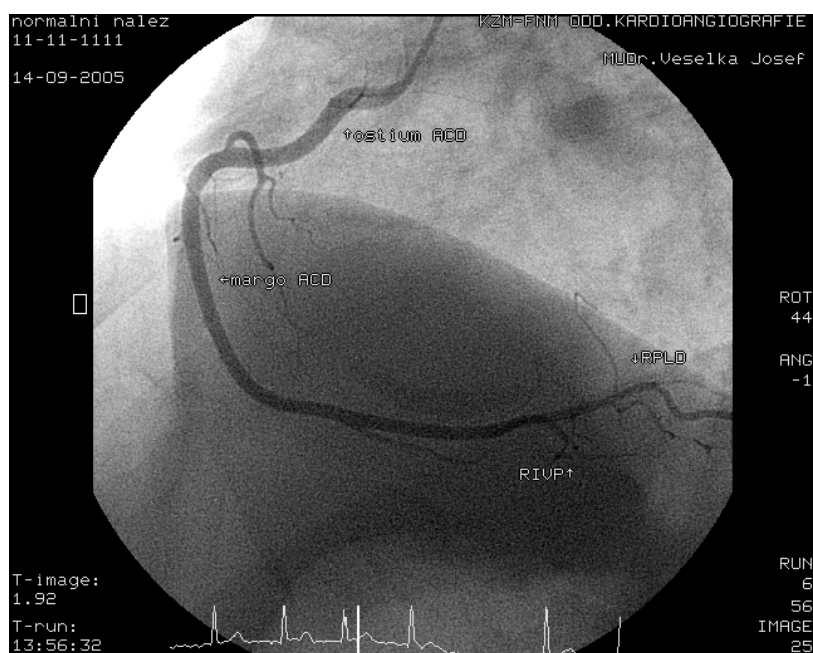
6 Obrazová dokumentace



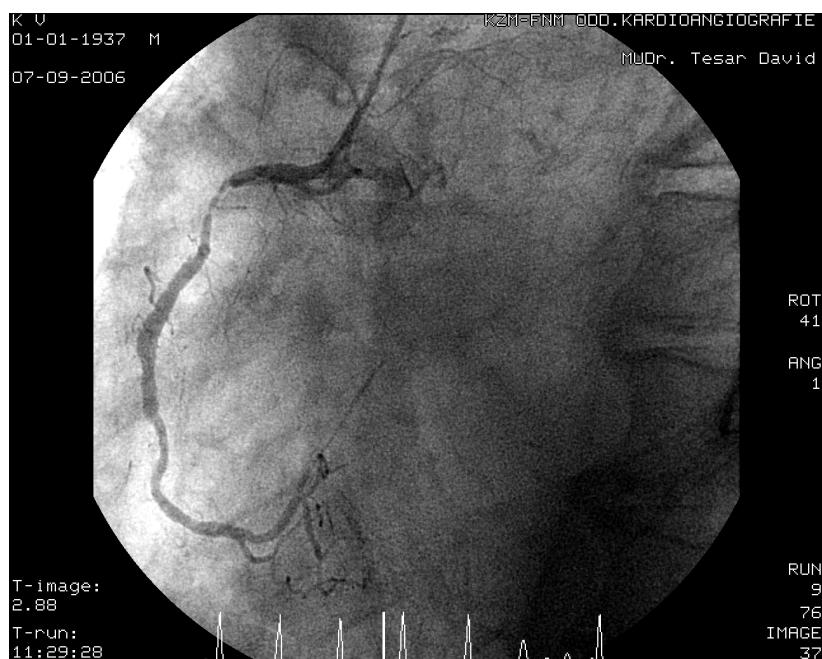
Obrázek 6 - Invazivní angiografie, zobrazení levé koronární tepny, bez známek významného postižení ⁽¹⁴⁾



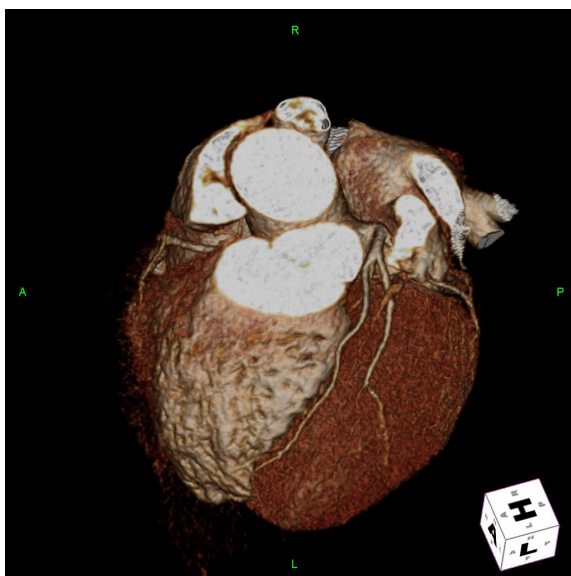
Obrázek 7 - Invazivní angiografie, zobrazení levé koronární tepny, vícečetné významné stenózy. ⁽¹⁴⁾



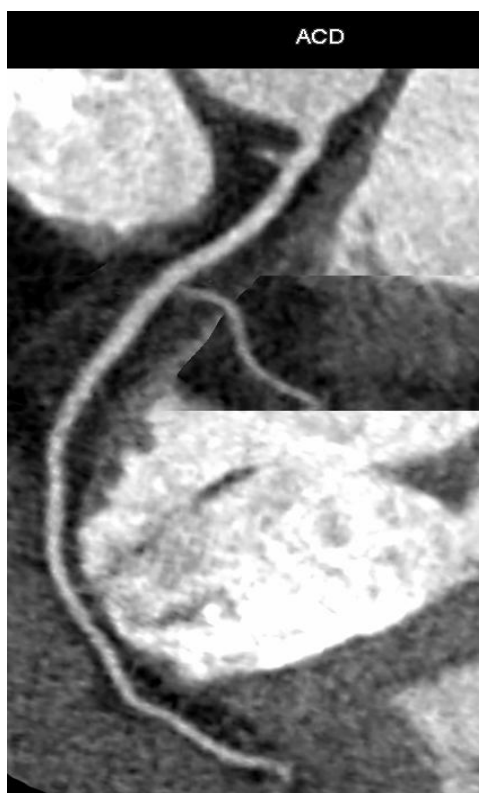
Obrázek 8 - Invazivní angiografie, zobrazení pravé koronární tepny, bez známek významného postižení ⁽¹⁴⁾



Obrázek 9 - Invazivní angiografie, zobrazení pravé koronární tepny, významná stenóza. ⁽¹⁴⁾



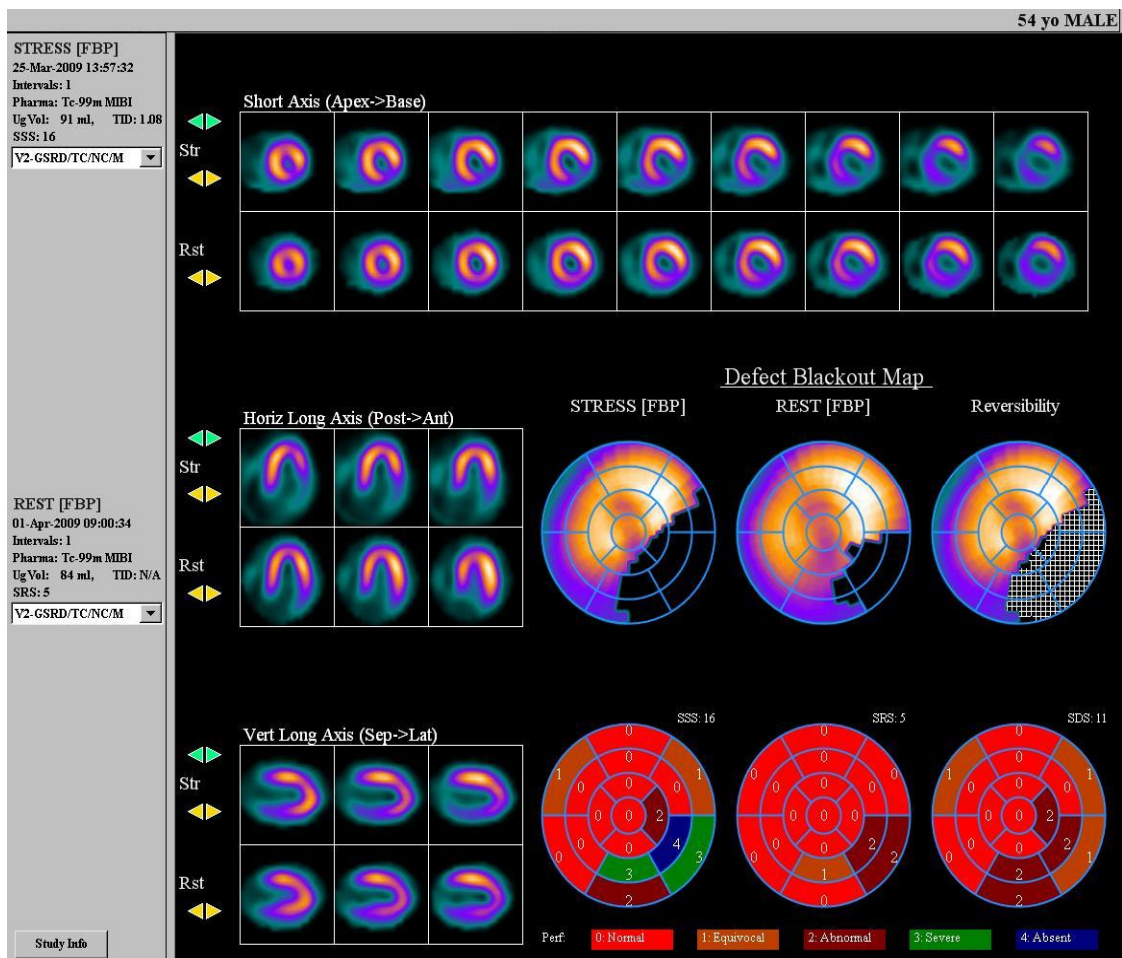
Obrázek 10 – CT angiografie, 3D zobrazení technikou volumen rendering ⁽¹⁴⁾



Obrázek 11 – CT angiografie, pravá koronární tepna v zobrazení zakřivenou planární rekonstrukcí. ⁽¹⁴⁾



Obrázek 12 – MR, zobrazení jizvy po infarktu myokardu pomocí pozdního nasycení gadoliniem. (<http://www.mrtip.com/serv1.php?type=img&img=Delayed%20Myocardial%20Contrast%20Enhancement%20from%20Infarct>)



Obrázek 13 - perfuzní SPECT myokardu, zobrazena ischemie po zátěži, v klidu a reverzibilní ischemie. (Archiv KNME FN Motol)

7 Použitá literatura

1. FAKAN, František. *Patologie ischemické choroby srdeční* [online]. c2005-2008 [cit. 2009-03-10]. Dostupný z WWW: <www.fnplzen.cz/data/prac/Bory/spau/vyuka/doc/prednasky/vseob/Patologie_ischemicke_choroby_srdecni.doc>.
2. *Medicína, nemoci, studium na I. LF UK* [online]. 2008 [cit. 2009-03-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.stefajir.cz/?q=ateroskleroz>>.
3. NEKULA, Josef, et al. *Radiologie*. [s.l.] : [s.n.], 2008. 205 s.
4. EISNER, Tomáš. *Úloha radiologického asistenta při angiografických výkonech*. [s.l.], 2007. 78 s. Bakalářská práce.
5. VYHNÁNEK, Luboš. *Radiodiagnostika : Kapitoly z klinické praxe*. [s.l.] : [s.n.], 1998. 473 s.
6. VANČURA, Jan, ASCHERMANN, Michael. *Koronarografie*. [s.l.] : [s.n.], 1983. 99 s.
7. BOWERS, John, FERGUSON J., James. Use of the activated clotting time in anticoagulation monitoring of intravascular procedures. *Texas Heart Institute Journal* [online]. 1993, vol. 20, no. 4 [cit. 2009-03-10].
8. KRAJINA, Antonín, HLAVA, Antonín. *Angiografie*. [s.l.] : [s.n.], 1999. 550 s.
9. ASCHERMANN, Michael. *Využití CT angiografie a magnetické rezonance v kardiologii* [online]. 2008 [cit. 2009-03-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.e-coretvasa.cz/data/view?id=2240>>.
10. *International commission on radiological protection* [online]. c1999-2003 [cit. 2009-03-10]. Dostupný z WWW: <http://www.icrp.org/downloadDoc.asp?document=docs/ICRP_85_Interventional_s.pps>.
11. FERDA, Jiří. *CT Angiografie*. [s.l.] : [s.n.], 2004. 408 s. ISBN 80-7262-281-1
12. VYMAZAL, J., WEICHERT, J. Současná role magnetické rezonance v kardiologii. *Kardiologické fórum* [online]. 2008;6(3): 33-35 [cit. 2009-03-15].
13. *Radiologická společnost České lékařské společnosti J. E. Purkyně* [online]. c2009 [cit. 2009-03-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.crs.cz/cs/informace-pro-pacienty/magneticka-rezonance-mr.html>>.

14. Archiv Kliniky zobrazovacích metod 2. LF UK a FN v Motole
15. PAVLA , Zběhlíková. *Úloha radiologického asistenta při MR angiografiích*. [s.l.], 2008. 47 s. Bakalářská práce.
16. KUPKA, Karel, KUBINYI, Jozef, ŠÁMAL, Martin. *Nukleární medicína*. [s.l.] : [s.n.], 2007. 185 s.
17. *Česká společnost nukleární medicíny : Radionuklidová diagnostika ischemické choroby srdeční* [online]. c1999-2009 [cit. 2009-03-15]. Dostupný z WWW: <http://www.csnm.cz/26/Radionuklidova-diagnostika-ischemicke-choroby-srdecni_33.aspx>.

8 Klíčová slova

Radiologický asistent, angiografie, selektivní koronarografie, CT angiografie, MR angiografie, scintigrafie, radiační zátěž, ischemická choroba srdeční.

9 Keywords

Radiographer, angiography, selektive koronarography, CT angiography, MR angiography, radionuklide imaging, radiation load, ischemic heart disease.