

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2016

Jiří Kaňok

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví B5345

Jiří Kaňok

Studijní obor: Radiologický asistent 5345R010

**PERFUZNÍ SCINTIGRAFIE MYOKARDU LKS
V KORELACI S VÝSLEDKY CT A MR VYŠETŘENÍ SRDCE**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Alexander Malán

PLZEŇ 2016

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta zdravotnických studií
Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jiří KAŇOK**
Osobní číslo: **Z13B0162P**
Studijní program: **B5345 Specializace ve zdravotnictví**
Studijní obor: **Radiologický asistent**
Název tématu: **Perfuzní scintigrafie myokardu LKS v korelaci s výsledky CT a MR vyšetření srdce**
Zadávací katedra: **Katedra záchranářství a technických oborů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

- Zpracovat seznam odborné literatury na vybrané téma
- Stanovit cíl kvalifikační práce
- Zpracovat teoretickou a praktickou část práce dle požadavků FZS
- Popsat metodiku praktické části
- Vypracovat diskuzi a závěr kvalifikační práce
- Dodržet formální úpravu kvalifikační práce dle požadavků FZS
- Dodržet citační normu

Rozsah grafických prací:

Rozsah kvalifikační práce:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

- Fanti, S., Farsad, M. a Mansi, L. Atlas of PET-CT: A Quick Guide to Image Interpretation. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2009. ISBN 978-3-540-77771-7.
- Lang, O. Nukleární kardiologie. Praha : Galén, 2004. ISBN 80-7262-290-0.
- Ferda, J., Novák, M. a Kreuzberg, B. Výpočetní tomografie. Praha : Galén, 2002. ISBN 8072621726.
- Bakos, K. a Hušák, V. Nukleární medicína. Praha : Avicenum, 1985.
- Chaloupka, V. a Elbl, L. Zátěžové metody v kardiologii. Praha : Grada Publishing, 2003. ISBN 8024703270.
- Pleva, M. a Ouředníček, P. MRI srdce: Praktické využití z pohledu kardiologa. Praha : Grada Publishing, 2012. ISBN 978-80-247-3931-1.

Vedoucí bakalářské práce:

MUDr. Alexander Malán

Katedra záchranářství a technických oborů

Datum zadání bakalářské práce: **31. ledna 2015**

Termín odevzdání bakalářské práce: **31. března 2016**

Doc. PaedDr. Ilona Mauritzová, Ph.D.
děkanka



PhDr. Alena Pišťulková
vedoucí katedry

V Plzni dne 29. ledna 2016

Prohlášení

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

V Plzni dne 21. 3. 2016.

.....

vlastnoruční podpis

Poděkování

Děkuji MUDr. Alexanderovi Malánovi za odborné vedení práce, poskytování cenných rad a materiálních podkladů. Děkuji také personálu z FN Plzeň za jejich ochotu a pomoc při získávání informací pro bakalářskou práci.

Anotace

Příjmení a jméno: Kaňok Jiří

Katedra: Katedra záchranářství a technických oborů

Název práce: Perfuzní scintigrafie myokardu LKS v korelaci s výsledky CT a MR
vyšetření srdce

Vedoucí práce: MUDr. Alexander Malán

Počet stran – číslované: 50

Počet stran – nečíslované: 20

Počet příloh: 2

Počet titulů použité literatury: 44

Klíčová slova: ischemická choroba srdeční, nukleární kardiologie, perfuzní scintigrafie myokardu, CT angiografie, magnetická rezonance

Souhrn:

Tato bakalářská práce na téma „*Perfuzní scintigrafie myokardu LKS v korelaci s výsledky CT a MR vyšetření srdce*“ je rozdělena na teoretickou a praktickou část.

V teoretické části je stručně popsána anatomie srdce, cév a ischemická choroba srdeční. Dále jsou v teoretické části popsány vybrané metodiky nukleární kardiologie – zejména perfuzní scintigrafie myokardu, CT angiografie koronárních tepen a vyšetření srdce pomocí magnetické rezonance.

Praktická část obsahuje kazuistiky u vybraných pacientů, ve kterých porovnáváme jednotlivé diagnostické zobrazovací metody a jejich vzájemné doplnění.

Annotation

Surname and name: Kaňok Jiří

Department: Department of Paramedical Rescue Work and Technical Specializations

Title of thesis: Myocardial perfusion scintigraphy LKS correlated with the results of CT and MR examinations of the heart

Consultant: MUDr. Alexander Malán

Number of pages – numbered: 50

Number of pages – unnumbered: 20

Number of appendices: 2

Number of literature items used: 44

Keywords: ischemic heart disease, nuclear cardiology, myocardial perfusion scintigraphy, CT angiography, magnetic resonance

Summary:

This bachelor thesis titled "Left ventricle myocardial perfusion scintigraphy in correlation with the results of CT and MR heart examination" is divided into a theoretical and a practical part.

The theoretical part briefly describes the heart and vessels anatomy and the ischemic heart disease. Further, selected methodologies of nuclear cardiology – especially myocardial perfusion scintigraphy, CT angiography of coronary arteries and the heart examination with magnetic resonance are described there.

The practical part contains case histories of the selected patients, where we compare specific diagnostic imaging methods and their mutual supplements.

OBSAH

ÚVOD.....	10
TEORETICKÁ ČÁST	11
1 ANATOMIE SRDCE	11
1.1 Základní anatomie srdce	11
1.2 Základní anatomie věnčitých tepen	12
2 ISCHEMICKÁ CHOROBA SRDEČNÍ.....	15
2.1 Diagnostika a terapie ICHS	15
3 NUKLEÁRNÍ KARDIOLOGIE	17
3.1 Jednofotonová emisní výpočetní tomografie	17
3.1.1 Získávání dat perfuze myokardu	17
3.1.2 Radiofarmaka používaná při perfuzním vyšetření myokardu	18
3.1.3 Fyzická a farmakologická zátěž při vyšetření perfuze myokardu	19
3.1.4 Vyšetřovací protokoly	21
3.1.5 Hodnocení zobrazení	23
3.2 Pozitronová emisní tomografie	23
3.2.1 Princip pozitronové emisní tomografie	23
3.2.2 Metabolismus myokardu	24
3.2.3 Viabilita myokardu	24
3.2.4 Vyšetřovací protokoly pro stanovení viability pomocí PET	25
3.2.5 Hodnocení zobrazení	26
4 VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE	27
4.1 Základní princip výpočetní tomografie.....	27
4.2 CT angiografie	28
4.2.1 Přístrojové vybavení	28
4.2.2 Aplikace kontrastní látky.....	29
4.2.3 Stenózy věnčitých tepen	30
4.2.4 Uzávěr a stenóza bypassu.....	31
4.2.5 Akutní infarkt myokardu	31
4.2.6 Chronický infarkt myokardu	32
4.3 Perfuzní CT myokardu při zátěži s aplikací regadenosonu	32
5 MAGNETICKÁ REZONANCE	34
5.1 Základní princip	34
5.2 Prokázání srdeční ischemie.....	35
5.3 Diagnostika infarktu myokardu	35
5.4 Určení viability myokardu	35

5.4.1 Pozdní sycení.....	36
6 VYUŽITÍ HYBRIDNÍCH PŘÍSTROJŮ V KARDIOLOGII.....	38
PRAKTICKÁ ČÁST	39
CÍLE PRÁCE	39
VÝZKUMNÉ OTÁZKY	39
METODIKA VÝZKUMU	39
7 KAZUISTIKY	39
8 DISKUZE	56
ZÁVĚR.....	59
LITERATURA A PRAMENY.....	60
SEZNAM ZKRATEK	64
SEZNAM TABULEK	66
SEZNAM OBRÁZKŮ	67
SEZNAM PŘÍLOH	68
PŘÍLOHY	69

ÚVOD

Nukleární medicína je samostatný lékařský interdisciplinární obor patřící mezi tzv. obory komplementu. Metodiky nukleární medicíny poskytují zejména informace funkčního charakteru. S vývojem hybridních systému lze stanovit nejen funkční zobrazení, ale i zobrazení anatomických struktur.

Téma „*Perfuzní scintigrafie myokardu LKS v korelaci s výsledky CT a MR vyšetřením srdce*“, které jsem si vybral, patří v oboru nukleární medicíny do odvětví nukleární kardiologie. Je to neustále rozvíjející se odvětví, které se stává jedním z nejdůležitějších zobrazovacích metod pro kardiologii. Onemocnění kardiovaskulárního systému je jedno z nejčastěji se vyskytujících onemocnění v rozvinutých zemích, včetně České republiky a je nejčastější příčinou závažné morbidity i mortality dospělé populace. Nukleární kardiologie má zásadní význam v diagnostice ischemické choroby srdeční (ICHS), stanovení rizika akutního infarktu myokardu nebo náhlé srdeční smrti.

V teoretické části naší bakalářské práci se budeme za pomoci odborné literatury zabývat stručným popisem anatomie srdce, koronárních cév a ischemické choroby srdeční. Dále popíšeme metodiky používané v nukleární kardiologii. Nejprve se budeme zabývat jednofotonovou emisní vypočetní tomografií (SPECT), která je důležitou neinvazivní diagnostickou metodou ICHS, a poté se budeme věnovat další metodice, kterou je pozitronová emisní tomografie (PET) a její využití ke stanovení viability myokardu. Také se budeme zabývat metodami mimo obor nukleární medicíny, kterými jsou výpočetní tomografie (CT) a magnetická rezonance (MR). V kapitole CT popíšeme vyšetření koronárních cév, bypassů a stanovení infarktu myokardu. U MR se budeme věnovat stanovení ICHS a viability myokardu. V závěru teoretické části stručně popíšeme hybridní přístroje používané v nukleární medicíně.

Praktická část bude obsahovat zvolené cíle k naší bakalářské práci a metodiku výzkumu. Zpracování této části bude pomocí kvalitativního výzkumu formou vybraných kazuistik, které budou obsahovat lékařskou a obrazovou dokumentaci. U vybraných kazuistik se budeme snažit demonstrovat poznatky, které získáme v teoretické části.

Touto prací bych chtěl čtenáře seznámit s možnostmi současné nukleární kardiologie využívané v rutinní praxi a její doplnění s ostatními diagnostickými metodikami ischemické choroby srdeční. Práce se snaží poměrně podrobně čtenářům objasnit principy jednotlivých metodik – zejména perfuzní scintigrafii myokardu, která patří mezi nejčastěji používanou metodu k zobrazení myokardiální perfuze.

TEORETICKÁ ČÁST

1 ANATOMIE SRDCE

1.1 Základní anatomie srdce

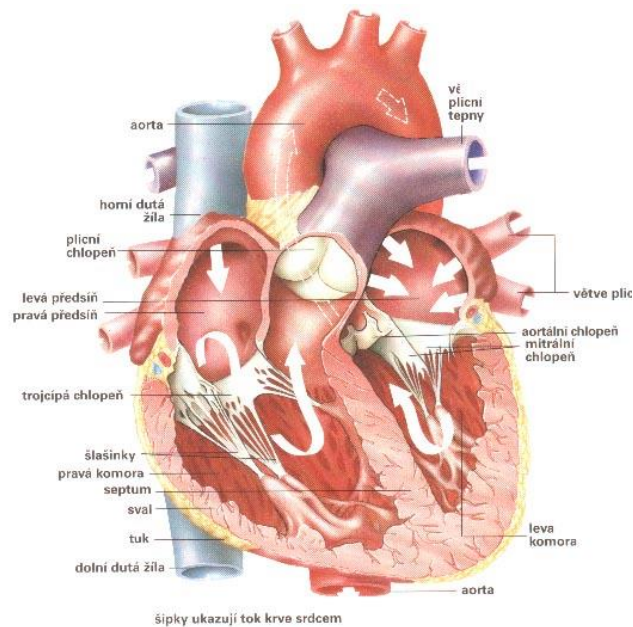
Srdce je dutý svalový orgán, který pod tlakem pohání krev v krevním oběhu tím, že se pravidelně smršťuje a ochabuje. Hmotnost srdce dospělého člověka je 230 až 340 g, během života se ale mění. Závisí na objemu srdeční svaloviny, který se zvyšuje podle množství a intenzity dlouhodobé svalové činnosti člověka. Srdce je uloženo v mediastinu za hrudní kostí, svou jednou třetinou je vpravo od střední čáry, dvěma třetinami vlevo. Je obaleno perikardem (osrdečníkem), který se skládá z viscerálního a parietálního listu. Perikard způsobuje tzv. otisk srdce, který je patrný na obou plicích. Prostřednictvím osrdečníku srdce nasedá na bránici. Srdce má tvar nepravidelného kužele s bazí obrácenou dozadu vzhůru a s hrotem směřujícím dopředu dolů a doleva. (1)

Anatomicky i funkčně se srdce dělí na čtyři oddíly – pravou síň, pravou komoru, levou síň a levou komoru (obr. 1). Stěna srdeční je tvořena třemi hlavními vrstvami. Nejvnitřnější vrstva se nazývá endokard. Je to lesklá tenká blána vystylající vnitřní část srdce. Blána je tvořena jednou vrstvou endotelových buněk podloženou vazivem. Pod endotelovou vrstvou je vazivová síť kolagenních vláken a vláken elastických, která se místy spojují ve fenestrované membrány. Tato elastická vlákna se více vyskytují v srdečních síních než v komorách. Druhá vrstva se nazývá myokard (srdeční svalovina). Je tvořena příčně pruhovanou srdeční svalovinou. Ta se skládá z vláken, která jsou složena z jednotlivých buněk a spojena šikmými můstky do prostorové sítě. Třetí vrstvu srdeční stěny tvoří epikard. Je to serosní povrchový povlak. Nejmohutnější a nejsilnější stěnou srdečních částí je stěna levé komory srdeční (3-4 cm), která pohání krev po celém těle. (1)

Dutiny srdce tvoří dvě síně a dvě komory. Tvar srdečních komor vznikl na základě dvou klíčových faktorů, na základě rozdílů malého a velkého krevního oběhu a na základě vývoje srdce. Srdce mělo dříve tvar trubice, která se postupem času esovitě zalomila, jakožto srdeční klička. Pravá síň a pravá komora tvoří tzv. pravé srdce, které je oddělené septem (přepážkou) od srdce levého, které je tvořeno levou síní a levou komorou. Mezi síněmi a komorami se nacházejí cípaté chlopně. Dvojcípá chlopeň (valva bicuspidalis) se nachází mezi levou síní a levou komorou, trojcípá chlopeň (valva tricuspidalis) je mezi pravou síní a pravou komorou. Chlopně jsou ploché duplikatury endokardu, vyztužené ploténkou vaziva. Cípaté chlopně mají vazivové ploténky, které jsou tvořeny tuhým

vazivem šlachovitého vzhledu a jsou na vnějším obvodu každého cípu upevněny k vazivovému prstenci. Vazivový prstenec tvoří srdeční skelet. Do pravé síně vzadu ústí vena cava superior, přicházející shora, která má průměr ústí asi 2 cm. Vena cava inferior přichází zdola, prochází bránicí a má průměr ústí 3-3,5 cm. Levá síň má stěny hladké a jsou zhruba o 3 mm silnější než stěny pravé síně. Do zadní části síně ústí plicní žíly, dvě vpravo a dvě vlevo. Levá komora je na příčném řezu okrouhlá, se silnými stěnami. Je užší a delší než komora pravá. (1)

Obrázek 1 Funkční anatomie srdce



Zdroj: <http://moznej.blog.cz/en/0902/srdce>

1.2 Základní anatomie věčtitých tepen

Výživu srdečních stěn zajišťují věčtité tepny (arteriae coronariae). Ty se dělí na pravou věčtitou tepnu (arteria coronaria dextra) a na levou věčtitou tepnu (arteria coronaria sinistra). Obě tyto tepny začínají ze samého začátku aorty – ze sinus aortae dexter a sinister (obr. 2). Odtok krve ze srdečních stěn zajišťují srdeční žíly (venae cordis). Obě věčtité tepny probíhají po povrchu srdce vlnovitě, a tím jsou přizpůsobeny tepovým změnám objemu srdce. Jsou téměř stejně silné, ale z důvodu vyššího objemu zásobované svaloviny může být levá věčtitá tepna o něco silnější. Zato pravá věčtitá tepna má bohatší primární větvení. Způsobem periferního větvení a zakončení se jednotlivé větve věčtitých tepen funkčně chovají jako větve konečné, z toho vyplývá, že nemají významné spojky

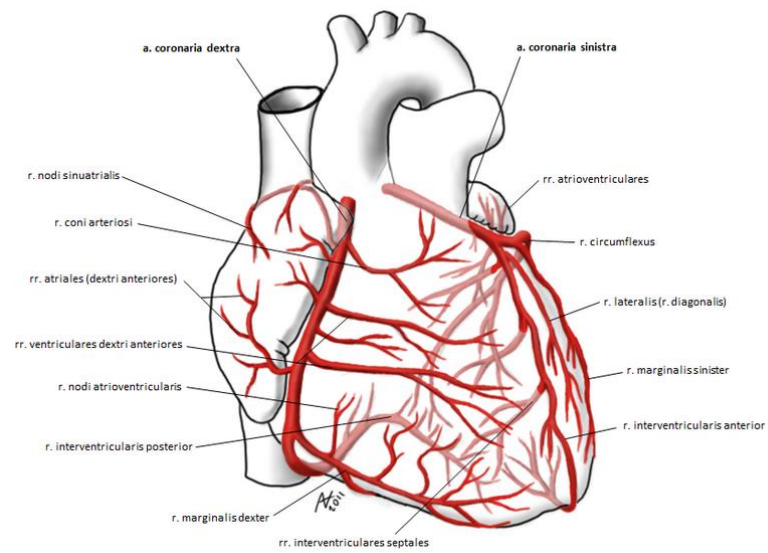
s okolními větvemi. Při uzávěru větve věnčité tepny tedy nedochází k okysličení příslušné oblasti myokardu. (1)

Arteria coronaria dextra odstupuje z aorty ze sinus aortae dexter. Kmen tepny směřuje po odstupu za truncus pulmonalis doprava, je uložen v sulcus coronarius a poté směřuje dozadu na zadní plochu srdce, kde končí jako ramus interventricularis posterior v sulcus interventricularis posterior. V průběhu z ní vystupují rami atriales, zásobující pravou síň, rami ventriculares dextri, anteriores et posteriores, zásobující pravou komoru vpředu i vzadu. Dále také z pravé koronární tepny vystupují menší, avšak funkčně významné větve ramus coni arteriosi, ramus nodi sinuatrialis a rami interventriculares septales. (1)

Arteria coronaria sinistra odstupuje z aorty ze sinus aortae sinister. Kmen tepny směřuje doleva a rozděluje se na dvě hlavní větve. Ramus interventricularis anterior sestupující v sulcus interventricularis anterior až na hrot srdeční, přes který může přesahovat různě daleko na diafragmatickou plochu. Vysílá větve k pravé i levé komoře. Dále na ramus circumflexus, přecházející kolem levého obvodu myokardu na zadní stranu. V průběhu odstupují z levé koronární tepny další větve. Ze společného kmene je to ramus nodi sinuatrialis (pokud neodstupuje z arteria coronaria dextra), z ramus interventricularis anterior jsou to rami ventriculares anteriores sinistri, které probíhají po levé komoře šikmo k levému okraji srdce a rami interventriculares septales, které směřují zpředu do komorového septa a do hrotového úseku septa a z ramus circumflexus jsou to rami atrioventriculares, ramus marginalis sinister, rami atriales a ramus posterior ventriculi sinistri. (1)

Pravá koronární tepna zásobuje stěny celé pravé komory, kromě malé oblasti vpředu při sulcus interventricularis, kam dosahují větve levé věnčité tepny. Také zásobuje malou část stěny levé komory, zadní třetinu komorového septa, pravou síň a přilehlé části levé síně a převodní systém. Levá koronární tepna zásobuje zbylé části myokardu. Většinu stěn levé komory, přední dvě třetiny komorového septa, úzký proužek stěny pravé komory a většinu stěny levé síně (mimo úseky přilehlé k pravé síni). (1)

Obrázek 2 Věňčité tepny



Zdroj: http://www.wikiskripta.eu/index.php/Soubor:Arteriae_coronariae.png

2 ISCHEMICKÁ CHOROBA SRDEČNÍ

Ischemická choroba srdeční (ICHS) patří k nejběžnějším onemocněním srdce. Vyznačuje se nepoměrem mezi přísunem okysličené krve koronárními tepnami a skutečnou potřebou srdeční svaloviny. Srdeční sval může trpět nedostatečnou zásobou kyslíku z mnoha příčin. Hlavní příčinou je snížený přítok krve koronárními tepnami, což může způsobit ateroskleróza, embolie, trombóza nebo spasmus koronární tepny. Další příčinou může být snížené množství kyslíku v krvi, kvůli těžké anémii. Mezi ovlivnitelné faktory způsobující ICHS patří kouření, obezita stanovená dle BMI, hyperlipidémie, nedostatek fyzické aktivity, stres, hypertenze. Neovlivnitelné rizikové faktory jsou genetické faktory, mezi které patří věk a pohlaví. Častěji bývají postiženi ICHS muži ve věku nad 45 let a ženy nad 55 let. (2) (3)

Primárně dělíme ischemickou chorobu srdeční na akutní a chronickou. Mezi akutní formy ICHS řadíme nestabilní anginu pectoris, akutní infarkt myokardu a náhlou srdeční smrt. Mezi chronické formy ICHS patří němá ICHS, stabilní angina pectoris, arytmiická forma chronické ICHS, chronická forma ICHS se srdečním selháváním a koronární syndrom. (4)

2.1 Diagnostika a terapie ICHS

K diagnostice ICHS slouží zhotovení EKG křivky a biochemické vyšetření. Vyšetřovací zobrazovací metody s vyšší a vzájemně srovnatelnou hodnotou jsou radionuklidové metody. Například vyšetření pomocí SPECT myokardu a zátěžové echokardiografie s aplikací dobutaminu. Mezi další zobrazovací metody patří echokardiografie, ukazující poruchu hybnosti srdeční svaloviny, a selektivní koronarografie, prokazující oblast a stupeň postižení. Koronarografie je nejpřesnější, ale zároveň nejinvazivnější vyšetřovací zobrazovací metoda, která zobrazí i anatomickou strukturu.

I když nepatří mezi hlavní diagnostickou zobrazovací metodu, její výhodou je, že pacientovi může být provedena terapeutická intervence zavedením stentu nebo formou balónkové angioplastiky. (2) (4) (5)

Jako další terapeutická metoda se nabízí operační vytvoření aortokoronárního bypassu. Během terapie anginy pectoris se aplikují nitráty s lokálně vazodilatačním účinkem, alfa nebo beta blokátory, jejichž cílem je snížení krevního tlaku, tepové frekvence myokardu, stažitelnost srdce a tudíž i nároky srdeční svaloviny na okysličenou

krev. Také se používají blokátory kalciových kanálů, které způsobují periferní arteriální dilataci. Mnohdy pomůže, aby se pacient dostal do klidového stavu, nebo aplikace nitroglycerinu pod jazyk. Prevencí proti vzniku ICHS je odstranění rizikových faktorů. (2) (4) (5)

3 NUKLEÁRNÍ KARDIOLOGIE

Nukleární kardiologie je radionuklidové vyšetření kardiovaskulárního systému, které využívá základní principy nukleární medicíny. Neinvazivním způsobem poskytuje informace důležité pro diagnózu, prognózu a o možném způsobu terapie kardiovaskulárních onemocnění (především ICHS). Metody, které máme k dispozici pro klinické využití, nám posuzují regionální prokrvení myokardu, funkci srdečních komor (zejména levé komory), inervaci myokardu, metabolismus myokardu a jeho viabilitu či přítomnost myokardiální nekrózy. (6) (7)

3.1 Jednofotonová emisní výpočetní tomografie

Perfuzní scintigrafie myokardu se začala používat v roce 1970 a od roku 1980 se v klinické kardiologii využívá stále častěji. Původně byla tato metoda planárním zobrazením, ale od roku 1980 byla do praxe postupně zaváděna jednofotonová emisní výpočetní tomografie (SPECT). Později byla tato technika rozšířena o synchronizované nahrávání dat pomocí EKG, díky kterému je možné posoudit nejen perfuzi, ale i funkci levé komory srdeční (LKS). SPECT myokardu hraje významnou roli nejen v diagnostice ischemické choroby srdeční, ale i v posuzování prognózy u pacientů se suspektní, nebo již koronarograficky prokázané ICHS, v detekci ischemie po koronární revaskularizaci a stanovení viabilního myokardu u pacientů s poruchou funkce levé komory srdeční a nízkou ejekční frakcí. (8) (9) (10)

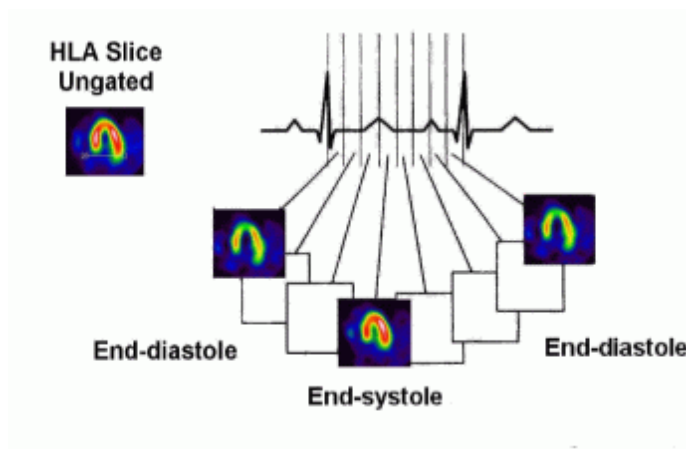
3.1.1 Získávání dat perfuze myokardu

Pro diagnostiku ICHS používá srdeční SPECT intravenózně aplikované radiofarmakum, díky kterému dokáže hodnotit regionální koronární průtok krve, zpravidla v klidu a po zátěži. Distribuce radiofarmaka je v myokardu zobrazena díky detektorům gama kamery, která se kolem pacienta otáčí ve směru rotace z pravé přední šikmé projekce (RAO 45°) do levé zadní šikmé projekce (LPO 45°). Tímto postupem je získáno 32-64 projekcí v úhlu 180° okolo pacienta. Záznam probíhá současně s EKG jako 8framový (obr. 3) nebo 16framový gating, pomocí kterého vytvoříme soubor dat v průběhu kompletního srdečního cyklu. (11) (12) (13)

V současnosti je tento tzv. gated SPECT pokládán za standart. Pomocí systolického vzrůstu hustoty impulzů je možné určit ztlušťování stěny levé komory (wall thickening index) a díky pohyblivosti v trojrozměrném modu je možné posoudit pohyblivost stěny

levé komory (wall motion). Umožňuje nám takto srovnávat end-diastolický a end-systolický objem a ejekční frakci levé komory, regionální kinetiku a posoudit možné pozátěžové zhoršení funkce levé komory. (9) (11) (13) (14)

Obrázek 3 Získávání dat současně s EKG – 8framový gated SPECT



Zdroj: <http://vyuka.i-consult.cz/kardiologie/ghtml.php?id=34>

3.1.2 Radiofarmaka používaná při perfuzním vyšetření myokardu

Do roku 1955 se datují prvotní pokusy s hodnocením perfuze za pomoci radionuklidu ^{86}Rb . Opravdový vývoj perfuzního vyšetření v nukleární kardiologii začal s objevem ^{201}Tl . Jedná se o analog kalia, který se dostává aktivním transportem sodíko-draslíkové pumpy do buněk myokardu. Ve formě chloridu se k perfuznímu vyšetření myokardu používá od 70. let. (15) (16)

^{201}Tl má pro hodnocení perfuze přijatelné biologické vlastnosti, během studie jeho farmakokinetiky bylo zjištěno, že při prvním průtoku myokardem činí jeho extrakční frakce 88 %, avšak jeho fyzikální vlastnosti nejsou optimální. I přesto, že jsou používány dávky v rozmezí 80-100 MBq, jeho dlouhý poločas rozpadu (73 hodin) způsobuje relativně vysokou radiační zátěž. Používaná nízká energie ^{201}Tl (69-83 keV) způsobuje artefakty v obrazech, z důvodu zeslabení záření v měkkých tkáních. Mezi další nevýhody řadíme rychlé vyplavování z buněk myokardu po ukončení zátěže, vysoké celotělové pozadí (v myokardu se vychytá pouze asi 4 % celkové aktivity) a také vyšší pořizovací cenu. (9) (14) (16)

Pro výše uvedené špatné fyzikální vlastnosti se dlouho hledal jiný indikátor. V roce 1991 bylo objeveno první techneciové radiofarmakum hexakis-2-metoxizobutylizonitril (MIBI, sestamibi). Jedná se o kationový lipofilní komplex, který je v porovnání s thaliem pro jeho energii (140 KeV) a krátký poločas rozpadu (6 hodin) vhodnější. Extrakční frakce

je poměrně nízká (50-60%), ale retence radiofarmaka v myokardu je lepší. Vyplavování ze srdeční svaloviny nepřesahuje 10-15 %. Pro získání kvalitnějších obrazů, které nebudou zatížené statickými fluktuacemi, lze aplikovat vyšší aktivitu. Vylučování žlučovými cestami je pro tento typ radiofarmaka jistou nevýhodou, z důvodu možného vzniku sumačních artefaktů (játra, žaludek, střeva). (16) (17)

Mezi další radiofarmaka pro vyšetření perfuze myokardu patří tetrofosmin značený techneciem ($^{99m}\text{Tc-TF}$). Má podobné vlastnosti jako $^{99m}\text{Tc-MIBI}$. Je také lipofilním kationtem s pasivním průnikem do buněk myokardu a vazbou na mitochondrie. Jeho radiační zatížení pro pacienta je také výrazně nižší než u thalia, nepřesáhne 8 mSv. Mezi jeho výhody patří velice dobré vychytávání a zadržení v srdečních buňkách, výborný vztah srdce/plíce a srdce/játra působením rychlé clearance z krevního oběhu. Aplikovaná aktivita je 700-1 000 MBq na jedno vyšetření. (16) (18)

3.1.3 Fyzická a farmakologická zátěž při vyšetření perfuze myokardu

Základní podmínkou pro opakovatelný výsledek vyšetření je správné provedení zátěže. I když perfuzní scintigrafie myokardu patří mezi sensitivní metody, je důležitý stupeň dosažené zátěže a délka jejího trvání. Po dosažení odpovídající zátěže v případě závažné stenózy koronární tepny se nejprve objeví heterogenita perfuze, při vyšším zátěžovém stupni nastává systolická porucha funkce levé komory, až poté vznikají změny ST úseku na zátěžovém elektrokardiogramu. (13)

Fyzická zátěž patří mezi nejčastější používané zátěžové metody za pomoci pohyblivého pásu (běhátka) nebo bicyklové ergometrie. Tato metoda je obdobná jako klasický EKG-zátěžový ergometrický test, musí být docílena dostatečná zátěž. Využívají se různé protokoly se zvýšenou zátěží. Obvyklý začátek je na 25-50 W a poté se zátěž postupně zvyšuje (většinou každé 2-3 minuty, záleží na výkonnosti pacienta). Během zátěže se monitoruje EKG, TK a tepová frekvence. Při dosažení vrcholu zátěže, nejlépe po překonání 85 % maximální tepové frekvence ($220 - \text{věk}$) nebo dosažení tzv. dvojproduktu 25000 (součin systolického TK a maximální tepové frekvence) se provádí aplikace radiofarmaka. Doba zátěže by neměla být kratší než 4 minuty a po aplikaci je doporučováno v zátěži pokračovat. Při aplikaci ^{99m}Tc značených preparátů 1,5-2 minuty, zatím co při aplikaci ^{201}Tl 1 minutu. Mezi kontraindikace fyzické zátěže patří nestabilní angina pectoris nebo klidová anginózní bolest, infarkt myokardu, vážná chlopenní vada, příznaky oběhového selhávání, koronární arytmie, neléčená hypertenze a A-V blokáda 2. a 3. stupně. (6) (7) (13) (19) (20)

Farmakologická zátěž je indikována u pacientů, kteří nejsou schopni fyzické zátěže (ICHDK, ortopedické problémy, amputace, cévní mozkové příhody, dušnost, nespolupracující pacient, malá trénovanost, nemožnost vysazení léčby betablokátorů) a dále u pacientů s LBBB. (6) (7) (13) (19) (20)

Působením vazodilatačních látek je průtok koronárním řečištěm až 4krát vyšší. Tyto látky používáme za účelem zvýšení hladiny adenosinu, toho lze docílit přímo i. v. aplikací adenosinu nebo aplikací dipyridamolu, který zvyšuje endogenní adenosin. Pacient nesmí užívat látky obsahující kofein a methylxanthinové deriváty, které blokují adenosinové receptory a zabraňují účinku adenosinu i dipyridamolu a to 12 hodin před vyšetřením. Mezi kontraindikace patří A-V blok 2. a 3. stupně, hypotenze a aktivní astma bronchiale. (6) (7) (13) (19) (20)

Vazodilatační látka dipyridamol působí tak, že zamezuje vychytávání adenosinu, což vede k akumulaci endogenního adenosinu a vazodilataci. Obvyklá dávka je 0,56 mg/kg hmotnosti aplikovaná i. v. infuzí během 4 minut. Zároveň lze provést i fyzickou zátěž, která je pacienty většinou dobře akceptována, ta však nevede k další dilataci koronárního řečiště. Kombinací dipyridamolu s fyzickou zátěží dochází ke snížení nežádoucích účinků, zlepšení kvality obrazů při redukci tkáňového pozadí a k možnosti provádět zátěž i u pacientů s nízkým krevním tlakem. V případě potíží lze účinek dipyridamolu zrušit pomocí 100-300 mg aminophyllinu podaného i.v. (6) (7) (13) (19) (20)

Adenosin, patřící také do vazodilatačních látek, má plazmatický poločas velmi krátký a po přerušení infuze jeho nežádoucí účinky téměř ihned odeznívají. U adenosinu se doporučuje dávka 0,14 mg/kg/min během 6 minut. Jeho působením dochází k vazodilataci koronárních tepen, která je způsobena stimulací A_{2A} receptorů na buňkách hladké svaloviny cévní stěny. Mimo to také aktivuje neselektivně i receptory A₁, A_{2B} a A₃, přičemž může docházet k objevení nežádoucích účinků (bronchospasmus, hypotenze). Z tohoto důvodu probíhá v současné době klinické zkoušení selektivních adenosinů, které selektivně stimulují jen A_{2A} receptory. (6) (7) (13) (19) (20)

Sympatikomimetikum dobutamin má pozitivně chronotropní a inotropní účinek. Jeho funkcí je zvýšit spotřebu kyslíku v myokardu s následnou vazodilatací koronárních tepen. Dávkování začíná na nízkých hodnotách (5-10 µg/kg/min) a každé 3 minuty se postupně zvyšuje až do hodnoty 40 µg/kg/min. Průběh nežádoucích účinků můžeme zrušit metoprololem (1-5 mg). Lze podat i atropin i.v. při nedostatečném nárůstu tepové frekvence a tím dosáhnout tachykardie. Mezi kontraindikace patří těsná aortální stenóza, tachyarytmie a nekorigovaná arteriální hypertenze. (6) (7) (13) (19) (20)

Kombinací farmakologické zátěže pomocí vasodilatátorů a fyzické zátěže dosáhneme snížení výskytu vedlejších účinků (hlavně arytmií a hypotenze) a získáme kvalitnější scintigrafické záznamy. Proto by k farmakologické zátěži měla být přidána přinejmenším nízká fyzická zátěž. S výjimkou u pacientů s kardiostimulací v oblasti pravé komory a u pacientů s kompletním blokem levého Tawarova raménka. Tyto nemoci mohou být příčinou nesprávně pozitivních nálezů. (6) (7) (13) (19) (20)

3.1.4 Vyšetřovací protokoly

Výběr vyšetřovacího protokolu a radiofarmaka ovlivňuje řízení celého zátěžového testu, radiační zátěž pro personál i pro pacienty a také ekonomiku pracoviště. V současnosti existuje mnoho způsobů vyšetřovacích protokolů pro zobrazení perfuze myokardu při zátěži. Každý protokol má jisté výhody a nevýhody. Výběr způsobu zobrazení záleží na velikosti a zvyklostech pracoviště, na škále vyšetřovaných pacientů atd. Vyšetřovací protokoly se dělí podle použitého radiofarmaka na:

- protokoly pro thallium
- protokoly pro techneciem značené preparáty
- kombinované protokoly $^{201}\text{Tl}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ značená radiofarmaka. (13) (16) (20)

Vyšetřovacích protokolů pro thallium je hned několik. Nejdéle používaným protokolem je protokol zátěž-redistribuce. Radiofarmaka značená techneciem nevykazují redistribuci, proto je možný pouze s thalliem. SPECT-vyšetření zahájíme 5 minut po aplikaci z důvodu rychlého vyplavování z buněk myokardu a trvá zpravidla kolem 20 minut. Pořízené scintigramy zobrazují zátěžovou distribuci krve (thallia) v myokardu. Po 4 hodinách následuje další SPECT-vyšetření, již ale bez další aplikace, při kterém se využívá fyziologické redistribuce ^{201}Tl v myokardu (z pozůstatku thallia v krvi). Výhodou tohoto protokolu je provedení zátěžového i klidového vyšetření po jediné aplikaci v jeden den. (13) (16) (20)

Dalším protokolem je protokol zátěž-redistribuce-reinjekce. U tohoto protokolu, který je modifikací protokolu předchozího, se před klidovým SPECT-vyšetřením aplikuje další injekce menšího množství ^{201}Tl (30-50 % množství aplikovaného během zátěže). Někteří pracoviště provádějí reinjekci až při podezření na patologický nález v době redistribuce. Důvodem této druhé aplikace je zabránění podhodnocení viabilního myokardu. (13) (16) (20)

Také se používá protokol klid-redistribuce. Nejprve se provede SPECT-vyšetření po podání thallia v klidu a po uplynutí několika hodin se provede další SPECT-vyšetření. Tento protokol se využívá k prokázání hibernovaného myokardu. (13) (16) (20)

Vyšetřovací protokoly pro techneciem značené preparáty rozdělujeme podle časového intervalu na dvoudenní a jednodenní. Dvoudenní protokol je pro vyšetření techneciem značenými radiofarmaky zatím nejčastější. Zátěžové a poté klidové vyšetření nemusí být prováděno ve dvou následujících dnech, jak napovídá název protokolu. Podmínkou ale zůstává to, že mezi nimi musí být minimální 24 hodinový odstup (doba potřebná pro fyzikální rozpad ^{99m}Tc). Jedinou možností, jak zabránit artefaktům vzniklým reziduální radioaktivitou z předešlého vyšetření, je časový rozdíl mezi zátěžovým a klidovým vyšetřením, jelikož radiofarmaka značená techneciem nejeví významnou redistribuci. Aplikace radiofarmaka je stejná jako u thallia. Většinou se začíná zátěžovým vyšetřením, v případě fyziologického nálezu není nutné pokračovat. SPECT záznamy se provádí 15-30 minut po aplikaci. Při vyšetření klidové perfuze se za klidových podmínek podává stejné množství radioaktivity jako u zátěžového vyšetření. Časový rozdíl mezi aplikací a SPECT-vyšetřením je 60 minut. (13) (16) (20)

Jednodenní protokol byl vytvořen a zaveden z důvodu získání výsledku kompletního vyšetření během jediného dne (v zátěži i v klidu) a zlepšení komfortu nemocného (neopakovat příchod na oddělení). Vyznačuje se podáním dvou různě velkých dávek v rozmezí 3-4 hodin. Nejprve se aplikuje 1/4 z celkového množství a poté zbylé 3/4. Množství aplikované radioaktivity je asi o 1/3 větší než u dvoudenního protokolu (1000 MBq). (13) (16) (20)

Mezi další používané protokoly řadíme tzv. kombinované protokoly. Nejčastějším protokolem je vyšetření klidové perfuze pomocí ^{201}Tl a následně vyšetření zátěžové perfuze po podání radiofarmaka značeného techneciem. Výhodou protokolu je jeho rychlost. Je ale také náročný po stránce ekonomické a neumožňuje hodnotit klidovou redistribuci ^{201}Tl pro posouzení viability myokardu. (13) (16) (20)

Druhou možností u kombinovaného protokolu je provedení nejprve zátěžového vyšetření po aplikaci radiofarmaka značeného techneciem a poté v jiný den, po podání thallia, provedení klidového vyšetření. Tento kombinovaný protokol umožňuje i využití protokolu klid-redistribuce k hodnocení viability. (13) (16) (20)

3.1.5 Hodnocení zobrazení

V současnosti je stále pro hodnocení výsledků používáno základní vizuální hodnocení depozice radiofarmaka u vzniklých tomografických řezů ve třech na sebe kolmých rovinách. K hodnocení se využívají barevné desetistupňové škály, ve kterých je každý voxel v digitálním obraze znázorněn barvou, která přesně odpovídá počtu naměřených impulzů od 0 po 100%. Při detekci perfuzní abnormality se vyšetření doplňuje klidovým perfuzním vyšetřením. Při vyhodnocování depozice radiofarmaka v myokardu při zátěži nebo v klidu jsou nálezy hodnoceny jako:

- normální perfuze
- reverzibilní defekt – ischemie
- fixní perfuze – následná jizva po infarktu myokardu. (13) (14) (21)

Nezbytné je přihlížet k rozdílnostem mezi oběma pohlavími, zejména anatomickým. U mužů často dochází ke zřetelné atenuaci záření vlivem tukové tkáně a bránice a to může být problém pro správné posouzení nálezu na spodní stěně LKS. U žen nastává výrazné zeslabení záření v oblasti přední stěny vlivem prsní tkáně. Korekci tohoto zeslabeného záření máme možnost získat srovnáním vlastního nálezu s normálovou databází, za pomoci gadoliniových zářičů, nebo za použití transmisního rentgenového záření u hybridních přístrojů s CT, popřípadě můžeme korekci doplnit vyšetřením na břicho, při kterém se atenuace nemusí inferiorně projevit vlivem odlišných anatomických poměrů. (13) (14) (21)

3.2 Pozitronová emisní tomografie

V kardiologii se pozitronová emisní tomografie používá více jak 30 let. Dříve se PET využívala pouze pro experimentální studie zaměřené na poznání metabolismu, fyziologie a patofyziologie perfuze a inervace myokardu. Klinický význam PET velice rychle stoupá z důvodu vyšší dostupnosti skenerů, hlavně tedy hybridního přístroje (PET/CT), který nám v dnešní době umožňuje získat zobrazení anatomických struktur a funkci myokardu. K zobrazení perfuze myokardu pomocí PET používáme radionuklidy $^{13}\text{N-NH}_3$, ^{82}Rb , $^{15}\text{O-H}_2\text{O}$. Ke stanovení metabolismu využíváme nejčastěji $^{18}\text{F-FDG}$ a $^{11}\text{C-acetátu}$. (22) (23)

3.2.1 Princip pozitronové emisní tomografie

PET využívá detekci γ záření, které vzniká následnou anihilací po β^+ přeměně u radionuklidů s přebytkem protonů. Fotony tohoto γ záření od sebe letí pod úhlem 180° a jsou následně detekovány. Jedná se o koincidenční snímání (dva záznamy ve stejný

okamžik). Detektory jsou umístěny po celém obvodu nehybného gantry a nerotují kolem pacientova těla. PET scanner sbírá data během akvizice ze všech projekcí současně a používá elektronickou kolimaci. Při získávání dat se nashromažďuje velké množství souřadnic koincidenčních přímk (řádově miliony). Z těchto přímkových průmětů koincidenčních míst se pomocí počítačové rekonstrukce vytvoří obrazy příčných řezů. Řezy v různých úhlech nebo 3D obrazy pak lze vytvořit z množiny transversálních řezů pomocí počítačové rekonstrukce. Detektory, které se používají při PET mají větší hustotu krystalů, než běžně používaný NaI(Tl) při SPECTu. Vyrábí se převážně na bázi lutecia, protože mají vyšší senzitivitu pro záření o vysoké E (511 keV). (24)

3.2.2 Metabolismus myokardu

Srdeční sval patří v našem těle mezi energeticky nejnáročnější tkáň. Při své činnosti spotřebuje velké množství energie, kterou získává za fyziologických podmínek převážně beta-oxidací mastných kyselin, což je náročný proces na spotřebu kyslíku. Pokud je dodávka kyslíku omezená, je větší část energie získávána z glukózy (aerobní glykolýza). Při delším trvání ischemie je aerobní proces nahrazen anaerobní glykolýzou, při které je zisk energie mnohem menší, a ischemizovaný myokard se přestává kontrahovat. Pokud tento stav trvá déle, ale je při tom zachován alespoň minimální krevní průtok, myokardiální buňka využívá zbytek energie k udržení základních metabolických procesů. Hovoříme o tzv. hibernovaném myokardu. Je to stav, kdy je myokard afunkční, ale stále viabilní. Sníží-li se krevní zásobení a průtok pod kritickou hranici, nastává nekróza a odumření buněk. Ve stavu hibernace může být myokard i několik měsíců. Tento stav je reverzibilní. Po obnovení krevního průtoku koronárním řečištěm dochází pak většinou ke zlepšení srdeční funkce. (6) (22) (25)

Pokud se obnoví srdeční perfuze po předešlé ischemii, trvá určitý čas, než se metabolické procesy v buňce restartují. Mluvíme o tzv. omráčeném myokardu, který se i po obnovení krevního průtoku ještě nestahuje. Tento stav je běžně sledován při vyšetření srdečního průtoku za pomoci hradlovaného SPECT. Na klidovém záznamu je vidět normální funkce ischemického myokardu, zatím co během zátěžové ischemie je na pozátěžovém SPECT záznamu viditelná snížená ejekční frakce a porucha motility srdeční stěny. (6) (20)

3.2.3 Viabilita myokardu

Ke stanovení viability se nejčastěji využívá vyšetření srdečního metabolismu. Pokud je větší část nefunkčního myokardu viabilní (životaschopná), je naděje na zlepšení

funkce po revaskularizaci značně vysoká, v opačném případě je pravděpodobnost zlepšení funkce myokardu po revaskularizačním zákroku menší. Pacienti s hibernovaným (dysfunkčním ale viabilním) myokardem tvoří rizikovou skupinu, u které se maligní arytmie objevují častěji, než u lidí, kteří prodělali infarkt následně zhojený jizvou. (6) (20)

Pro přímé určení viabilního myokardu se využívá radiofarmakum ^{18}F -FDG (fluorodeoxyglukoza značené ^{18}F), které je detekováno pozitronovou emisní tomografií (PET). Principem tohoto vyšetření, v oblasti špatné funkce myokardu, je zjištění stavu perfuze

a metabolismu glukózy. Pokud je v místě poškozené perfuze zachován metabolismus glukózy (akumulace FDG), jedná se o „mismatch“, který poukazuje na viabilní myokard. V případě chybějící akumulace FDG („match“) se v oblasti poškozené perfuze jedná o neviabilní myokard. (6) (20)

Viabilitu myokardu lze hodnotit také nepřímou během perfuzního vyšetření za pomoci thallia nebo $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -značených radiofarmak (tetrofosmin, MIBI). Vychází se z hypotézy, že pokud srdeční buňka akumuluje tato radiofarmaka, má integritu buněčné membrány zachovalou a musí být tedy viabilní. Provádějí se pozdní 24hodinové záznamy po podání ^{201}Tl nebo záznamy po reinjekci ^{201}Tl , či aplikace $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -značených radiofarmak po podání nitroglycerinu. (6) (20)

Přímé určení životaschopného myokardu za pomoci PET s využitím FDG je senzitivnější než nepřímý průkaz za pomoci perfuzních radiofarmak. V diagnostice viability myokardu vystupuje do popředí využití magnetické rezonance, která se, vzhledem k výbornému rozlišení, zdá být ještě přesnější. (6) (20)

3.2.4 Vyšetřovací protokoly pro stanovení viability pomocí PET

Určení viability myokardu s použitím ^{18}F -FDG navazuje nejčastěji na klidové zobrazení perfuze, nebo na zátěžový test. Pokud lze perfuzi myokardu vyšetřit za pomoci PET, porovnáváme PET perfuzi s PET metabolismem. Pro klasifikaci perfuze za pomoci PET je nejvíce rozšířeno ^{82}Rb , které je získáváno ze stronciového generátoru s trvanlivostí 4 až 5 týdnů. K jeho výrobě není tedy potřeba cyklotron. ^{82}Rb je analog kalia a z důvodu jeho velmi krátkého poločasu přeměny (76 s) můžeme opakovat vyšetření v krátkém časovém úseku. Po i.v. podání rychle proniká kapilární membránou a je extrahován z plazmy myocyty za pomoci sodíkodraslíkové-ATP pumpy. (9) (14) (22)

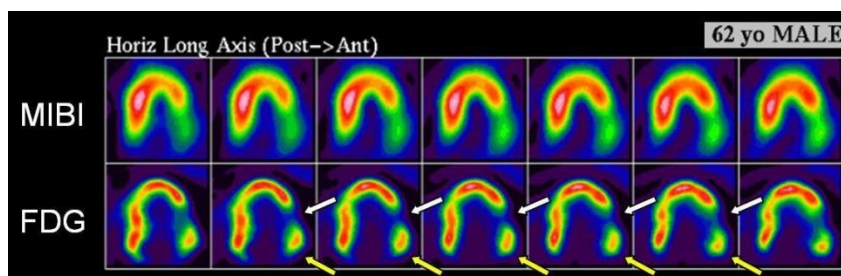
^{13}N -amoniak je další radiofarmakum, které je možné použít pro vyšetření perfuze. Do buněk myokardu difunduje volně a jeho množství v myokardu odráží regionální

perfuzi. Při zadržování uvnitř buněk je spotřebována energie. Jeho extrakce klesá s rostoucím průtokem. ^{13}N -amoniak je cyklotronový výrobek, na rozdíl od ^{18}Rb , s delším poločasem rozpadu (10 min). Kompletní vyšetřovací doba se prodlužuje až na 2 hodiny.

Pro kvantifikaci perfuze myokardu je nezbytný dynamický záznam, u kterého je možné data snímat současně s EKG. Poměrné nevýhody výše uvedených radiofarmak (nákladný stronciový generátor, krátký poločas přeměny neumožňující distribuci) by mělo překonat nové radiofarmakum ^{18}F -flurpiridaz. ^{18}F -flurpiridaz je analog pyridabenu a pojí se na mitochondriální komplex 1 s vysokou podobností. Extrakční frakce tohoto radiofarmaka je velmi vysoká (first-pass 94%). (9) (22) (23)

Místo ^{82}Rb nebo $^{13}\text{N-NH}_3$ lze použít k hodnocení perfuze myokardu alternativní metodu, kterou je vyšetření pomocí SPECT s $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ (obr.4), ^{201}Tl nebo tetrofosminem. Vzhledem k nedostupnosti uvedených radiofarmak je v nukleární kardiologii v České republice používána tato metoda. (22) (23) (26)

Obrázek 4 Porovnání perfuze SPECT-MIBI a metabolismu FDG-PET (žluté šipky-perfuzně-metabolický „mismatch“; bílé šipky- perfuzně metabolický „match“)



Zdroj: <http://pfyziollfup.upol.cz/castwiki2/?p=2739>

3.2.5 Hodnocení zobrazení

S hromaděním exogenní glukózy se shoduje akumulace $^{18}\text{F-FDG}$ a je indexem metabolismu myokardu a tím i myokardiální viability. Během porovnání metabolismu a perfuze se mohou vyskytnout tyto situace:

- přirozená akumulace FDG i přirozená perfuze – normální myokard
- zachovaná či zvýšená akumulace FDG a omezená perfuze – hibernovaný myokard
- snížená akumulace FDG a normální perfuze – omráčený myokard
- proporciální snížení perfuze i akumulace FDG – neviabilní myokard. (22) (23) (26)

4 VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE

Výpočetní tomografie (CT – computed tomography) je zobrazovací metoda založená na digitálním zpracování dat o průchodu záření vyšetřovanou vrstvou v mnoha průmětech. Tato diagnostická metoda byla vynalezena na přelomu šedesátých a sedmdesátých let 20. století. Zavedení CT znamenalo zásadní přelom v lékařském zobrazování. (24) (27)

4.1 Základní princip výpočetní tomografie

Svazek záření emitovaný rentgenkou je vycloněn do vějířovitého tvaru, jehož šíře určuje šířku vyšetřované vrstvy. Po průchodu objektem dopadá rentgenové záření na detektory, které jsou uloženy naproti rentgence na části kruhové výseče. Zaznamenané množství dopadajícího záření na zobrazovací systém je převedeno na elektrický signál a ten je následně odeslán ke zpracování do počítače. Rentgenka – detektor spolu tvoří pevně spojený systém, který se během expozice jedné vrstvy otočí kolem pacienta o 360°. Expoziční čas (doba rotace) je v rozmezí 0,5-7s. V průběhu rotace se naměří až stovky dat, ze kterých software rekonstruuje obraz vyšetřované vrstvy. Tyto obrazy vrstev jsou digitální – jsou tvořeny maticí bodů (nejčastěji 512 x 512). Míra zeslabení rentgenového záření v jednotlivých oblastech vyšetřovaného objektu je zaznamenána jako denzita v tzv. Hounsfieldových jednotkách (HU – Hounsfield unit). Stupnice denzit je rozdělena na cca 4000 stupňů (od -1000 do 3000). Záporné hodnoty HU odpovídají materiálům a tkáním s menší absorpcí záření (tuk, plíce, vzduch), hodnota 0 HU odpovídá denzitě vody a kladné hodnoty jsou u prostředí s vysokou absorpcí (kosti, měkké tkáně, rtg kontrastní látky, viz tab. 1). Denzity na jednotlivých obrazech CT skenů jsou kódovány do stupňů šedi. Vzhledem k tomu, že lidské oko je schopno rozeznat pouze 16 odstínů šedi, vybíráme si z celé denzitní škály jen určitou část (tzv. okno) s přesně určenou šíří a středem. Obrazové body mimo toto nastavené okno se pak vyobrazují jako bílé (nad horní hranici zvoleného okna) nebo černé (pod dolní hranici). Pomocí těchto oken lze tedy posoudit i velmi malé rozdíly v absorpci záření. Je používáno např. mozkové, plicní, kostní nebo břišní okno. (24) (27)

Tabulka 1 Denzita tkání

Denzita tkání	
Tkáň	Denzita v HU
vzduch	-1000
tuk	-100 až -50
voda	0
šedá hmota mozková	+37 až +45
játra	+50 až +65
kost	+700
kovy	až +3000

Zdroj: FERDA a kol, 2015 (24)

4.2 CT angiografie

CT angiografie (CTA) neboli angiografie s pomocí výpočetní tomografie je neinvazivní vyšetřovací metoda, zobrazující funkci a anatomické struktury kardiovaskulárního systému. Je založena na spirální (helikální) akvizici dat a intravenózní aplikaci kontrastní látky. Během hodnocení dat je možné zhotovit multiplanární a trojrozměrné rekonstrukce cévních struktur. První podmínkou pro zobrazení je zvýšení kontrastu cévního řečiště, protože kontrast krve a okolních tkání je při nativním CT vyšetření téměř nulový. Zvýšení kontrastu provádíme aplikací kontrastní látky intravenózně. Druhou podmínkou je při akvizici docílit dostatečného prostorového rozlišení. (28)

4.2.1 Přístrojové vybavení

K dosažení kvalitního zobrazení cévního řečiště je nutné použít nejmodernější CT přístroje. Tyto přístroje musí být schopny zachytit úplný úsek vyšetřované oblasti s perfektní distribucí aplikované kontrastní látky. Další důležité součásti kvalitního zobrazení jsou: souhra celého CT týmu, správné zavedení vhodné kanyly, technicky správné provedení vyšetření vč. podání kontrastní látky a patřičné zpracování získaných dat, které umožní stanovení přesné diagnózy. (29)

Přístroj umožňující CT angiografii, který vychází ze spirálního (helikálního) způsobu zobrazení (slip-ring technologie), je přístroj 3. generace. Jeho součástí je kroužící rentgenka, jejíž svazek záření je za pomoci kolimátorů vycloněn na tvar vějíře, a soustava detektorů (300-1000) umístěných naproti v odpovídající kruhové výšce. Čas zobrazení jednoho řezu se zkracuje pod 1s. (29)

Multidetektorové CT (MDCT) se skládá z několika prstenců detektorů umístěných v axiálním směru vedle sebe, které jsou schopny snímat několik transverzálních směrů

vedle sebe současně (vyšetření více vrstev současně). Dochází také ke zvýšení rychlosti rotace rotoru gantry (cca 0,3s/otáčku). (29)

Jednotlivé transversální řezy lze skenovat dvěma způsoby. Jedna z možností je sekvenční skenování dat (starší způsob) a druhá (novější) je spirální (helikální) skenování, které umožňuje kontinuální náběr dat po spirále. (29)

Dual source CT (DSCT) je technické zdokonalení v oblasti konstrukce přístroje, který má 2 rentgenky (dva systémy rentgenka/detektor) kolmo uložené k sobě a schopné získávat data současně. Přístroj může pracovat ve dvou základních režimech. Zajišťuje práci obou rentgenek při identickém napětí, zvyšuje rychlost vyšetření a tím zkracuje akviziční dobu (cca na 80ms). (29)

U Dual energy CT (DECT) pracují rentgenky s odlišným anodovým napětím (např. 140 a 80 kV). K dispozici je tedy možnost snímat stejnou oblast dvojí energií (DECT). Tak lze získat dva obrazy stejného místa o různé denzitě, což umožní rozlišit různé druhy ledvinových kamenů, různé druhy tkáně (kosti, tukovou tkáň, cévy atd.), určit množství distribuce kontrastní látky v myokardu atd. (29)

4.2.2 Aplikace kontrastní látky

Pro zobrazení cévního lumina je nezbytnou součástí intravenózní aplikace jodové kontrastní látky. Určitá koncentrace jodu v koronárním řečišti je nezbytná pro kvalitní hodnocení potencionálních změn. Ve vyšetřované oblasti (cévě) přímo ovlivňuje výslednou maximální denzitu. K vyšetření koronárních tepen jsou doporučovány kontrastní látky s vysokou koncentrací jodu (minimálně 350mg/ml). Důležitá součást vyšetření je rychlost aplikace. Při delším akvizičním čase je používán průtok 3-4 ml/s. U vyšetření srdce a koronárních tepen s EKG synchronizací a při krátké akviziční době je průtok navýšen až na 5-6 ml/s. Množství kontrastní látky je přibližně 100 ml při proplachu fyziologickým roztokem, pro vyšetření bez proplachu je množství 120 až 150 ml. K aplikaci kontrastní látky společně s fyziologickým roztokem je používán dvoupístový přetlakový injektor zajišťující vysokou a konstantní rychlost aplikace. Z důvodu vyšší rychlosti aplikace při CT angiografii věnčitých tepen je důležité použít nitrožilní kanyly o průsvitu 16-18 gauge. Oblasti aplikace jsou velmi často žíly na hřbetu ruky nebo v loketní jamce. Aplikace kontrastní látky má zásadní vliv na kvalitu zobrazení, proto je důležité si uvědomit, kde se vyšetřovaná céva nachází a jaké je její funkční umístění v cévním systému. (28) (30) (31)

4.2.3 Stenózy věnčitých tepen

Zúžení koronárních tepen má za následek myokardiální ischemii. Počet a rozsah stenóz nemusí být vždy důvod akutní srdeční příhody, ale s rostoucím množstvím aterosklerotických změn se pravděpodobnost výskytu zvyšuje. Z důvodu jemného průsvitu věnčitých tepen a značných pulzačních artefaktů je hodnocení bez EKG synchronizace téměř nemožné. Proto je CT angiografie věnčitých tepen prováděna jen s EKG synchronizací. Tato metoda je vhodná u asymptomatických osob žijících s kardiovaskulárním rizikem nebo u nemocných s netypickými změnami během zátěžového testu či atypickými bolestmi na hrudi. Sensitivita metody je u šestnáctiřadé sestavy kolem 90 % s menší specificitou 80 až 85%. Nemocní s typickými symptomy jsou místo CT angiografie indikováni ke klasické koronarografii. (28)

Nedílnou součástí k orientaci v srdečním systému jsou stínované VRT rekonstrukce, které nám pomáhají zobrazit oblast zájmu v koronárním řečišti. Hodnocení stenózy a charakteru plátu musí být provedeno ve dvou na sebe kolmých rovinách. Pro hodnocení závažnosti stenóz používáme tři stupně:

- nevýznamné stenózy (do 49 %),
- hemodynamicky významné (50-74 %)
- velmi významné stenózy (75-99 %). (28)

Při hodnocení sledujeme i složení aterosklerotického plátu. Především pláty s nasedajícím trombem (s denzitou kolem 40 HU) mají nerovný povrch a způsobují nestabilní anginu pectoris. (28)

Obrázek 5 Stenóza koronární tepny – 3D CTA



Zdroj:<http://www.aerztezeitung.de/img.ashx?f=/docs/2015/03/17/khk-AH.jpg&w=200>

4.2.4 Uzávěr a stenóza bypassu

Nepřítomnost kontrastní náplně v lumen je následkem uzavření bypassu, je potřeba vyloučit arteficiální nálezy z pohybových artefaktů nebo ze špatné aplikace kontrastní látky. Zúžení se vyskytují v místě proximální anastomózy či jako zalomení bypassu, v případě starého venózního bypassu se objeví pod obrazem růžencovitého lumina. (28)

O průběhu bypassu rozhoduje cílová větvě, ke které je přišitý. Podle této postižené koronární větve je také přizpůsobeno místo a směr proximální anastomózy na ascendentní aortě. Tento zákrok může být prováděn za pomoci ručně šité sutury nebo kovových svorek. Průběh venózních bypassů bývá většinou přímý. (28) (30)

Komplikací při hodnocení LIMA či RIMA bypassu je přítomnost již zmiňovaných kovových konektorů, které díky artefaktu (zesílení paprsku) mohou komplikovat hodnocení lumen. Vyšší kvalita stěny štěpu je příčinou toho, že nález stenózy tepenného bypassu je velmi málo častý. (30)

Stenóza venózního bypassu je obvykle velmi dobře identifikovatelná, mnohem obtížnější a podstatnější může být určení stupně významnosti určitého zúžení. K tomuto hodnocení je potřeba přizpůsobit orientaci multiplanární rekonstrukce či udělat cévní rozbor s virtuální disekcí. Pro měření velikosti při CTA je nutné dodržet obecné pravidlo, měření vykonat na náležitě orientované MPR. (30)

Zúžení bypassu mohou být excentrická, u některých případů ani nelze určit přítomnost kontrastní látky v místě zúžení, což nemusí znamenat jeho neprůchodnost. Stenózy způsobují vždy měkké (trombotické) hmoty a výjimečně obsahují kalcifikace. (30)

4.2.5 Akutní infarkt myokardu

Typickým projevem akutního infarktu myokardu je hypodenzní oblast tkáně, která se neplní aplikovanou kontrastní látkou. Pomocí kvantifikace objemu jodu metodou DSCT lze sníženou perfuzi určit i v časném stadiu. Společně s akutním infarktem myokardu je ve stejné oblasti také nalezeno poškození kinetiky. (30)

Netransmurální (subendokardiální) infarkt nepostihuje celou stěnu srdeční, v akutním CT obrazu lze často vidět i edém, který neumožňuje v časném stadiu rozeznat konečnou velikost budoucí jizvy. Transmurální infarkt má ostře ohraničené hypodenzní ložisko, které odpovídá uzávěru příslušné větve koronární tepny. Pacienti s infarktem myokardu a s ST elevacemi jsou urgentně směřováni na koronarografii. Naopak osoby s infarktem bez ST elevací jsou více doporučovány na CT vyšetření. (30)

4.2.6 Chronický infarkt myokardu

Projevem chronického infarktu na CT je zeslabení stěny komory. Denzita u takto postiženého myokardu výrazně kolísá. Vyšší denzitu prokazuje vyžralá jizevnatá tkáň než nevyžralá, proto má jizva velmi variabilní obraz. (30)

Významnou klinickou otázkou je u pacientů s tímto onemocněním životaschopnost (viabilita) myokardu. K určení viability je nejvhodnější kombinovat CT s funkčním zobrazením pozitronovou emisní tomografií (^{18}F – FDG – PET/CT). Viabilní srdeční buňky akumulující FDG jsou hypermetabolické a jizva je hypometabolická. Tento metabolický obraz je porovnáván s perfuzním zobrazením. Samotnou perfuzi myokardu nelze využít k hodnocení přítomnosti živých srdečních buněk, jelikož u neviabilní tkáně může prokazovat prokrvení jizevnaté oblasti. (30)

4.3 Perfuzní CT myokardu při zátěži s aplikací regadenosonu

Akvizice dat perfuzního CT myokardu při dynamickém vyšetření je velmi obtížná. Technický vývoj DSCT (dvouzdrojových CT) a WDCT (CT se širokou detektorovou sestavou) umožnil zkrácení intervalu zadržetí dechu a snížení prostorového i časového rozlišení, což je hlavním předpokladem pro využití v klinické praxi. (32)

Běžné CT klidové perfuzní vyšetření má omezený význam, tudíž je nezbytné uvést srdce do „simulované“ zátěže. Fyzická zátěž myokardu je výrazně omezena, proto se používá farmakologické navození zátěže pomocí látek způsobujících vazodilataci věnčitých tepen. Používané vazodilatační látky jsou v současné době dypiridamol, adenosin a také regadenoson (A_{2A} agonista adenosinových receptorů). Regadenoson má krátkou dobu trvání, rychlý nástup účinku a malý výskyt nežádoucích účinků (působí převážně v koronárním řečišti), proto má výrazný přínos pro zjednodušení vyšetření. (32)

Při CT zobrazení myokardu lze vyšetřovací protokol velmi variabilně nastavovat s ohledem na požadavky. Je možné kombinovat vyšetření pro CTA, určení kalciového skóre a perfuzní vyšetření (CTP) v zátěži, eventuálně v klidu. Dynamické vyšetření se provádí synchronně s EKG křivkou. (32)

Hodnotit CTP nám umožňují barevné perfuzní mapy, které nám vytvoří software z dynamického skenu. Na těchto mapách lze hodnotit nejdůležitější hodnoty pro určení perfuze, kterými jsou objem a průtok krve. Zároveň software dokáže vytvořit statické obrazy vytvořené fúzí jednotlivých skenů a také lze hodnotit kinetické smyčky v jednotlivých oblastech myokardu. Velkou výhodou kombinovaného CT protokolu je hodnocení jak kinetiky srdce, tak morfologie v podobě CTA s perfuzí. (32)

V dnešní době je CTA koronárních tepen úspěšně zavedenou metodou, u které se postupně rozšiřuje indikační spektrum. Nelze ale jednoznačně u této metody určit hemodynamickou významnost hraničních či mírně významných stenóz (40 – 70 %). Tato limitace je však řešitelná pomocí zátěžové CTP. Také CTA má podstatný přínos pro posouzení CTP ve srovnání s jinými metodami, u kterých toto kombinované hodnocení není možné. (32)

Provedení zátěžového perfuzního CT myokardu s aplikací regadenosonu dává unikátní příležitost k vytvoření nejkompexnějšího vyšetření myokardu i s příležitostí určitého nastavení podle potřeb u konkrétního pacienta. Existující výsledky velkého množství studií potvrdily vysokou přesnost určení hemodynamicky významné stenózy věnčitých tepen. Pro běžné diagnostické využití je však nezbytné ověření účelu metody v jednotlivých klinických situacích. (32)

5 MAGNETICKÁ REZONANCE

Magnetická rezonance se v lékařství začala používat od 70. let a patří mezi neinvazivní diagnostické metody. Roku 1972 Raymond Damadian doporučil použít jako tomografickou zobrazovací metodu nukleární magnetickou rezonanci (NMR). Od ní je odvozen název magnetická rezonance. MR nám zobrazuje tkáně na základě jejich změny chování v magnetickém poli a vyniká v porovnání s ostatními zobrazovacími metodami vysokým kontrastem mezi tkáněmi. Magnetická rezonance umožňuje statické i dynamické zobrazení. K posouzení srdeční stěny u nemocných s kardiomyopatiemi a ICHS slouží zejména statická zobrazení. Výtěžnost statického zobrazení lze navýšit podáním paramagnetické kontrastní látky, která se akumuluje více v patologických oblastech myokardu. Využití MR u ICHS zahrnuje diagnostiku infarktu, viability a ischemie myokardu. (24) (33) (34)

5.1 Základní princip

Princip magnetické rezonance je založen na změně chování jader atomů vodíku ve statickém a proměnném magnetickém poli. Pokud je rotující atomové jádro vloženo do konstantního magnetického pole B_0 , dojde ke srovnání vektorů magnetických polí jádra s vektory vnějšího magnetického pole. Osa (vektor) jádra bude tak rotovat kolem směru působícího magnetického pole B_0 . Tento pohyb nastane při každé změně působícího magnetického pole a trvá tak dlouho, dokud se atomové jádro v dané poloze neustálí. Pokud přestane vnější magnetické pole působit, jádro se vrací do původní klidové polohy. Když se přidá druhé transverzální (kolmo působící) pole B_T , jádro začne znovu rotovat. K udržení jader v neustálém pohybu se používá vysokofrekvenční magnetické pole, které současně rotuje v rovině XY. Velikost prvního statického magnetického pole B_0 a velikost pro transverzální magnetické pole B_T je možné měnit a tím přesně určit, která jádra budou v rezonanci. Pomocí rezonance je magnetický moment jádra překlopen o 90° do roviny XY a osa pak rotuje podle transverzálního magnetického pole. Dojde-li k odpojení transverzálního magnetického pole, jádro rotuje stále v rovině XY. Po vložení cívky do blízkosti rotujícího magnetického momentu se v ní indukuje napětí, které je následně měřeno. Stručně řečeno velikost naměřeného napětí je závislá na poloze a typu tkáně. (24) (34) (35)

5.2 Prokázání srdeční ischemie

Srdeční ischemii lze hodnotit za pomoci zátěží indukované změny v kinetice LK nebo zobrazením perfuze pomocí gadoliniové kontrastní látky. Změny kinetiky LK pomocí farmakologické zátěže dobutaminem se posuzují dynamickým záznamem. Oproti ultrazvukovému vyšetření je tato diagnostika ischemie přesnější. Během hodnocení perfuze je srdce zobrazováno ihned po i.v. podání gadoliniové kontrastní látky a to pomocí série statických zobrazení pořízených v krátkém časovém intervalu. Zdravě prokrvená srdeční tkáň se zobrazuje jako světle šedá, zatímco ischemický a ireverzibilně změněný myokard zůstávají při podání paramagnetické kontrastní látky tmavé. Zátěžové vyšetření pomocí adenosinu umožňuje přesnější diagnostiku významných stenóz v koronárním oběhu. Rozpoznání ischemie od ireverzibilních změn (jizva, nekróza) poskytuje navazující postkontrastní zobrazení. V diagnostice ischemie myokardu koreluje zobrazení perfuze magnetickou rezonancí s výsledky metod nukleární medicíny. (34)

5.3 Diagnostika infarktu myokardu

Tato metoda je založena na kumulaci gadoliniové kontrastní látky v místech náhlé nekrózy i fibrózní jizvy. Kontrastní látka se kumuluje v místě infarktového ložiska po i.v. aplikaci 10-15 minut. Pro tato ložiska je typická subendokardiální až transmurální kumulace. Hromadění gadoliniové kontrastní látky v infarktovém ložisku přesně odpovídá velikosti nekrotické tkáně zobrazené při histologickém vyšetření. U rozsáhlejších lézí je průnik paramagnetické kontrastní látky do oblasti infarktu pomalejší. Tento proces je vysvětlován poškozením mikrocirkulace ve střední části nekrózy. Během zobrazení jsou tyto části charakterizovány nízkým signálem. Praktické využití magnetické rezonance v diagnostice IM je omezeno zejména na pacienty s nejasnou systolickou poruchou LK a běžným či nedagnostickým koronarografickým nálezem. K rozlišení akutního a chronického infarktu je možné využít T2 vážené zobrazení, ukazující edém spojený s akutním poškozením. (34)

5.4 Určení viability myokardu

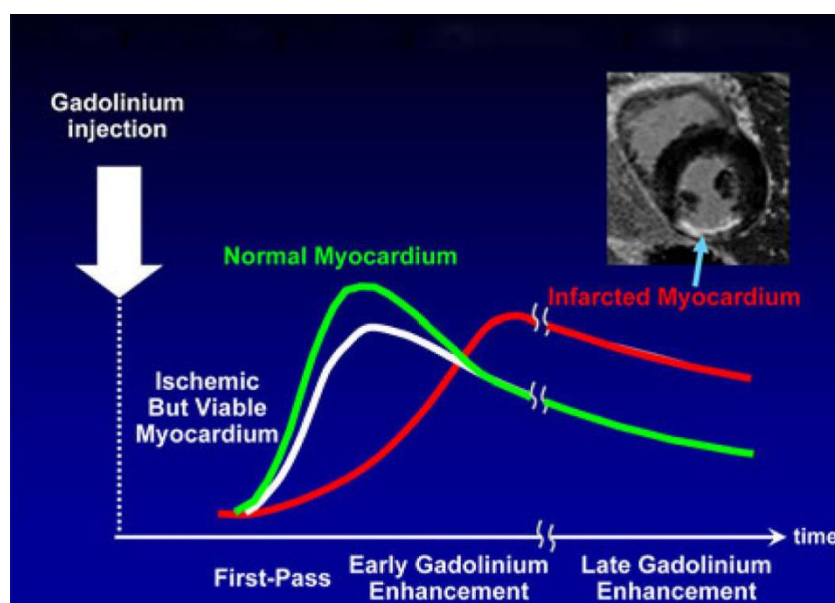
Diagnostické zobrazování viability myokardu magnetickou rezonancí se uskutečnilo před více než patnácti lety a v této oblasti je stále jednou z nejnovějších modalit ze zavedených metod. Viabilitu myokardu pomocí MR je možné hodnotit dvěma základními způsoby. Dynamickou zátěží, která je založena na průkazu kontraktilní rezervy myokardu nebo postkontrastním zobrazením, tzv. pozdním syćením. (34) (36)

5.4.1 Pozdní sycení

Princip tohoto vyšetření spočívá v zachovaném odplavení kontrastní látky. Ve viabilním myokardu je zachované vymývání gadoliniové kontrastní látky a naopak v jizevnaté, nekrotické či fibrózní tkáni kontrastní látka přetrvává. K zobrazení je použito T1 vážených sekvencí. Přitom je nezbytné zajistit saturování zvýšeného signálu zbylé gadoliniové kontrastní látky v krvi a parciální potlačení signálu ze srdeční tkáně tak, aby signál z poškozené tkáně byl dobře rozpoznatelný vůči zdravému srdci. Vyšetření je zahájeno se zpožděním 10-20 min. po i. v. podání kontrastní látky. Je tedy možné jej doplnit s odstupem po provedení perfuzního vyšetření. Distribuci bolusové injekce lze rozdělit do tří rozdílných časových úseků (obr. 6). Časné sycení gadoliniové kontrastní látky nastává ihned po podání. Čas saturačního pulzu je nastaven na vyšší hodnotu než při skenování pozdního sycení, což umožňuje diagnostiku patologických struktur, do kterých kontrastní látka v měřeném čase neproniká. (37) (38)

Obvykle se používají sekvence rychlého gradietního echa nebo FLASH-IR echa s jednotlivě navoleným inverzním časem pro vynulování signálu zdravé srdeční tkáně. Jde o podobnou techniku, jakou je potlačení signálu tekutiny a tukové tkáně. Inverzní doba je nastavena na 200 až 300 ms. Korektní nastavení inverzního času je klíčové a někdy je jeho stanovení složité, přesto se jedná o relativně robustní techniku, umožňující přímé a přesné zobrazení jizvy po srdečním infarktu. (34) (39)

Obrázek 6 Časové aspekty pozdního sycení kontrastní látky



Zdroj: Arai, 2011 (38)

Vyšetření stejnou sekvencí se také používá u různých neischemických onemocnění myokardu, kdy se nám zobrazí plnicí se okrsky u zánětlivých kardiomyopatií, dilatační kardiomyopatie, hypertrofické kardiomyopatie, amyloidózy srdce apod. Neischemické a ischemické onemocnění myokardu je možné dobře rozlišit podle charakteru pozdního sycení. Neischemický typ sycení je většinou centrální nebo difuzní, ale ischemická poškození vždy postihují myokard směrem od endotelu k epikardu. (39) (40)

6 VYUŽITÍ HYBRIDNÍCH PŘÍSTROJŮ V KARDIOLOGII

Neustálý vývoj hardwarového i softwarového vybavení diagnostických metod umožnil spojení jednotlivých modalit s vývojem hybridní PET/CT a SPECT/CT. S rostoucí dostupností hybridních přístrojů, vybavených CT s možností kvantifikace a vizualizace koronárního kalcia, se začalo kalciové skóre používat jako součást vyšetření SPECT u symptomatických pacientů. Zjištění kalcifikací přispívá k další rizikové stratifikaci v případě normálního nebo mírně abnormálního nálezu na SPECT. U pacientů s dilatací LK s obtížným rozlišením mezi ischemickou a neischemickou kardiomyopatií je informace o kalcifikaci velice přínosná. (41)

Hybridní zobrazování PET/CT v nukleární medicíně umožňuje funkční zobrazení s ohledem na anatomickou lokalizaci nálezu, proto poptávka po těchto přístrojích roste. Mimo to je CT používáno ke korekci zeslabeného záření, což je nezbytné pro kvantifikaci perfuze myokardu. Lze také zobrazit koronární anatomii pomocí CTA v integraci s metabolickým a funkčním zobrazováním myokardu pomocí PET, které společně poskytují lepší informace. Také bylo prokázáno, že PET/CT umožňuje přesnější určení významu stenóz, než obě metody odděleně. (41) (42)

PET a MR jsou založeny na odlišných technických principech. Tyto neinvazivní zobrazovací metody sledují rozdílné fyziologické a biologické procesy. V odhalení zátěžově podmíněné srdeční ischemie a hodnocení srdeční viability se vzájemně doplňují. Je tedy možné předpokládat, že hybridní přístroj PET/MR povede k vývoji nových diagnostických protokolů, které budou umožňovat objektivnější hodnocení kardiovaskulárních onemocnění a získají přesnější diagnostické informace. (43)

Zpožděné sycení kontrastní gadoliniové látky na MR prokázalo, že je možné určit místo fibrotické tkáně a jizvy a tím i určit neviabilní myokard. Postrádá však možnost kvantifikovat metabolické aktivity zbytkového viabilního myokardu. Zvýšená distribuce radiofarmaka ^{18}F -FDG v myokardu postiženém ICHS poskytuje prognostické informace nezávisle na rozsahu infarktu. To je také důvod k předpokladu, že kombinace PET a MR v posouzení viability poskytne lepší diagnostickou přesnost. (43) (44)

PRAKTICKÁ ČÁST

CÍLE PRÁCE

Jedním z cílů naší bakalářské práce je porovnání výsledků vyšetření perfuzní scintigrafie myokardu a CT angiografie koronárních tepen. Druhým cílem naší práce je porovnání výsledku vyšetření perfuzní scintigrafie myokardu a MR srdce.

VÝZKUMNÉ OTÁZKY

Stejně jako jsme zvolili dva cíle pro naši bakalářskou práci, zvolili jsme i dvě výzkumné otázky. První výzkumná otázka související s prvním cílem zní: jaké jsou výhody a nevýhody zobrazovacích metod perfuzní scintigrafie myokardu a CT angiografie koronárních tepen? Následující výzkumná otázka související s cílem druhým zní: je MR nejčastěji používanou zobrazovací metodou v diagnostice ICHS.

METODIKA VÝZKUMU

Praktická část naší bakalářské práce je zpracována pomocí kvalitativního výzkumu formou vybraných kazuistik, které obsahují lékařskou i obrazovou dokumentaci. Kazuistiky byly do výzkumu vybrány náhodně a nejsou rozlišovány podle pohlaví, či věku. Sběr dat probíhal ve Fakultní nemocnici v Plzni na Klinice zobrazovacích metod v době odborné souvislé praxe. Ke sběru dat byla potřeba vyplnit souhlas s poskytnutím informací (příloha č. 1).

7 KAZUISTIKY

Kazuistika 1

Muž, 67 let

Anamnéza pacienta

RA: Otec i matka zemřeli ve vyšším věku. Pacient má 3 děti, které jsou zdravé.

OA: Arteriální hypertenze, dyslipidemie, ICHDK, po CMP. V roce 2003 prodělán QIM, alergie na penicilin – urtika.

Operace: V roce 2003 pacient podstoupil CABG.

PA: Dříve pracoval jako řidič, v současnosti žije ve starobním důchodu.

SA: Žije s družkou.

Abusus: 10 let exkuřák, dříve kouřil, alkohol nárazově.

FA: Anopyrin, Tritace, Torvacard, Furon, Monomack, Actrapid, Pentomer

NO: 67 - letý pacient, hypertonik, diabetik s ICHS po QIM přední stěny s těžkou systolickou dysfunkcí (25%) s revaskularizací myokardu (3xCABG) a resekci aneurysmatu. Pocit zhoršování tolerance námahy ohledně dechu. Do 1. patra vyjde, ale je dušný, zastavit se nemusí. Námahové stenokardie neguje. Klidové obtíže nemá. Tlak krve 120/80.

Podstoupená vyšetření

CT koronárních bypassů a tepen 11. 4. 2013

Vyšetření bylo provedeno na dvouzdrojovém CT a po podání 80 ml neionické kontrastní látky i. v. Výstupní informace vyjádřily LIMA – RD jako volně průchodný bypass bez stenóz. Oba žilní bypassy uzavřeny. V ACD byly zjištěny vícečetné významné stenózy v distální třetině magistralní tepny. Kmen ACS bez stenóz, v RIA zjištěn výrazný sklerotický plát proximální třetiny bez významné stenózy, významná stenóza objevena v distální třetině. V RCX prokázána významná stenóza proximální a střední třetiny. Pravotyp

Závěr: Vyšetření prokázalo uzavěr obou žilních bypassů a trombus v hrotu LKS o velikosti 16 mm.

Klidová perfuzní scintigrafie myokardu 2. 5. 2013

Pacientovi bylo aplikováno radiofarmakum ^{99m}Tc – MIBI o aktivitě 993 MBq. Po aplikaci následoval scintigrafický záznam, který prokázal hodnotu sumačního skóre 38 (55,9 %) a ejekční frakci 34 %.

Závěr: Za klidových podmínek prokázány ložiskové defekty perfuze apicoanteroseptálně a inferolaterálně, které svědčí pro prodělané myokardiální léze LK. Výrazně snížená globální systolická funkce LK v klidu, hypokineza max. vyjádřena v místech perfuzních defektů.

Viabilita myokardu pomocí ¹⁸FDG PET/CT 3. 5. 2013

Pacientovi bylo aplikováno radiofarmakum ¹⁸FDG o aktivitě 314 MBq po stabilizaci glykémie pomocí insulin/20% glukózy na 6,1mmol/l. Následně za 110 min. byl proveden záznam s korekcí na atenuaci pomocí nízko dávkového CT.

Při srovnání metabolismu glukózy a klidové perfuze ze dne 2. 5. 2013 lze popsat v oblasti poruchy perfuze apicoanteroseptálně výpadek akumulace FDG

(flow/metabolismus match), naopak v inferolaterálních partiích myokardu LKS lze popsat zachovanou akumulaci FDG (flow/metabolismus mismatch). Ve zbývajících částech myokardu LK je akumulace FDG zachována a odpovídá klidové perfuzi.

Závěr: Vyšetření prokázalo diskordantní poruchu perfúze a metabolismu myokardu LK v inferolaterální oblasti odpovídající hibernujícímu myokardu, který představuje cca 20 % celkového myokardu LK. Z hlediska PET lze předpokládat zlepšení funkce LK po revaskularizaci této lokalizace.

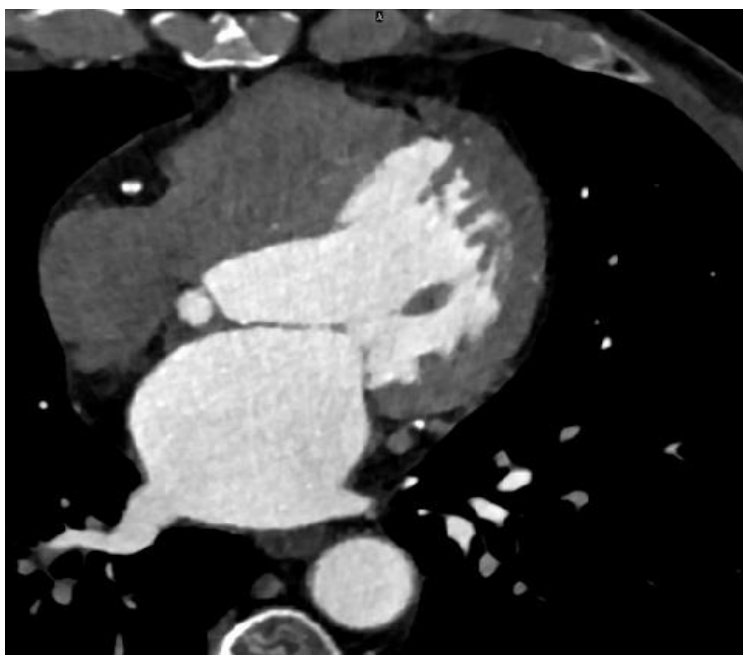
Konkordantní porucha perfúze a metabolismu myokardu LK v apicoanteroseptální oblasti odpovídá neviabilnímu myokardu, který představuje 10 – 15 % celkového myokardu LK. Z hlediska PET tedy nelze očekávat zlepšení funkce LK po event. revaskularizaci této oblasti.

Obrázek 7 Dynamické zobrazení myokardu pomocí CT



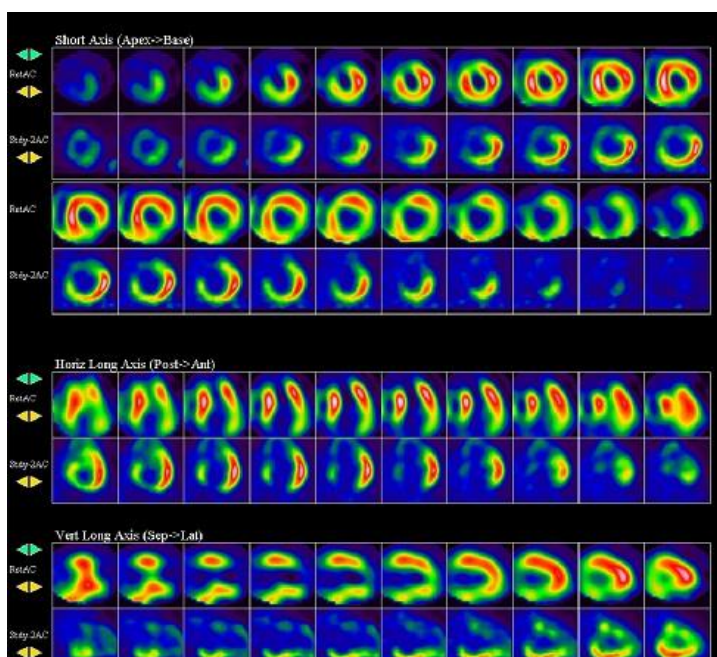
Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

Obrázek 8 CT koronárních bypassů a tepen



Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

Obrázek 9 Tomografické řezy klidové perfuzní scintigrafie a viability myokardu poukazující na poruchu perfuze a metabolismu v oblasti apicoanteroseptální a inferolaterální



Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

Kazuistika 2

Muž, 65 let

Anamnéza pacienta

RA: Otec zemřel v 70 letech, v průběhu života léčen se žlučníkem. Matka zemřela v 90 letech.

OA: ICHDK – indikován k bilaterální pánevní rekonstrukci, axonální polyneuropatie DK převažující vlevo, DM 2. typu (na dietě), hyperlipidémie, hepatopatie. Alergie neguje.

Operace: V roce 1984 CHCE, v červnu 2012 PTA pánevních tepen.

PA: Dříve pracoval jako zámečník, lakýrník, malíř, v současnosti žije ve starobním důchodu.

SA: Rozvedený, žije sám.

Abusus: Kouří rok el. cigaretu, dříve 30 cig./den od 16 let, alkohol – 3 až 4 piva denně.

FA: Tenaxum, Indap, Anopyrin, Simvastatin, Ramipril, Cavinton.

NO: Doplnění předoperačních vyšetření před plánovanou pánevní cévní rekonstrukcí. Z již provedených vyšetření (ECHO, RTG plic, zubní vyš.) nebyla zjištěna kontraindikace plánovaného výkonu. Spirometrické vyšetření s nálezem středně těžké restriktivní poruchy. Vzhledem ke kultivačnímu záchytu *S. aureus* v nose byl pacient přeléčen Pamyconem. Pacient bez subj. obtíží, udává klaudikační interval cca 70m chůze po rovině (horší na LDK). Stenokardie či námahovou dušnost nemá (je limitován DK), palpitace neguje, dyspepsie ani dysurie nemá, teplotu neměl. Při vstupním vyšetření nyní zjištěna FISI - prvně dokumentovaná. Pacient palpitace nevnímá.

Podstoupená vyšetření

Zátěžová perfuzní scintigrafie myokardu 2. 1. 2013

Pacient dle pokynů vysadil 12 h. před vyšetřením veškeré léky. Zátěž byla provedena pomocí bicyklové ergometrie. Klidová tepová frekvence před vyšetřením činila 102/min a tlak krve 135/80 mmHg. Z těchto naměřených hodnot byl vypočítán dvojnásobek, který měl hodnotu 13770. Při dosažení max. zátěže 30 W (18% předpokládané zátěže) bylo pacientovi aplikováno radiofarmakum ^{99m}Tc – MIBI o aktivitě 1 093 MBq. Doba zátěže byla 3,5 min. Naměřená maximální tepová frekvence byla 111/min., která odpovídala 64% předpokládané maximální tepové frekvenci a naměřený maximální krevní tlak činil 165/85 mmHg. Maximální dvojnásobek byl tedy 18315. Bicyklová ergometrie byla předčasně ukončena z důvodu bolesti dolních končetin a dušnosti.

Po zátěžovém vyšetření byl proveden scintigrafický záznam. Sumační skóre dosáhlo hodnoty 4 (6 % LK) a ejekční frakce LK činila 78 %.

Závěr: Při dosažení 64% max. tepové frekvence a zátěže 30 W scintigraficky neprokázána signifikantní zátěží podmíněná porucha perfuze myokardu LK. Pacient při testu limitován bolestmi DK a dušností, bolest na hrudi neměl, EKG křivka abnormní. Nejsou scintigrafické známky prodělané myokardiální léze LK. Globální systolická funkce je spíše vyšší bez poruch regionální motility.

CTA koronárních tepen se zátěžovým perfuzním vyšetřením myokardu 4. 1. 2013

CTAG koronárních tepen u pacienta před plánovanou pánevní cévní rekonstrukcí vyžádána z důvodu nevytěžné scintigrafii myokardu.

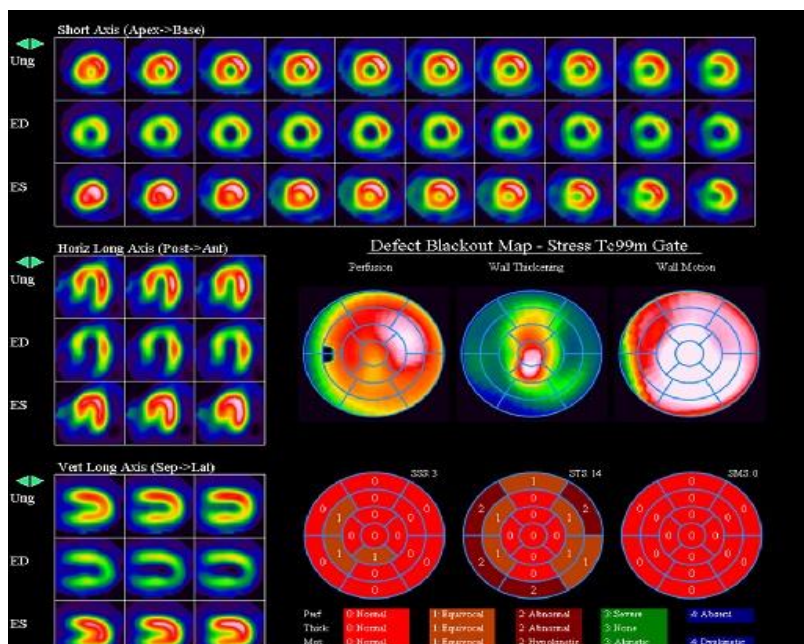
Vyšetření bylo provedeno po aplikaci 100 ml neionické jodové kontrastní látky a aplikaci 400 µg regadenosonu. TF při CTA v klidu nepravidelná (54 – 110/min.), při perfuzním vyšetření při zátěži 90 – 120/ min.

ACD: Vyšetření prokázalo významnou stenózu v odstupu a proximální třetině, tepna končí jako RMD. Nelze spolehlivě vyloučit chronický uzávěr periferie magistralní tepny. ACS: Kmen obsahuje kalcifikovaný plát způsobující morfologicky nevýznamnou stenózu. V RIA táhlý smíšený plát postihující proximální a střední třetinu magistralní tepny, dle morfologického hodnocení se jedná o hraničně významnou stenózu (kolem 50 %), hrubé nerovnosti. RCX objevena nevýznamná stenóza proximálně, max. hraniční stenóza, susp. Významná stenóza střední třetiny magistralní tepny, periferní větev zásobující spodní stěnu je velmi gracilní obtížně hodnotitelná. Levotyp či vyrovnaný typ.

Při hodnocení perfuzního zátěžového vyšetření je patrný okrsek sníženého parametru objemu i průtoku v oblasti spodní stěny a inferoseptální oblasti v bazálním a středním segmentu. Při korelaci s klidovým vyšetřením je v této oblasti patrná hypoperfuzie ovšem menšího rozsahu.

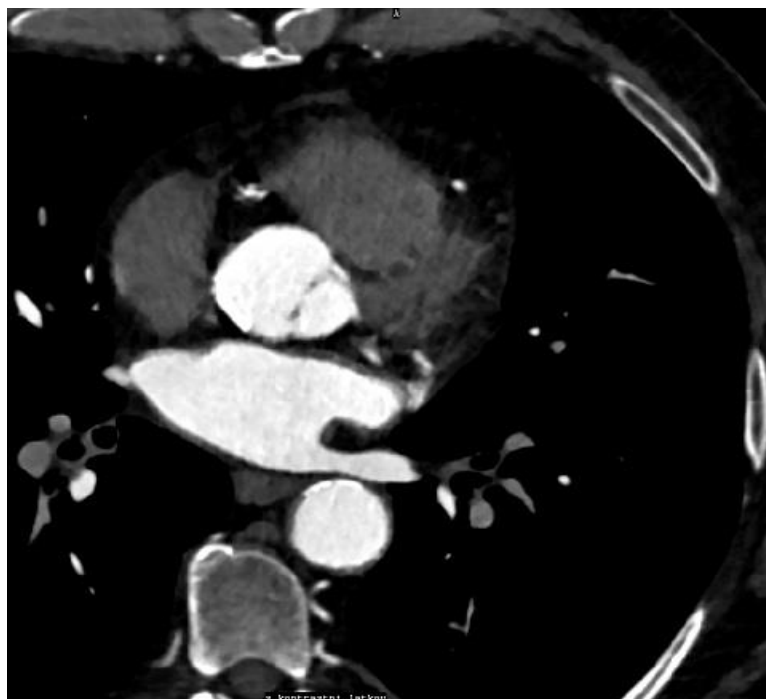
Závěr: Rozsáhlé aterosklerotické postižení koronárního řečiště, při hodnocení perfuzního vyšetření je podezření na zátěží vyvolanou hypoperfuzi části spodní stěny a inferoseptální oblasti – povodí RCX nebo ACD.

Obrázek 10 Tomografické řezy zobrazující mírně nehomogenní rozložení radiofarmaka, polární mapy znázorňující sumační skóre



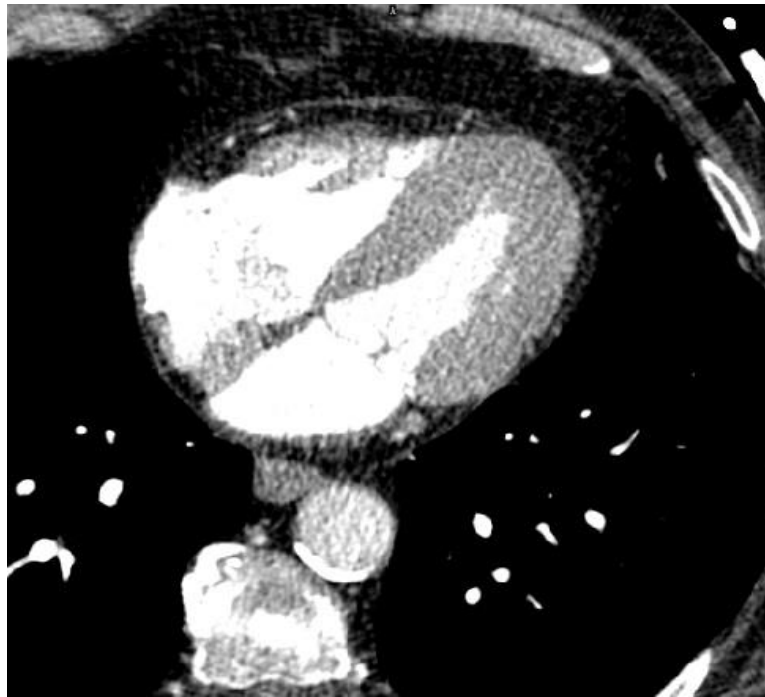
Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

Obrázek 11 CTA koronárních tepen s kontrastní látkou



Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

Obrázek 12 CT zátěžové perfuzní vyšetření myokardu pomocí regadenosonu



Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

KAZUISTIKA 3

Muž, 57 let

Anamnéza pacienta

RA: Otec zemřel v 84 letech stářím, měl DM, CMP. Matka narozena 1926 je v SD, opakované hospitalizace z důvodu srdečních slabostí. Bratr v loňském roce černý kašel, jinak zdravý. S dětmi není v kontaktu. Alergie na pyl, ovoce.

OA: Běžné dětské nemoci, od května 2010 léčená dyslipidémie, červenec 2010 kolonoskopie bez patologického nálezu.

Operace: V roce 1977 appendektomie, po operaci tříselné kýly, říjen 2010 CABG a náhrada aortální chlopně mechanickou chlopní.

PA: Pracuje jako skladník.

SA: Žije s přítelkyní.

Abusus: Od roku 2003 nekouří, dříve 40 cig./den, alkohol – přes léto 1 pivo/den.

FA: Clexane, Furon, Verospiron, Tritace,

NO: 57 – letý kardiak po CABG a náhradě aortální chlopně, warfarinizován, od ledna problémy s hemoroidy, při stolici krvácení a pálení. Kolonoskopické vyšetření do hepatické flexury, vnitřní hemoroidy IV. st., divertikly sigmatu. Indikován k operačnímu výkonu.

Podstoupená vyšetření

CTA koronárních bypassů a tepen 29. 5. 2015

Vyšetření bylo provedeno po intravenózním podání 80 ml neionické kontrastní látky.

Vyšetření prokázalo uzávěr v LIMA – RMS2, v ACD zjištěny nerovnosti. Kmen ACS bez stenózy, v RIA je patrný krátký myokardiální můstek ve střední třetině způsobující mírné zúžení tepny s náznakem prestenotického rozšíření, jinka prakticky bez postižení, RCX má hrubé nerovnosti, uzávěr RMS. Pravotyp.

Závěr: Uzávěr bypassuna RMS2. Myokardiální můstek RIA, bez jednoznačně morfologicky významné stenózy – vzhledem k určité změně morfologického nálezu však dop. zvážit opakování zátěžové scintigrafie.

Zátěžová perfuzní scintigrafie myokardu 24. 6. 2015

Pacient dle pokynů vysadil 12 h. před vyšetřením veškeré léky. Zátěž byla provedena pomocí bicyklové ergometrie. Klidová tepová frekvence před vyšetřením činila 77/min a tlak krve 140/80 mmHg. Z těchto naměřených hodnot byl vypočítán dvojprodukt, který měl hodnotu 10780. Při dosažení max. zátěže 110 W (62% předpokládané zátěže) bylo pacientovi aplikováno radiofarmakum ^{99m}Tc – MIBI o aktivitě 625 MBq. Doba zátěže byla 5 min. Naměřená maximální tepová frekvence byla 131/min., která odpovídala 74% předpokládané maximální tepové frekvenci a naměřený maximální krevní tlak činil 170/80 mmHg. Maximální dvojprodukt byl tedy 22270. Bicyklová ergometrie byla ukončena z důvodu celkového vyčerpání a svalové únavě DK.

Po zátěžovém vyšetření následoval scintigrafický záznam, který zaznamenal hodnotu sumačního skóre 0 a ejekční frakci LK 51%.

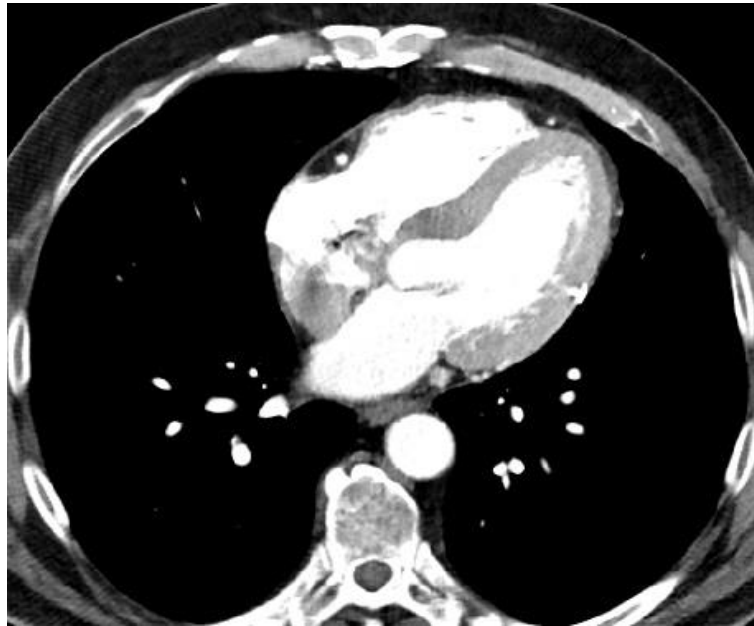
Klidová perfuzní scintigrafie myokardu 10. 7. 2015

Pacientovi bylo aplikováno radiofarmakum ^{99m}Tc – MIBI o aktivitě 727 MBq. Poté následoval scintigrafický záznam, který stanovil hodnotu sumačního skóre 0 a ejekční frakci LK 53 %.

Závěr zátěžové a klidové perfuzní scintigrafie myokardu: Při dosažení 74 % max. tepové frekvence a zátěže 110 W scintigraficky neprokázána zátěžově podmíněná porucha perfuze myokardu LK. Patrná drobná fixní porucha perfuze v oblasti hrotu, která může svědčit pro prodělanou myokardiální lézi LK. Při min. vyš. z 5. 12. 2011 byla

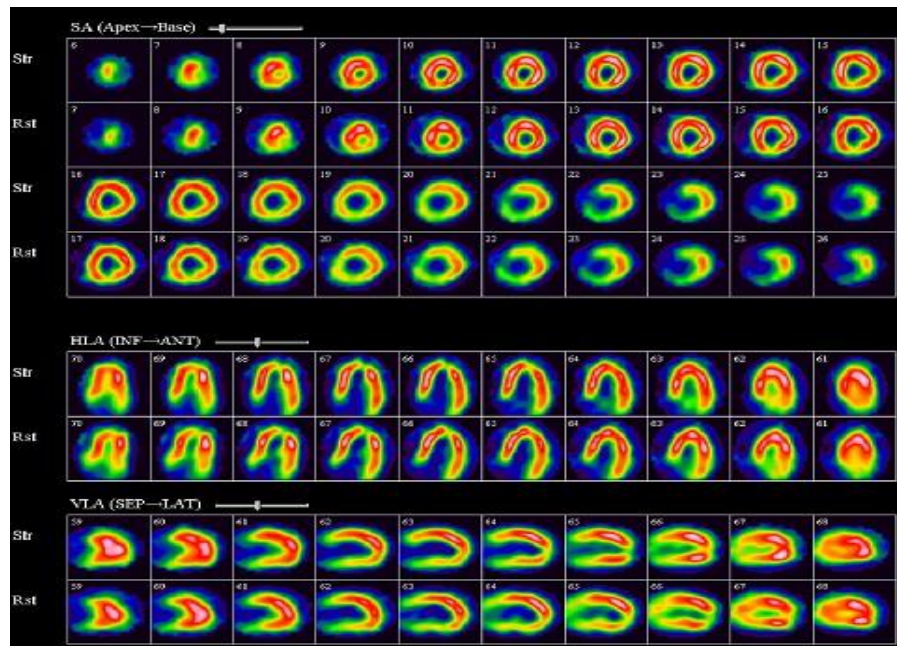
porucha perfuze apikálně patrná pouze na zátěžovém vyšetření. Lehce snížená globální systolická funkce LK s hypokinezou septa po zátěži i v klidu.

Obrázek 13 CTA koronárních tepen s kontrastní látkou



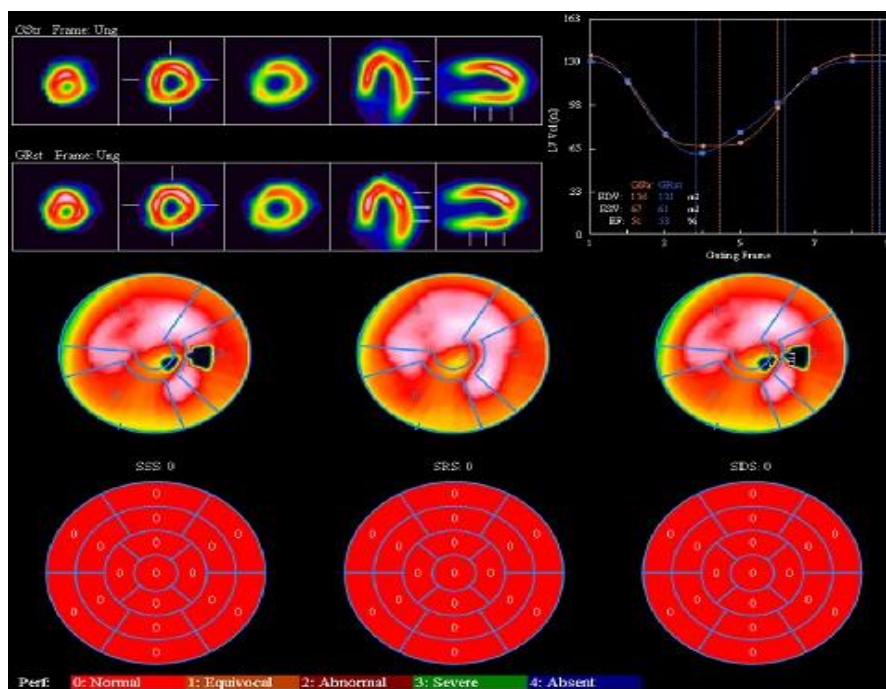
Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

Obrázek 14 Tomografické řezy zátěžové a klidové perfuze zobrazující deficit aktivity v oblasti hrotu



Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

Obrázek 15 Polární mapy vykazující patrný deficit v oblasti hrotu a sumační skóre s hodnotou 0



Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

Kazuistika 4

Žena, 63 let

Anamnéza pacienta

RA: Otec zemřel na rakovinu prostaty, matka zemřela na selhání srdce. Pacientka má 2 sestry, obě zdravé a 4 děti, taky zdravé.

OA: Běžné dětské nemoci, lehká diastolická dysfunkce s normální kinetikou, arteriální hypertenze, v roce 2007 CMP.

Operace: V roce 1984 operace střev pro ileus.

PA: Dříve manuální práce – u stroje, dnes žije ve starobním důchodě.

SA: Žije s manželem.

Abusus: Dříve 10-20 cigaret denně, dnes 1-2, 1-2x denně černá káva, alkohol nepije.

FA: Losartan, Sertralin, Calcichew, Vigantol, Ortanol, Mycomax.

NO: : 63 letá pacientka byla přivezena na CP 17. 8. 2015 pro cca 2 týdenní anamnézu pálivých bolestí na prsou měnlivé intenzity. Bolesti chvílemi líčí jako anginózní s propagací do LHK i krku. Dnes ráno zintenzivnění potíží, navíc prekolapsové stavy, dokonaná synkopa nebyla. Při přijetí na CP dehydrovaná, podána volumexpanze se subj.

úlevou. Bolest na hrudi v čas přijetí na lůžka ustupuje. Aktuálně se dýchá dobře. Hlavní obtíží jsou chronické bolesti zad. Krvácení nejuje. Zánětlivé symptomy nemá.

Podstoupená vyšetření

MR srdce 28. 1. 2015

MRI srdce bylo vyžádáno u pacientky se systémovou skledermií z důvodu posouzení ev. postižení v rámci syst. onemocnění.

Vyšetření srdce MR bylo provedeno nativně a postkontrastně.

Závěr: Vyšetření odhalilo normální velikost srdečních oddílů, dobrou kinetiku a systolickou funkci LKS. Bez průkazu přímého postižení myokardu.

Zátěžová perfuzní scintigrafie myokardu 20. 8. 2015

Pacientka dle pokynů vysadila 12 h. před vyšetřením veškeré léky. Zátěž byla provedena pomocí bicyklové ergometrie. Klidová tepová frekvence před vyšetřením činila 94/min a tlak krve 90/70 mmHg. Z těchto naměřených hodnot byl vypočítán dvojsoučin, který měl hodnotu 8460. Při dosažení max. zátěže 60 W (61% předpokládané zátěže) bylo pacientce aplikováno radiofarmakum ^{99m}Tc – MIBI o aktivitě 745 MBq. Doba zátěže byla 4 min. Naměřená maximální tepová frekvence byla 121/min., která odpovídala 77% předpokládané maximální tepové frekvenci a naměřený maximální krevní tlak činil 180/100 mmHg. Maximální dvojsoučin byl tedy 21780. Bicyklová ergometrie byla ukončena z důvodu celkového vyčerpání a svalové únavě DK.

Po zátěžovém vyšetření následoval scintigrafický záznam, který zaznamenal hodnotu sumačního skóre 5 a ejekční frakci LK 73%.

Klidová perfuzní scintigrafie myokardu 21. 8. 2015

Pacientce bylo aplikováno radiofarmakum ^{99m}Tc – MIBI o aktivitě 733 MBq. Poté následoval scintigrafický záznam, který stanovil hodnotu sumačního skóre 3 a ejekční frakci LK 68 %.

Závěr zátěžové a klidové perfuzní scintigrafie myokardu: Při dosažení 77 % max. tepové frekvence a zátěže 60 W scintigraficky prokázána nepříliš výrazná zátěžově podmíněná porucha perfuze inferiorně v rozsahu hrotových a středních řezů, která postihuje 3 % myokardu LK. Není patrná fixní porucha perfuze, která by svědčila pro prodělanou myokardiální lézi LK. Normální globální systolická funkce LK bez poruch regionální motility. Vzhledem k vstupnímu TK 90/70 mmHg nelze provést farmakologickou zátěž, pacientka zatížena fyzicky do subj. Maxima. Zátěžový test hodnocen jako subj. pozitivní, obj. negativní.

PET/CT trupu 7. 9. 2015

Pacientka opakovaně vyšetřena pro susp. systémovou sklerodermii, která se z vývoje onem. nepotvrdila. Dále provedeno MR srdce, kolonoskopie, EMG vyš. Pacientka dále kachektizuje, došlo ke komplikující kandidoze a vylučován během hosp. akut. koron. sy. S ohledme na dg. rozpaky je žádáno PET/CT trupu.

PET záznam proveden 60 min. po aplikaci ^{18}F FDG o aktivitě 131 MBq. Glykémie před aplikací činila 4,7 mmol/l. CT záznam proveden po perorálním podání 1 litru 2,5 % roztoku manitolu a 60 ml neionické jodové kontrastní látky. Vyšetření provedeno dvoufázově v rozsahu od baze lební až po oblast třísel za použití PET/CT. Pacientka 30 min. po i. v. aplikaci kontrastní látky nejevila známky alergické reakce a byla propuštěna z oddělení.

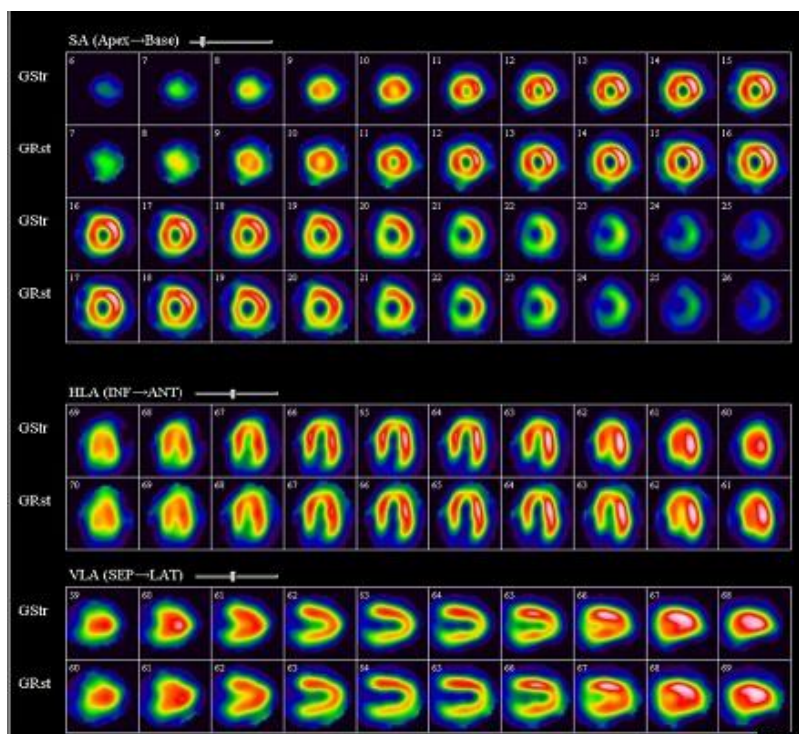
Závěr: Bez přesvědčivých zn. FDG akumulující viabilní neoplazie v rozsahu vyšetření.

Obrázek 16 MR srdce - bez průkazu přímého postižení



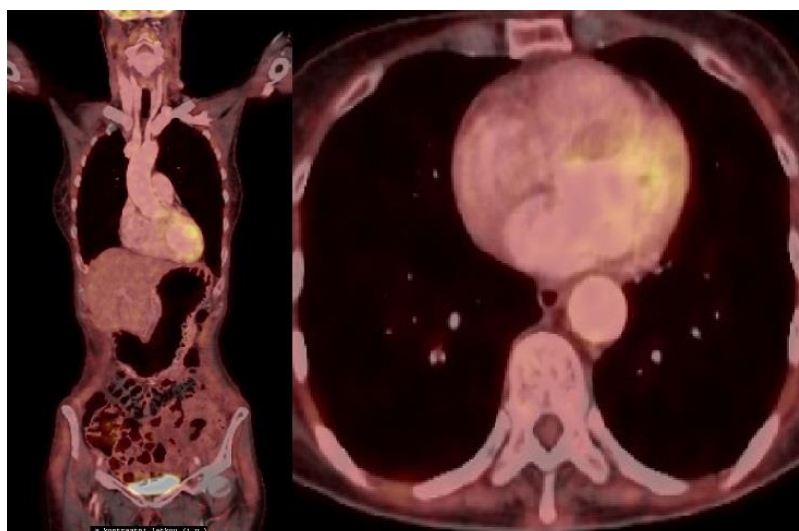
Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

Obrázek 17 Tomografické řezy zátěžové a klidové perfuze zobrazující patrný deficit aktivity nad spodní stěnou



Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

Obrázek 18 Celotělové PET/CT trupu, akumulace ^{18}F FDG v myokardu



Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

Kazuistika 5

Muž, 63 let

RA: Otec i bratr měli revmatickou horečku.

OA: Běžné dětské nemoci, chronické myeloproliferativní onemocnění typu esenciální trombocytémie ve sledování hematologů FN, léčí se s vysokým tlakem a cholesterolem, r. 2010 kontuze břicha, alergie – svědivka po Trombexu (na kotnících).

Operace: Robotická prostatektomie pro Ca, operace levé ledviny pro Ca, appendektomie.

PA: Technik.

SA: Žije s manželkou.

Abusus: Od mládí kouří – 5 cigaret denně, alkohol nejuje, pije kávu 2-3x denně.

FA: Atoris, Cynt, Thromboreductin, Gingio.

NO: 63 letý pacient nejuje jakékoliv potíže - dušnost, bolesti na prsou, palpitace, klaudikace. K vyšetřování nemocného došlo kvůli předoperační přípravě k operaci oka, měl EKG změny apikolaterálně, nebyl prokázán akutní koronární syndrom ambulantně ale pozitivní kombinovaná scinti myokardu, dle echo není uvedena porucha kinetiky patrná.

Podstoupená vyšetření

Zátěžová perfuzní scintigrafie myokardu 15. 2. 2012

Pacient dle pokynů vysadil 12 h. před vyšetřením veškeré léky. Zátěž byla provedena pomocí bicyklové ergometrie. Klidová tepová frekvence před vyšetřením činila 87/min a tlak krve 140/80 mmHg. Z těchto naměřených hodnot byl vypočítán dvojnásobek, který měl hodnotu 12180. Při dosažení max. zátěže 110 W (70% předpokládané zátěže) bylo pacientovi aplikováno radiofarmakum ^{99m}Tc – MIBI o aktivitě 974 MBq. Doba zátěže byla 5 min. Naměřená maximální tepová frekvence byla 140/min., která odpovídala 80% předpokládané maximální tepové frekvenci a naměřený maximální krevní tlak činil 180/80 mmHg. Maximální dvojnásobek byl tedy 25200. Bicyklová ergometrie byla ukončena z důvodu mírné dušnosti a svalové únavě DK.

Po zátěžovém vyšetření následoval scintigrafický záznam, který zaznamenal hodnotu sumačního skóre 12 a ejekční frakci LK 61%.

Klidová perfuzní scintigrafie myokardu 16. 2. 2012

Pacientovi bylo aplikováno radiofarmakum ^{99m}Tc – MIBI o aktivitě 934 MBq. Poté následoval scintigrafický záznam, který stanovil hodnotu sumačního skóre 6 a ejekční frakci LK 67 %.

Závěr zátěžové a klidové perfuzní scintigrafie myokardu: Při dosažení 80 % max. tepové frekvence a zátěže 110 W scintigraficky prokázána porucha perfuze apicoinferiorně svědčící pro prodělanou myokardiální lézi ("jizvu") LKS, která vykazuje pouze minimální lem přídatné zátěžové ischemie. Významnější zátěžově podmíněnou poruchu perfuze myokardu LKS neprokazujeme.

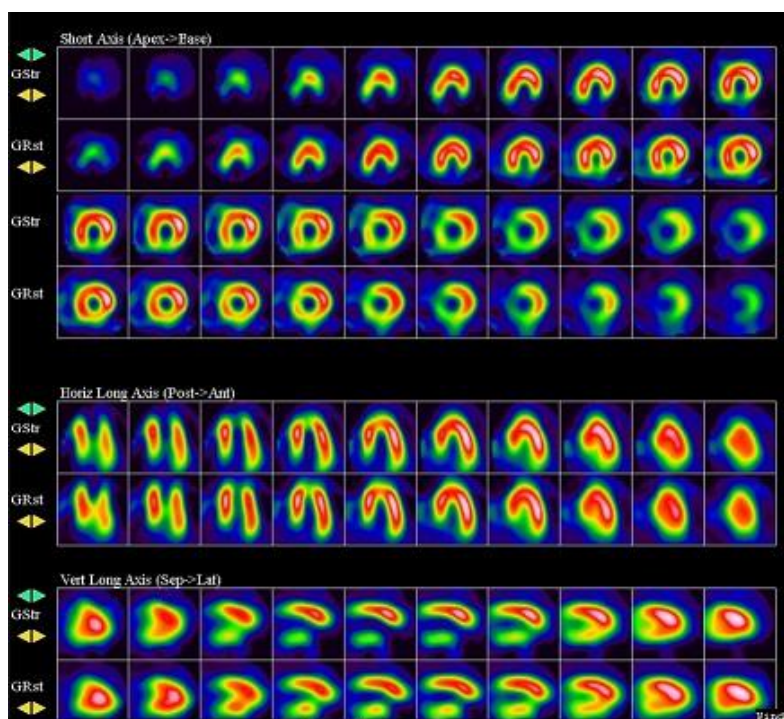
Normální globální systolická funkce LK, poměrně výrazně pozátěžově se prohlubující akineza apicoinferiorně.

MR srdce se zaměřením na viabilitu 23. 5. 2012

Vyšetření srdce pomocí MR bylo provedeno nativně a postkontrastně.

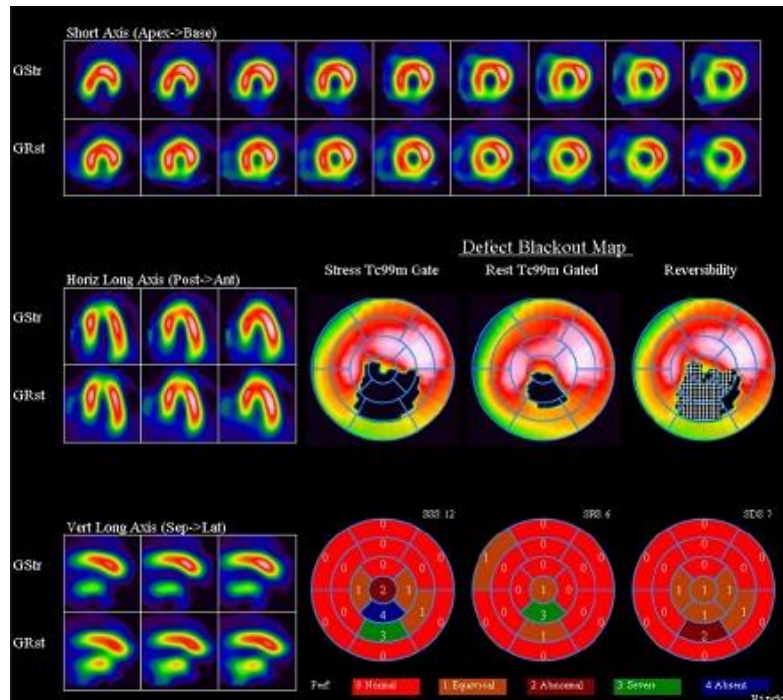
Závěr: Kinetika a funkční vyšetření – ve hrotové části LK je přítomné aneuryzma vel. cca 35 x 25 x 25 mm s objemným trombem ve vrstvě 20 mm, EF 50%, kinetika mimo hrotu aneuryzma dobrá, bez známek mitrální či aortální vady. Perfúzní vyšetření – hypoperfuze ve hrotové části LK v rozsahu aneuryzmatu. Pozdní sycení - transmurální jizva v rozsahu aneuryzmatu.

Obrázek 19 Tomografické řezy zátěžové a klidové perfuze zobrazující patrný deficit aktivity apicoinferiorně



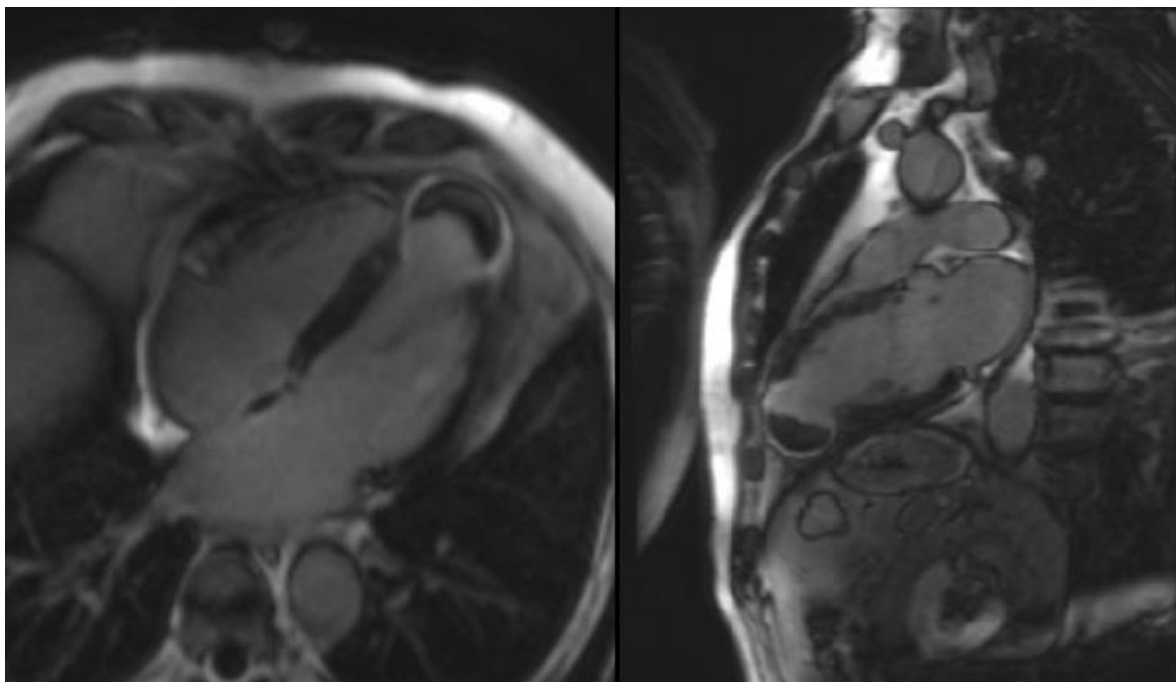
Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

Obrázek 20 Tomografické řezy zobrazující mírně nehomogenní rozložení radiofarmaka, polární mapy znázorňující sumační skóre



Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

Obrázek 21 MR srdce - tomografické řezy zobrazující aneurysma v hrotové části LKS



Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

8 DISKUZE

Do praktické části naší bakalářské práce jsme vybrali pět pacientů, kteří podstoupili vyšetření perfuzní scintigrafie myokardu, z toho jeden pacient podstoupil CTA koronárních tepen a vyšetření viability myokardu pomocí PET, dva pacienti podstoupili CT angiografii koronárních tepen a u zbývajících dvou pacientů bylo provedeno vyšetření srdce pomocí MR.

Jako první cíl naší práce jsme zvolili porovnání výsledků vyšetření perfuzní scintigrafie myokardu a CT angiografie koronárních tepen. K tomuto cíli je vázána první výzkumná otázka: jaké jsou výhody a nevýhody zobrazovacích metod perfuzní scintigrafie myokardu a CT angiografie koronárních tepen?

Vyšetření koronární cirkulace pomocí CT angiografie se používá ke zjištění přítomnosti stenózy nebo uzávěru příslušných koronárních tepen nebo bypassů pro danou oblast myokardu. Tímto vyšetřením už ale nelze přesně zjistit rozsah poškozeného myokardu z důvodu ischémie. Proto je vhodné CT angiografické vyšetření dále doplnit zátěžovou a případně klidovou perfuzní scintigrafií myokardu pomocí SPECT. Tato diagnostická zobrazovací metoda přesně stanoví rozsah defektu perfuze dané oblasti myokardu a tím může potvrdit nebo vyloučit prodělaný infarkt myokardu. Dalším indikovaným, případně doplňujícím vyšetřením je viabilita myokardu pomocí PET/CT, jehož výhodou, oproti předchozím metodám, je schopnost získat metabolické a morfologické informace v jednotlivých tomografických řezech myokardu. Pomocí tohoto vyšetření lze zjistit, zda následný postup revaskularizace povede ke zlepšení funkce myokardu či nikoliv.

Druhým cílem naší práce je porovnání výsledků vyšetření perfuzní scintigrafie a MR srdce. Výzkumná otázka k tomuto cíli zní: je MR nejčastěji používanou zobrazovací metodou v diagnostice ICHS.

MR je další diagnostickou zobrazovací metodou používanou k vyšetření myokardu, poskytující zejména morfologické informace. Zobrazuje tkáň na základě jejich změny chování v magnetickém poli a vyniká v porovnání s ostatními zobrazovacími metodami vysokým kontrastem mezi tkáněmi. Mezi výhody patří i to, že při vyšetření MR není pacient vystaven radiační zátěži. Ale podobně jako u vyšetření CT angiografie, nelze pomocí MR přesně zjistit rozsah poškození myokardu z důvodu ischémie. V diagnostice ICHS a rozsahu poškození srdeční svaloviny je více používána zobrazovací metoda perfuzní scintigrafie SPECT, která je většinou doplněna CT angiografií koronárních tepen a bypassů než MR. I přesto, že vyšetření perfuze MR koreluje s metodami nukleární

medicíny, je tato zobrazovací metoda spíše častěji indikována pacientům, u kterých je podezření na zánětlivé onemocnění myokardu (myokarditidu).

První pacient byl přijat s diagnózou arteriální hypertenze, chronickou ICHS a těžkou systol. dysfunkcí k provedení SKG. Dříve mu byla provedena revaskularizace myokardu pomocí bypassu. Pacient podstoupil CT angiografii koronárních bypassů a tepen, při které byl zjištěn uzávěr obou žilních bypassů a trombus v hrotu LKS. Poté pacient podstoupil vyšetření klidové perfuzní scintigrafie doplněné PET/CT, u které se stanovila viabilita myokardu. Z hlediska PET lze předpokládat zlepšení funkce LK po revaskularizaci poškozené oblasti.

U druhého pacienta s arteriální hypertenzí, obezitou a DM 2. typu na dietě byla vyžádána zátěžová perfuzní scintigrafie v rámci předoperačního vyšetření, která neprokázala signifikantně zátěží podmíněnou poruchu perfuze myokardu LK. Z důvodu nedostatečné zátěže je test subj. i obj. abnormní. Proto byla zátěžová perfuzní scintigrafie doplněna CT angiografií koronárních tepen a zátěžovým perfuzním vyšetřením pomocí regadenosonu. Vyšetření prokázalo rozsáhlé aterosklerotické postižení a podezření na zátěží vyvolanou hypoperfuzi části spodní stěny a inferoseptální oblasti. Pacient doporučen k SKG.

V případě třetího pacienta s dyslipidemií, obezitou a ICHS po CABG a náhradě aortální chlopně byla z důvodu oprese na hrudi při námaze provedena CT angiografie koronárních tepen. Toto vyšetření prokázalo uzávěr bypassu na RMS2. Vzhledem k určité změně morfologického nálezu je doporučeno zvážit zátěžovou scintigrafii. Zátěžová a klidová perfuzní scintigrafie prokázala patrnou fixní poruchu perfuze v oblasti hrotu, která může svědčit pro prodělanou myokardiální lézi. V porovnání s min. vyš. z listopadu 2011 byla porucha perfuze apikálně patrná pouze na zátěžovém vyšetření.

Čtvrtá pacientka s arteriální hypertenzí systémovou sklerodermií a lehkou diastolickou dysfunkcí byla přijata pro susp. akutní koron. syndrom. Již dříve podstoupila MR srdce z důvodu posouzení ev. postižení v rámci syst. onemocnění. Vyšetřením se zjistila normální velikost srdečních oddílů, dobrá kinetika a systolická funkce LK. Po přijetí na kardiologické oddělení bylo provedeno koronarografické vyšetření, které bylo doplněno zátěžovou a klidovou perfuzní scintografií, u které byla scintigraficky prokázána

nepříliš výrazná zátěžově podmíněna porucha perfuze inferiorně v rozsahu hrotových a středních řezů, která postihuje cca 3% myokardu LK. Pacientka opakovaně vyšetřena pro susp. systémovou sklerodermii, která se z vývoje onem. nepotvrdila. Podstoupila PET/CT trupu z důvodu kachektizace, které bylo bez přesvědčivých zn. FDG akumulující viabilní neoplazie v rozsahu vyšetření. Výrazná akumulace FDG prokázána v myokardu, perikard bez výpotku.

U pátého pacienta s arteriální hypertenzí a vysokým cholesterolem byla indikována zátěžová a klidová perfuzní scintigrafie myokardu, která scintigraficky prokázala poruchu perfuze apicoinferiorně svědčící pro prodělanou myokardiální lézi. Dále byla provedena SKG na koronarografickém oddělení, po které byl indikován konzervativní postup. Po třech měsících se pacient podrobil vyšetření srdce MR, které prokázalo aneuryzma a hypoperfuzi ve hrotové části s objemným trombem a transmurální jizvu v rozsahu aneuryzmatu.

Z metodik nukleární medicíny nejvyužívanějších pro diagnostiku v kardiologické praxi jsou zátěžová, klidová perfuzní scintigrafie myokardu pomocí SPECT a stanovení viability myokardu pomocí PET. Jak můžeme vidět, tyto metody jsou velice často doplňovány CT angiografií koronárních tepen a bypassů, než vyšetřením srdce MR.

ZÁVĚR

Naše bakalářská práce, jejíž téma zní „*Perfuzní scintigrafie myokardu LKS v korelaci s výsledky CT a MR vyšetřením srdce*“ je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V této práci jsme se snažili popsat určité metodiky nukleární kardiologie, CT angiografii koronárních tepen a vyšetření srdce pomocí MR.

Teoretická část obsahuje stručný popis anatomie srdce, koronárních cév a ischemické choroby srdeční. Dále obsahuje obecný popis výše zmíněných zobrazovacích metod. Z oboru nukleární medicíny jsou to vyšetření perfuzní scintigrafie myokardu SPECT a viabilita myokardu pomocí PET.

Praktická část obsahuje zvolené cíle naší práce společně s vytvořenými výzkumnými otázkami. Následuje metodika výzkumu, u které je popsán sběr dat. Dále praktická část obsahuje celkem pět vybraných kazuistik, které obsahují lékařskou i obrazovou dokumentaci podstoupených vyšetření. U těchto kazuistik jsme se zaměřili na souvislost vyšetření perfuzní scintigrafie myokardu s CT angiografií, viabilitou myokardu na PET a s vyšetřením srdce MR.

Každá z výše uvedených zobrazovacích metod (SPECT, CT, MR) má u vyšetření myokardu své zastoupení. K prokázání přítomnosti ischemické choroby srdeční je nejvhodnější perfuzní scintigrafie myokardu pomocí SPECT. V současnosti je nejvíce používanou metodou nukleární kardiologie. Umožňuje posoudit nejenom defekt perfuze, ale i funkční parametry jako enddiastolický objem a ejekční frakci LKS. Tato metoda je často doplňována CT, která je nejvhodnější k zobrazení koronárních tepen. Ať už se jedná o zobrazení stenóz, uzávěrů bypassů nebo o určení kalciového skóre. V diagnostice zánětlivého poškození myokardu je nejvhodnější zobrazovací metodou MR, která vyniká v porovnání s ostatními metodami vysokým kontrastem mezi jednotlivými tkáněmi a poskytuje výborné morfologické informace.

Nejen SPECT, ale i CT a MR je v současnosti možné vyšetřit a posoudit prokrvení srdeční svaloviny. U CT je to perfuze za pomoci dynamického skenování, jež je možné kombinovat se zátěží adenosinem, u vyšetření MR se jedná o běžné zobrazení, které je součástí postkontrastního zobrazení.

Na základě získaných informací z odborné literatury, zpracovaných kazuistik a postřehů z odborné praxe lze říci, že perfuzní scintigrafie myokardu je v nukleární kardiologii důležitou a nejpoužívanější zobrazovací metodou v diagnostice ICHS.

LITERATURA A PRAMENY

1. **ČIHÁK, R.** *Anatomie 3.* 2. upr. a dopl. vyd. Praha : Grada, 2004. str. 673. ISBN 80-247-1132-x.
2. **MAČÁK, J. a MAČÁKOVÁ, J.** *Patologie.* 1. vyd. Praha : Grada, 2004. str. 347. ISBN 8024707853.
3. **FAKAN, F.** *Přehled patologie pro bakalářské zdravotnické obory.* 1. vyd. Praha : Univerzita Karlova, 2005. str. 112. ISBN 802461054x.
4. **ŠTEFÁNEK, J.** ischemicka-choroba-srdecni. *stefajir.cz.* [Online] [Citace: 26. Leden 2016.] <http://www.stefajir.cz/?q=ischemicka-choroba-srdecni>.
5. **LUKL, J.** *Klinická kardiologie: stručně.* Olomouc : Univerzita Palackého, 2004. str. 270. ISBN 8024408767.
6. **KUPKA, K., KUBINY, J. a ŠÁMAL, M.** *Nukleární medicína.* 1. vyd. Praha : P3K, 2007. str. 185. ISBN 978-80-903584-9-2.
7. **MYSLIVEČEK, M., HUŠÁK, V. a KORANDA, P.** *Nukleární medicína I.* 1. vyd. Olomouc : Univerzita Palackého, 1995. str. 123. ISBN 80-7067-511-x.
8. **UNDERWOODS, SR., ANAGNOSTOPOULOS, C. a CERQUEIRA, M.** Myocardial perfusion scintigraphy: the evidence. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging.* 2, 31. Feb. 2004, stránky 261-91.
9. **BUDÍKOVÁ, M.** *Zobrazování myokardu pomocí SPECT, hybridního SPECT/CT a PET/CT.* Olomouc : autor neznámý, 2012. Disertační práce. Klinika nukleární medicíny, Lékařská fakulta Univerzity Palackého v Olomouci.
10. **KAMÍNEK, M., MYSLIVEČEK, M. a HUŠÁK, V.** Kvantitativní hodnocení myokardiální perfuze, funkce a viability pomocí jednofotonové emisní výpočetní tomografie. *Interv Akut Kardiol.* 2003, 2, stránky 190-197.
11. **HEALTH QUALITY ONTARIO.** Single photon emission computed tomography for the diagnosis of coronary artery disease: an evidence-based analysis. *Ont Health Technol Assess Ser.* 2010, 10(8), stránky 1-64.

12. **GERMANO, G. a BERMAN, DS.** Regional and global ventricular function and volumes from single-photon emission computed tomography perfusion imaging. In: Zaret BL, Beller GA, Clinical nuclear cardiology, stránky 189-212.
13. **LANG, O., KAMÍNEK, M. a TROJANOVÁ, H.** *Nukleární kardiologie*. Praha : Galén, 2008. str. 130. ISBN 978-80-7262-481-2.
14. **METELKOVÁ, I.** *Využití metod nukleární kardiologie v klinické praxi*. Olomouc : autor neznámý, 2011. Disertační práce. Klinika nukleární medicíny, Univerzita Palackého v Olomouci, Lékařská fakulta.
15. **ASCHERMANN, M. et al.** *Ischemická choroba srdeční*. Praha : Galén, 2004. stránky 596-751. ISBN 80-7262-290.
16. **CHALOUPKA, V., a ELBL, L.** *Zátěžové metody v kardiologii*. 1. vyd. Praha : Grada, 2003. str. 293. ISBN 80-247-0327-0.
17. **MANDALAPU, BP., AMATO, M. a STRATMANN, HG.** *Technetium Tc99m sestamibi myocardial perfusion imaging: current role for evaluation of prognosis*. 1999. stránky 1684-94.
18. **JOHANSSON, L., a další, a další.** Effective dose from radio pharmaceuticals. *Eur. J. nucl. Med.* 1992, 19, stránky 933-938.
19. **MÍKOVÁ, V.** *Nukleární medicína: průřez vyšetřovacími metodami v oboru nukleární medicína*. 1. vyd. Praha : Galén, 2008. str. 118. ISBN 9788072625338.
20. **MALÁN, Alexander.** *Vybrané kapitoly z nukleární medicíny*. 2013. Klinika zobrazovacích metod FN Plzeň.
21. **AMERICAN SOCIETY OF NUCLEAR CARDIOLOGY AND SOCIETY OF NUCLEAR MEDICINE JOINT POSITION STATEMENT.** Attenuation correction of myocardial perfusion SPECT scintigraphy. *J Nucl Cardiol.* 2004, 11 (8), stránky 229-30.
22. **FIKRLÉ, A. a KAMÍNEK, M.** Pozitronová emisní tomografie v kardiologii. *Kardiologické fórum*. 2008, 6 (3), stránky 15-20.

23. **ANAGNOSTOPOULOS, C., GEORGAKOPOULOS, A. a PIANOU, N.** Assessment of myocardial perfusion and viability by Positron Emission Tomography. *International Journal of Cardiology*. 2013, 167, stránky 1737-1749.
24. **FERDA, J., a další, a další.** *Základy zobrazovacích metod*. Praha : Galén, 2015. str. 148. ISBN 978-80-7492-164-3.
25. **GANDALOVIČOVÁ, J.** Hibernující myokard a jeho význam pro klinickou praxi. *Interní medicína pro praxi*. 2002, roč. 5, stránky 238-242.
26. **KAMÍNEK, M. a HUTYRA, M.** Zobrazovací metody v diagnostice myokardu. Část 1. Interpretace nálezů při zobrazování viability myokardu pomocí SPECT a PET. *Vnitřní lékařství*. 57 (10), 2008, stránky 971-978.
27. **NEKULA, J.** *Radiologie*. 3. vyd. Olomouc : Univerzita Palackého, 2005. str. 205. ISBN 80-244-1011-7.
28. **FERDA, J.** *CT angiografie*. 1. vyd. Praha : Galén, 2004. str. 408. ISBN 80-7262-281-1.
29. **ULLMANN, V.** strana2.htm. *astronuklfyzika.cz*. [Online] [Citace: 11. Leden 2016.] <http://astronuklfyzika.cz/strana2.htm>.
30. **BAXA, J. a FERDA, J.** *Multidetektorová výpočetní tomografie srdce*. 1. vyd. Praha : Galén, 2012. str. 2013. ISBN 978-80-7262-880-3.
31. **FERDA, J., MÍRKA, H. a BAXA, J.** *Multidetektorová výpočetní tomografie: technika vyšetření*. 1. vyd. Praha : Galén, 2009. str. 213. ISBN 978-80-7262-608-3.
32. **FERDA, J. a al., et.** *Inovativní zobrazovací metody*. Praha : Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-186-5.
33. **VÁLEK, V. a ŽIŽKA, J.** *Moderní diagnostické metody*. Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1996. str. 43. Sv. Sv. III. ISBN 80-7013-225-6.
34. **SOLAŘ, M., ŽIŽKA, L. a KLZO, J.** Současné možnosti magnetické rezonance v kardiologii. *Vnitřní lékařství*. 54/2, 2008, stránky 183-190.
35. **MAŇASKOVÁ, D.** ?p=metody&p_sub=mr. *medicinman.cz*. [Online] 22. Červen 2011. [Citace: 13. Leden 2016.] http://medicinman.cz/?p=metody&p_sub=mr.

36. **ALLMAN, KC. a al., et.** Noninvasive assessment myocardial viability: Current status and future directions. *Journal of Nuclear Cardiology*. 2013©.
37. **PLEVA, M. a OUŘEDNÍČEK, P.** *MRI srdce: praktické využití z pohledu kardiologa*. 1. vyd. Praha : Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3931-1.
38. **ARAI, AE.** The cardiac magnetic resonance (CMR) approach to assessing myocardial viability. *J Nucl Cardiol*. 18: s. 1095–102, 2011.
39. **BAXA, J., FERDA, J. a ROKYTA, R.** Úloha magnetické rezonance srdce v diagnostice akutní myokarditidy. *Ces Radiol*. 2009, stránky 63(1): s. 13–19.
40. **WEICHET, J. a VYMAZAL, J.** Je dnes magnetická rezonance jednou ze základních vyšetřovacích metod v kardiologii? *Postgraduální medicína*. 2009/9.
41. **KAMÍNEK, M., METELKOVÁ, I. a BUDÍKOVÁ, M.** Zobrazování myokardu pomocí SPECT a hybridního SPECT/CT a PET/CT vyšetření. *Intervenční a akutní kardiologie*. 2012; 11(2).
42. **KAUFMANN, PA. a GAEMPERLI, O.** Combining CT and nuclear: a winning hybrid team. *J Nucl Cardiol*. 2009; 16(2): s. 170–172.
43. **RATIB, O., NKOULOU, R. a SCHWEIGER, M.** Cardiovascular clinical applications of PET/MRI. *Clinical and Translational Imaging*. 2013, February Volume 1, Issue 1, s 65-71.
44. **QUICK, HH.** Integrated PET/MR. *J Magn Reson Imaging*. 2014, Feb;39(2), s. 243-58.

SEZNAM ZKRATEK

ACD – pravá koronární tepna
ACS – levá koronární tepna
ATP – adenosintrifosfát
AV – atrioventrikulární
BMI – index tělesné hmotnosti
CABG – aortokoronární bypass
CMP – cévní mozková příhoda
CT – výpočetní tomografie
CTA – CT angiografie
DECT – výpočetní tomografie s dvojí energií
DM – diabetes mellitus
DSCT – dvouzdrojová výpočetní tomografie
ECHO – echokardiografie
EKG – elektrokardiografie
FA – farmakologická anamnéza
FN – fakultní nemocnice
FDG – fluorodeoxyglukoza
HU – Hounsfieldovy jednotky
ICHDK – ischemická choroba dolních končetin
ICHS – ischemická choroba srdeční
IM – infarkt myokardu
i. v. – nitrožilní
keV - kiloelektronvolt
LBBB – blokáda levého Tawarova raménka
LIMA – levá vnitřní mamární tepna
LKS – levá komora srdeční
MBq – megabecquerel
MDCT – multidetektorová výpočetní tomografie
MIBI – metoxyizobutilizonitril
MPR – multiplanární rekonstrukce
MR – magnetická rezonance
mSv – milisievert

NaI – jodit sodný

NH₃ - amoniak

NMR – nukleární magnetická rezonance

NO – nynější onemocnění

OA – osobní anamnéza

PA – pracovní anamnéza

PET – pozitronová emisní tomografie

RA – rodinná anamnéza

RAO – pravá přední šikmá

Rb – rubidium

RCX – circumflexální větev

RIA – přední mezikomarová větev

RIMA – pravá vnitřní mamární tepna

SA – sociální anamnéza

SPECT – jednofotonová emisní tomografie

Tc – technecium

TF – tepová frekvence

TK – tlak krve

Tl – thalium

W – watt

WDCT – výpočetní tomografie se širokou detektorovou sestavou

3D - trojrozměrný

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Densita tkání.....	28
------------------------------	----

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Funkční anatomie srdce	12
Obrázek 2 Věňčité tepny	14
Obrázek 3 Získávání dat současně s EKG – 8framový gated SPECT.....	18
Obrázek 4 Porovnání perfuze SPECT-MIBI a metabolismu FDG-PET (žluté šipky- perfuzně-metabolický „mismatch“; bílé šipky- perfuzně metabolický „match“)	26
Obrázek 5 Stenóza koronární tepny – 3D CTA.....	30
Obrázek 6 Časové aspekty pozdního sycení kontrastní látky.....	36
Obrázek 7 Dynamické zobrazení myokardu pomocí CT	41
Obrázek 8 CT koronárních bypassů a tepen.....	42
Obrázek 9 Tomografické řezy klidové perfuzní scintigrafie a viability myokardu poukazující na poruchu perfuze a metabolismu v oblasti apicoanteroseptální a inferolaterální.....	42
Obrázek 10 Tomografické řezy zobrazující mírně nehomogenní rozložení radiofarmaka, polární mapy znázorňující sumační skóre	45
Obrázek 11 CTA koronárních tepen s kontrastní látkou	45
Obrázek 12 CT zátěžové perfuzní vyšetření myokardu pomocí regadenosonu	46
Obrázek 13 CTA koronárních tepen s kontrastní látkou	48
Obrázek 14 Tomografické řezy zátěžové a klidové perfuze zobrazující deficit aktivity v oblasti hrotu	48
Obrázek 15 Polární mapy vykazující patrný deficit v oblasti hrotu a sumační skóre s hodnotou 0	49
Obrázek 16 MR srdce - bez průkazu přímého postižení	51
Obrázek 17 Tomografické řezy zátěžové a klidové perfuze zobrazující patrný deficit aktivity nad spodní stěnou	52
Obrázek 18 Celotělové PET/CT trupu, akumulace ¹⁸ FDG v myokardu	52
Obrázek 19 Tomografické řezy zátěžové a klidové perfuze zobrazující patrný deficit aktivity apicoinferiorně.....	54
Obrázek 20 Tomografické řezy zobrazující mírně nehomogenní rozložení radiofarmaka, polární mapy znázorňující sumační skóre	55
Obrázek 21 MR srdce - tomografické řezy zobrazující aneurysma v hrotové části LKS ...	55

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Žádost o poskytnutí informací v souvislosti s vypracováním bakalářské práce – FN Plzeň

Příloha č. 2: Informovaný souhlas k zátěžovému perfuznímu scintigrafickému vyšetření myokardu

PŘÍLOHY

Příloha č. 1

Žádost o poskytnutí informací v souvislosti s vypracováním bakalářské práce – FN Plzeň



Útvar náměstka pro ošetrovatelskou péči

Dr. E. Beneš 13, 305 00 Plzeň - Bory
Měst. Svobody 80, 304 60 Plzeň - Lochotín
IČO 00669806 tel.: 377 401 111, 377 103 111



Útvar náměstka pro ošetrovatelskou péči

Dr. E. Beneš 13, 305 00 Plzeň - Bory
Měst. Svobody 80, 304 60 Plzeň - Lochotín
IČO 00669806 tel.: 377 401 111, 377 103 111

Kontaktní telefon, e-mail a pracoviště oprávněného zdravotnického pracovníka FN Plzeň: malan@fnplzen.cz, Klinika zobrazovacích metod / úsek nukleární medicíny

Poznámka: Pracoviště oprávněného zdravotnického pracovníka se musí shodovat s místem výkonu odborné praxe studenta.

Žádost o poskytnutí informací v souvislosti s vypracováním bakalářské práce – FN Plzeň

Jméno a příjmení studenta: Jiří Kaňok

Úplný název vysoké školy: Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta / katedra: Fakulta zdravotnických studií / Katedra záchranářství a technických oborů

Studijní obor / ročník: Radiologický asistent / 2. ročník

Název bakalářské práce: Perfušní scintigrafie myokardu LKS v korelaci s výsledky CT a MR vyšetření srdce

Vedoucí bakalářské práce: MUDr. Malán Alexander

Kontakt na vedoucího práce: malan@fnplzen.cz

Akademický rok: 2014/2015

Nejsem v pracovním poměru.

Metoda empirické části práce:

Vypracování kazuistiky – text žádosti:

Žádám o možnost poskytnutí informací o zobrazovacích metodách aplikovaných u pacientů s onemocněním myokardu LKS v rámci přípravy podkladů pro vypracování mé bakalářské práce.

Poznámka: Student může žádat o poskytnutí informací ve výše uvedeném případě jen tehdy, podílí li se na ošetrování / vyšetřování uvedených pacientů rámci své odborné praxe.

Informace mi bude poskytovat oprávněný zdravotnický pracovník FN Plzeň, kterým je: Alexander Malán, MUDr., vedoucí lékaře úseku nukleární medicíny

Cíl mé bakalářské / práce:

Popsat vyšetření myokardu LKS perfuální scintigrafií, která se rutinně používá v kardiologické praxi a její prolínání s CT a MR vyšetřením.

C1: Porovnat výsledky vyšetření perfuální scintigrafie myokardu a CT angiografie koronárních tepen.

VO1: Jaké jsou výhody a nevýhody zobrazovacích metod perfuální scintigrafie myokardu a CT angiografie koronárních tepen?

C2: Porovnat výsledky vyšetření perfuální scintigrafie myokardu a MR srdce.

VO2: Je MR nejčastěji používanou zobrazovací metodou v diagnostice ICHS?

Termín přípravy ve FN Plzeň pro empirickou část: 2.11.2015 – 18.12.2015 / Klinika zobrazovacích metod

Kontaktní pracoviště pro empirickou část: Klinika zobrazovacích metod / úsek nukleární medicíny

Žádost podává student: Jiří Kaňok, jiri.kanok@email.cz

V Plzni dne: 7.5.2015

Příloha č. 2

Informovaný souhlas k zátěžovému perfuznímu scintigrafickému vyšetření myokardu



FAKULTNÍ NEMOCNICE PLZEŇ

INFORMOVANÝ SOUHLAS

ZÁTĚŽOVÉ SCINTIGRAFICKÉ VYŠETŘENÍ PROKRVENÍ SRDEČNÍHO SVALU

Vážený pane, vážený pane,

na základě Vašeho zdravotního stavu doporučuji Vaš ošetřující lékař provedení zátěžového scintigrafického vyšetření prokrvení srdečního svalu (vyšetření pomocí radioaktivního izotopu).

Důvod provedení výkonu

Tento výkon umožní přesně posoudit prokrvení svaloviny levé komory Vašeho srdce a její výkonnost v zátěžových podmínkách. Na podkladě dosažených výsledků lze stanovit další léčebný postup. Výkon je většinou spojen s vyšetřením prokrvení srdečního svalu za klidových podmínek. K tomuto vyšetření budete po ukončení dnešního vyšetření (pokud to bude potřebné) pozvána, případně bude doplněno ještě v ten samý den. Ženy v reprodukčním věku musí nahlásit těhotenství, pozdější těhotenství nebo zda kojí.

Možnosti léčby/řešení zdravotního problému

Toto vyšetření prakticky jako jediné při minimální invazivnosti umožňuje velmi přesně posoudit kvalitu prokrvení svaloviny levé komory a funkčnost Vašeho srdce, do určité míry ho však lze nahradit i jinými metodami (CT, magnetická rezonance, dobutaminová ECHO). V případě, že chcete dát přednost jinému vyšetření, je nutné konzultace s ošetřujícím lékařem (nejlépe s kardiologem).

Příprava k výkonu

Vyšetření se provádí ráno. V případě, že jste pozván/a na pozdější hodinu (od 11:00 hod. a později), se můžete ležce nasadit. Vždy je však nutné 24 hodin před vyšetřením vyloučit všechny nápoje a potraviny obsahující kofein, tein a ostatní metylxantinové deriváty. Jedná se zejména o kávu, čaj, coca-cola a obdobné nápoje, čokoládu, banány. Je možné pít pouze vodu.

Po schválení Vaším ošetřujícím lékařem je třeba vysadit následující léky:

- která nesmíte užívat 2 dny před vyšetřením, a v den vyšetření:
 - beta-blokátory (např. Apo-metoprolol, Apo-pindolol, Atenolol, Atenobene, Atenolol, Betaloc, Concor, Cordanum, Logimax, Pindolol, Sandoretic, Tenoretic, Tenormin, Trascor, Trimecrynol, Trimepranol, Vasocardin, aj.)
 - antagonisty kalcia (např. Agran, Altizem, Altazem, Amlopin, Apo-verap, Azupamil, Blocalin, Diacordin, Dilacor, Dilrene, Dilzem, Isopitin, Lekopitin, Nifedipin, Norvasc, Orcal, Plendil, Presid, Verahexal, Verapamil, aj.)
 - neuzívat 1 den před vyšetřením a v den vyšetření:
 - nitraty (např. Deponit, Isoket, Lenital, Maycor, Miniran, Monomack, Nitrangin, Nitrilex, Nitroglycerin, Nitromack, Nitromin, Niterol, aj.)
 - deriváty xantinu a centrální a periferní vasodilatancia (např. Agapurin, Aminophyllin, Corvalon, Enebin, Molsihexal, Pentoxifylin, Preducal, Syntophyllin, Trental).

K vyšetření je vhodné si přinést sportovní oděv a obuv, rovněž si přinést všechny léky, které užíváte. Vyšetření a s ním spojený pobyt u nás bude celkem trvat minimálně 2 - 2,5 hodiny, může však dojít k prodloužení doby pobytu z důvodu nutnosti provedení akutního vyšetření u jiného pacienta nebo při doplnění klidového vyšetření myokardu v rámci jednodenního vyšetřovacího protokolu srdce.

Postup při výkonu

Na začátku vyšetření Vám napicheme žílu na horní končetině. Vlastní zatížení je možné provést různými způsoby: nejvhodnější je bicyklová ergometrie (test na kole), při které budete postupně zatěžována tak dlouho, dokud nebude dosaženo potřebné tepové frekvence. V případě, že nemůžete podstoupit vyšetření na kole, nebo pokud by byl jeho výsledek nedostatečný, pak často používanou možností je farmakologický typ zátěže, tj. navození stavu vyššího prokrvení srdečního svalu podáním příslušných léků. Farmakologický test se často kombinuje s nízkou zátěží na kole, která snižuje výskyt vedlejších příznaků, které poměrně často tuto formu zátěže doprovází (viz rizika a možné komplikace výkonu).

Během celého vyšetření bude monitorována EKG křivka, krevní tlak a puls. Vyšetření je vždy spojeno s aplikací (podáním) malého množství radioaktivní látky do žíly na vrcholu dosažené zátěže. Radioční záření je srovnatelná s běžnými rentgenovými snímky.

Po ukončení zátěže dostanete v odstupu několika minut energetický nápoj Nutririnik (200 ml), jeho požití snižuje aktivitu volného radiolarmu a zadržovací traktu a výrazně tak zlepšuje kvalitu následně prováděných záznamů srdce.

Obvykle do 15 minut od podání radiofarmaka se provádí vlastní záznamy rozložení radiofarmaka ve svalovině Vašeho srdce. Tato část vyšetření trvá asi 20 min. Během této doby budete ležet v poloze na zádech a speciální přístroj (gamma kamera) bude rotovat (krouživě se pohybovat) kolem Vašeho hrudníku. Pro kvalitu záznamů je důležité vydržet po tuto dobu v klidu bez jakéhokoli pohybu. Tim pro Vás toto vyšetření končí. Před Vaším odchodem z oddělení je polížený záznam předběžně vyhodnocen a podle výsledku lékař rozhodne, zda náleží vyžaduje či nevyžaduje doplnění vyšetření prokrvení srdečního svalu za klidových podmínek.

Rizika a možné komplikace výkonu

Během testu se může přechodně objevit bolest na hrudi či dušnost, během zátěže či lésně po jejím ukončení může dojít k poklesu krevního tlaku, který se projevuje pocitem nevolnosti a točením hlavy. Tyto příznaky většinou rychle zmizí po uložení na lůžko. Velmi vzácně může dojít ke komplikacím, které mohou vyžadovat ošetření metodami intenzivní medicíny, konkrétně sledováním na jednotce intenzivní péče, akutním provedením koronarografie (nástřik

kontrastní látky do větvících tepen na srdci) s eventuelním následným zprůchodněním kriticky zúžené cévy balónkem, zcela výjimečně je potřeba obnovit správnou srdeční činnost elektrickým výbojem.

Farmakologická zátěž s použitím dipyridamolou není vhodná pro nemocné s aktivním průduškovým astmatem, protože podávaná látka může vyvolat záchvat dušnosti, poměrně často také po jeho podání dochází k poklesu krevního tlaku. Zcela běžný je celkový pocit tepla či bolest hlavy po jeho podání.

Radioční zátěž z tohoto výkonu je srovnatelná se zátěží z běžných radiologických vyšetření a v rámci lékařských ozáření spadá mezi střední až vyšší zátěže.

Provádět vyšetření u těhotných žen se jeví jako nežádoucí, neboť nelze vyloučit škodlivý účinek i malé dávky radioaktivního záření na plod v děloze matky, a to zejména v první třetině trvání těhotenství.

Prenos radioaktivní látky z krevního oběhu kojící matky k dítěti mateřským mlékem je nutno vyloučit dočasným přerušením kojení na doporučenou dobu 24 hod. Mléko je však nutno odstříkovat a vyřadit, aby se v kojení mohlo později bez problémů pokračovat. Ošetřující lékař i lékař na našem oddělení se těmito riziky s Vaší pomocí speciálně zabývají a pokud je vyšetření možno odložit, pak jeho provedení oddálí.

Chování po výkonu, možná omezení

V den vyšetření po ukončení snímání a v den následující je vhodné, abyste zvýšila příjem tekutin až na několik litrů a často vyprazdňovala močový měchýř.

Použití radiofarmakum (^{99m}Tc) vyznačuje ionizující záření, jehož intenzita se velmi rychle snižuje se vzdáleností od Vaší osoby a množství radioaktivní látky v organismu rychle klesá jak samovolným rozpadem v čase (poločas rozpadu 6 hodin), tak vyfukováním (hlavně močí).

Pro Váš styk s veřejností a rodinnými příslušníky není nutné přijímat žádná zvláštní opatření, obecně je však vhodné v den vyšetření omezit osobní styky na časově nezbytnou míru.

Prohlášení

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

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

Byla jsem seznámena s léčebným režimem, vhodnými preventivními opatřeními a s možnými kontrolními zdravotními výkony.

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

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

Seznámila jsem se se všemi podmínkami provedení zátěžového scintigrafického vyšetření prokrvení srdečního svalu a souhlasím s provedením tohoto výkonu.

Pacient/ka: Rodné číslo:

Zákonný zástupce: Příbuzenský vztah:

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

Lékař/ka provádějící poučení: podpis

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

Způsob projevu vůle (souhlasu):
 kývnutím hlavy gestem: očima jinak:

Svědék: podpis

Tento formulář ani žádná jeho část nemí být reprodukovány, publikovány a šířeny žádným způsobem a v žádné podobě bez výslovného svolení Fakultní nemocnice Plzeň, zastoupené ředitelkou Ing. J. Kurcovou.

0245001 04/2019

INS 024501

Zdroj: FN Plzeň

