

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Ludmila Moučková

## **Dynamická a statická scintigrafie ledvin**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Iva Metelková, Ph.D.

Olomouc 2014

## ANOTACE

**Druh práce:** bakalářská  
**Název práce v ČJ:** Dynamická a statická scintigrafie ledvin  
**Název práce v AJ:** Dynamic and static scintigraphy of kidneys  
**Datum zadání:** 2013-12-11  
**Datum odevzdání:** 2014-04-30

**Vysoká škola, fakulta, ústav:**

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav radiologických metod

**Autor práce:** Ludmila Moučková  
**Vedoucí práce:** MUDr. Iva Metelková, Ph.D.  
**Oponent práce:** MUDr. Miroslava Budíková, Ph.D.

**Abstrakt v ČJ:** Bakalářská práce se zabývá často používanými metodami nukleární medicíny – scintigrafickými vyšetřeními ledvin. Jmenovitě se jedná o dynamickou a statickou scintigrafii ledvin, které umožňují posouzení funkčnosti a částečně i morfologie. Práce se zabývá indikacemi, kontraindikacemi, používanými radiofarmaky, přípravou, provedením, radiační zátěží pacienta, vizuálním a kvantifikačním hodnocením těchto vyšetření. Informace a poznatky obsažené v bakalářské práci jsou předloženy na základě rešeršní činnosti dohledaných odborných článků a publikací.

**Abstrakt v AJ:** This bachelor thesis deals with frequently used methods of nuclear medicine - scintigraphic investigations of kidneys. Namely, the dynamic and static scintigraphy of kidneys, which allows the assessment of functionality and partially also morphology. Discuss

indications, contraindications, used radiopharmaceuticals, preparation, execution, radiation load of the patient, visual and quantification assessment of these investigations. The information and findings included in the bachelor thesis are presented on the basis of research activity of looked up technical articles and publications.

**Klíčová slova v ČJ:** dynamická scintigrafie ledvin, statická scintigrafie ledvin, radiofarmaka, radiační zátěž, scintilační kamera, renovaskulární hypertenze

**Klíčová slova v AJ:** dynamic scintigraphy of kidneys, static scintigraphy of kidneys, radiopharmaceuticals , radiation load, scintillation camera, renovascular hypertension

**Rozsah:** 49 stran, 8 příloh

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje

Olomouc 30. dubna 2014

-----

podpis

Děkuji MUDr. Ivě Metelkové, Ph.D., za odborné vedení bakalářské práce, za cenné rady, ochotu a vstřícnost při zpracování této bakalářské práce.

Děkuji také mým vzácným kolegům Oddělení nukleární medicíny Chrudim a mé rodině za jejich bezmeznou podporu v době mého studia.

# Obsah

Úvod.....	7
1. Ledviny .....	10
1.1 Anatomické poznámky .....	10
2. Scintilační kamera.....	10
3. Příprava pacienta před scintigrafickými vyšetřeními ledvin.....	12
4. Radiační zátěž .....	13
5. Statická scintigrafie ledvin.....	15
5.1 Indikace.....	15
5.2 Kontraindikace .....	16
5.3 Radiofarmaka pro statickou scintigrafii ledvin.....	16
5.4 Aplikovaná aktivita .....	17
5.5 Popis vyšetření .....	18
5.6 Hodnocení vyšetření .....	19
5.6.1 Normální nález.....	19
5.6.2 Patologický nález .....	20
6. Dynamická scintigrafie ledvin .....	21
6.1 Radiofarmaka pro dynamickou scintigrafii ledvin.....	21
6.1.1 <sup>99m</sup> Tc-DTPA - Diethylentriaminopentaocetová kyselina.....	21
6.1.2 <sup>99m</sup> Tc-MAG3 - Merkaptoacetyltriglycin .....	22
6.2 Aplikovaná aktivita .....	22
6.3 Průběh vyšetření.....	23
6.4 Hodnocení vyšetření .....	23
6.5 Indikace.....	25
6.5.1 Diuretická nefrografie (dynamická scintigrafie s furosemidovým testem) .....	25
6.5.2 Dynamická scintigrafie s captoprilovým testem (diagnostika renovaskulární hypertenze) .....	26
6.5.3 Dynamická scintigrafie transplantované ledviny.....	30
7. Závěr .....	34
7.1 Bibliografické zdroje.....	36
7.2 Internetové zdroje .....	37

## ÚVOD:

O nukleární medicíně (NM) hovoříme jako o samostatném lékařském oboru, jehož podstatou je aplikace radiofarmak (RF) pro účely diagnostiky a terapie. Základní diagnostickou metodou je scintigrafické vyšetření, při kterém je orgán nebo patologické ložisko zobrazeno na základě změněné funkce. Porucha funkce často předchází změny struktury, z tohoto důvodu bývá diagnostika pomocí nukleární medicíny metodou citlivější než ostatní zobrazovací metody. Metody nukleární medicíny jsou více senzitivní, většinou však méně specifické, velkou výhodou těchto metod je jejich neinvazivita.

Mezi nejčastěji používané diagnostické metody nukleární medicíny jsou řazena radionuklidová vyšetření ledvin, která poskytují data o funkci ledvin a úzce souvisejících močových cestách. Dále poskytují také jejich diagnostiku, sledování průběhu vývoje poruch, společně s informacemi o morfologii. Informace o morfologii jsou získávány na základě ultrasonografických a radiodiagnostických metod, z čehož vyplývá komplementárnost vztahu metod morfologických a funkčních.

Scintigrafická vyšetření jsou prováděna na základě intravenózní aplikace radiofarmaka vylučovaného ledvinami, jehož následné prostorové rozložení ve vyšetřované oblasti je snímáno pomocí scintilační kamery a zpracováno na základě vizuálního a kvantitativního hodnocení.

Devadesátá léta přináší opět vzestup počtu scintigrafických vyšetření ledvin, která byla v předchozích letech opomíjena z důvodu zavedení ultrasonografických (UZ) a Počítačové Tomografie - Computed Tomography (CT) zobrazovacích metod. Zkušenosti z klinické praxe dokázali originalnost přínosu každé jednotlivé modality v určitém diagnostickém problému.

Obsah bakalářské práce byl tvořen na základě kladených otázek ve vztahu k tématu:

Jaká scintigrafická vyšetření můžeme poskytnout v oboru nukleární medicíny v rámci diagnostiky urogenitálního traktu?

Jaké typy radiofarmak se používají pro daná vyšetření?

Čím se od sebe liší dynamická a statická scintigrafie ledvin?

Na základě kladených otázek byly formulovány cíle bakalářské práce.

Cíli této přehledové bakalářské práce je objasnit a přiblížit podstatu dvou odlišných scintigrafických zobrazovacích metod v diagnostice onemocnění vylučovacího systému - statické a dynamické scintigrafie ledvin:

1. předložit charakteristiku a popis obou vyšetření
2. předložit poznatky o rozdílnosti indikací a přínosu dle typu scintigrafického vyšetření, za použití dohledaných bibliografických zdrojů a rešerší odborných publikovaných článků týkajících se tématu.

Na základě zvoleného tématu byla použita tato vstupní literatura:

1. NAŇKA, Ondřej, ELIŠKOVÁ, Miloslava, 2009. Přehled anatomie, 2. doplněné a přepracované vydání, Praha 2009. ISBN 978-80-7262-612-0 (Galén)
2. KUPKA, Karel, KUBINYI, Josef, ŠÁMAL, Martin a kol. 2007. Nukleární medicína. 1.vyd. Příbram 2007. ISBN 978-80-903584-9-2
3. MYSLIVEČEK, Miroslav, KAMÍNEK, Milan, KORANDA, Pavel, HUŠÁK, Václav. 2007. Nukleární medicína – 1. Díl. 1.vyd. Olomouc 2007. ISBN 978-80-244-1723-3
4. VIŽŤA, Jaroslav, LEPEJ, Ján, KŘÍŽKOVÁ, Hana, URBANOVÁ, Elen. 2002. Atlas scintigrafie ledvin. 1. vyd. Praha 2002. ISBN 80-902873-60
5. TEPLAN, Vladimír a kol, 2006. Praktická nefrologie. 2. zcela přepracované a doplněné vydání. Grada 2006. ISBN 80-247-1122-2
6. MYSLIVEČEK, Miroslav, HUŠÁK, Václav, KORANDA, Pavel, 1995. Nukleární medicína 1. vyd. Olomouc 1995. ISBN 80-7067-511-X
7. BUCHANEC, Ján, GALANDA, Vladimír, HOLAN, Jozef, PÉČ, Jozef, 1988. Nukleární diagnostika v nefrologii a urologii dětí a mladistvých. Osveta 1988. NDV 70-002-88



K vyhledávání informací byla použita tato klíčová slova:

dynamická scintigrafie ledvin, statická scintigrafie ledvin, radiofarmaka, radiační zátěž, scintilační kamera, renovaskulární hypertenze.

K vyhledávání odborných článků byla použita databáze MEDVIK, Bibliografia medica Čechoslovaca a Slovaca, přístup zvolen přes knihovnu FZV UPOL a internetové vyhledavače Google Scholar a Google.

Rešerše byla provedena za vyhledávací období od roku 1998 až do současnosti a byly použity pouze články v českém jazyce a jeden článek v jazyce slovenském.

K danému tématu bylo nalezeno 32 článků v českém jazyce a 1 článek v jazyce slovenském. Pro tuto práci bylo použito 18 článků. Ostatní články nebyly vhodné pro nedostatek kvalitního obsahu nebo obsahu opakujícího se s články předchozími.

# 1. Ledviny

## 1.1 Anatomické poznámky

Znalost anatomie vyšetřovaného orgánu, v tomto případě ledvin, je velice důležitá k určení patologických stavů, správného hodnocení a výsledku dané metody.

Ledviny jsou párovým orgánem, uložené primárně v retroperitoneu, ve výši obratlů Th12 až L 2, velikosti 12x6x3 cm, s váhou cca 120g. Základními dvěma částmi je světlejší kůra (cortex) a tmavší dřev (medulla).

Dřev je složená z pyramid s vrcholky zvanými papily, do nichž ústí vývodné kanálky a obemykají je ledvinné kalichy, spojením kalichů vzniká pánvička ledvinná, dále přecházející do močovodů, vstupujících do močového měchýře (MM).

Základní stavební jednotku ledvin nazýváme nefron, skládající se z Malpighiho tělíska (jehož součástí je glomerulus, vas afferens a efferens), proximálního a distálního tubulu, Henleovy kličky a sběracího kanálku, vstupujícího do dřev. (Naňka, Elišková, 2009, s. 195-199)

Udržení acidobazické rovnováhy je jednou z funkcí ledvin, dále funkce vylučovací (odstraňování metabolitů a nežádoucích látek), produkce hormonů (erythropoetin, renin) a regulace tlaku krve (TK). Dostatečné prokrvení ledvin je dáno přítokem 20% z minutového srdečního výdeje, tolik potřebné k plnění výše zmíněných funkcí. (Mysliveček et al, 2007, s. 99).

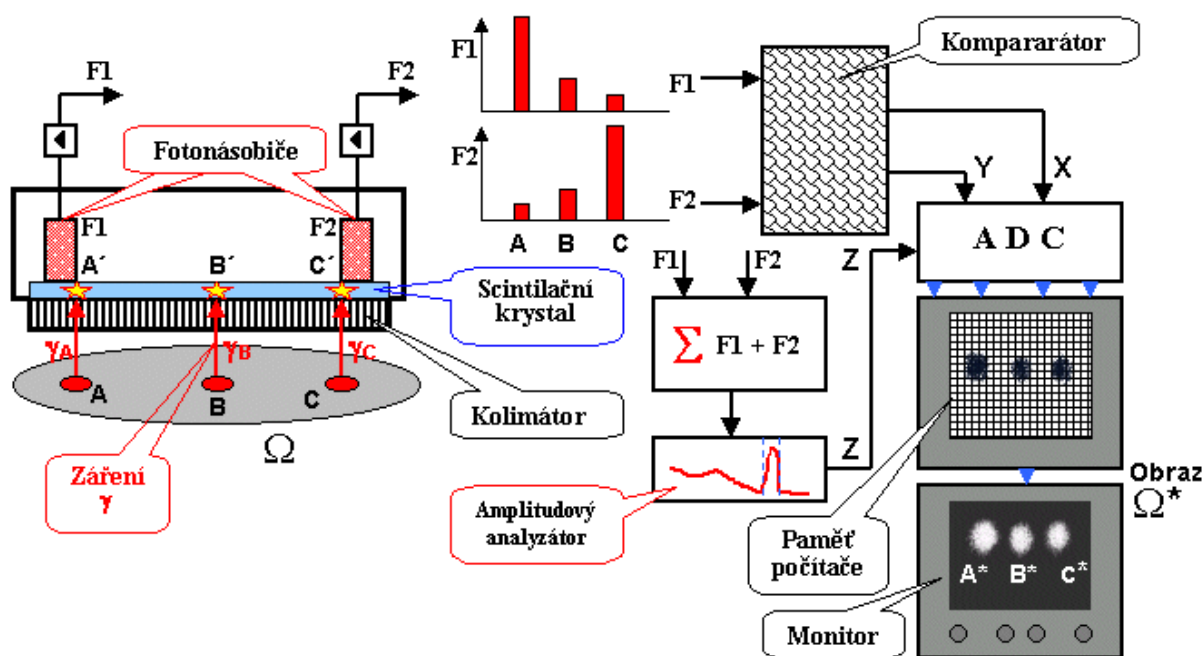
## 2. Scintilační kamera

O historii scintilační neboli gamakamery se začíná hovořit od roku 1958. S tímto datem je spojena konstrukce první scintilační kamery Halem Oscarem Angerem. (Obr. 1) Principem scintilační kamery je velice zjednodušeně řečeno, detekce fotonů záření gama, jejich převod na elektrické impulsy a následná tvorba scintigrafického obrazu - prostorového rozložení aplikovaného radiofarmaka (RF).

Pojem scintilační kamera je odvozen od její základní části, tj. scintilačního detektoru, z toho pak vyplývá název vyšetřovací metody - scintigrafie. Ullmann [on line] [citace 2013-11-26]

Součástí scintilačního detektoru a v detekci fotonů záření gama nejčastěji používaný je jodid sodný aktivovaný thaliem NaI(Tl), ve formě velkoplošného krystalu. Fotonů záření gama prochází scintilačním krystalem za vzniku viditelných záblesků (scintilací). Distribuce scintilačních fotonů je zlepšena světlovodičem, dále dopadající na fotokatodu fotonásobiče. Fotonásobič složený z fotokatody, systému dynod a anody slouží k přeměně scintilací na elektrické impulsy. Výška impulsu na výstupu fotonásobiče je závislá na energii fotonů záření gama, absorbované scintilátorem. Scintilační detektor spolu s připojeným analyzátozem je určen k měření scintilačního spektra radionuklidu, složeného z jednoho či více fotonů, určených energií fotonů, zcela absorbovaných ve scintilačním krystalu.

Okénko analyzátoru při vyšetřeních v nukleární medicíně je vždy nastaveno na význačný fotoník zářiče. (Myslivoček, Hušák, Koranda, 2000, s. 33-35)



Obr. 1: Principiální schéma scintilační (Angerovy) kamery

### **3. Příprava pacienta před scintigrafickými vyšetřeními ledvin**

Všeobecná: všechna vyšetření na odděleních nukleární medicíny předchází všeobecný postup, tj. zaregistrování pacienta. Obsahem této administrativní části je kontrola identity pacienta, osobních a zdravotních dat uvedených na žadance, anamnéza zaměřená na onemocnění, úrazy související s vyšetřením, (které mohou ovlivnit výsledek vyšetření), kontraindikace (gravidita u žen), poučení pacienta a jeho písemný souhlas s následným vyšetřením. (Věstník MZ ČR, 2007, s. 49) [on line] [citace 2014-02-01]

Příprava pacienta před scintigrafickým vyšetřením ledvin: hlavní zásadou přípravy pacienta před vyšetřením ledvin je dobrá hydratace (zavodnění) pacienta. Zajištěno bývá vypitím půl litru tekutin 30-60 minut před zahájením vyšetření. U dospělého s vyšší hmotností je to 7 ml/kg váhy. U dětí se množství tekutiny vztahuje k aktuální hmotnosti dítěte. U starších dětí je to 100 ml/10 kg váhy, u dětí kojených je doporučeno navýšit jednu porci mateřského mléka (Vlček, 2010, s. 98)

Nedovoluje-li zdravotní stav pacienta podání tekutin per os, je volbou intravenózní (i.v.) podání infuze. Hydratace organismu je důležitým faktorem kvalitního zobrazení ledvin, zabraňuje přetrvávání moči s koncentrovaným radiofarmakem v kalichopánvičkovém systému (KPS) ledvin. Před vlastním scintigrafickým vyšetřením je třeba, aby se pacient vymočil a vyšetření bylo započato s prázdným močovým měchýřem (MM).

Zcela stabilní polohu pacienta je nutné dodržet u statické scintigrafie v době snímkování jednotlivých skenů, u scintigrafie dynamické se snažíme odstranit přítomnost změny polohy v oblasti zad pacienta po celou dobu vyšetření. (Myslivoček et al, 2007, s. 101).

Z hlediska odstranění pohybových artefaktů v průběhu vyšetření je třeba věnovat větší pozornost malým dětem. Případnému podání premedikace sedativy je předcházeno citlivým přijetím dětského pacienta na Oddělení nukleární medicíny a odstraněním

rušivých vlivů (obava z i. v. podání, periferní kanyla zaváděna mimo vyšetřovnu). (Kupka et al, 2007, s. 108).

Podání velkých dávek sedativ může negativně ovlivnit motilitu ureterů a průběh drenáže ledvin. Nevhodná je též celková narkóza, odstraňující možnost dobré perorální hydratace. (Myslivoček et al, 2007, s. 101).

Dle Korandy nehrozí po podání radiofarmaka alergická reakce (ani jedno radiofarmakum není alergenem), proto není nutné podávat antihistaminika. Příprava je shodná u obou typů vyšetření, tedy u statické i dynamické scintigrafie ledvin. (Koranda, 2005, s. 6)

## 4. Radiační zátěž

Radiační zátěž pacienta závisí na druhu aplikovaného radiofarmaka a aplikované aktivitě. Je dána celkovou dávkou v jednotlivých orgánech (absorbovaná dávka – mGy/MBq) spolu s dávkou efektivní (mSv/MBq). (Viz. tabulky 1, 2, 3). Aplikovaná aktivita radiofarmaka závisí na fyzikálních a chemických vlastnostech radionuklidu (druh energie, vazba na radiofarmakum, fyzikální poločas).

Srovnáme-li radiační zátěž scintigrafických vyšetření prováděných pomocí  $^{99m}\text{Tc}$  s rentgenovými, vychází velice příznivě pro scintigrafii. (Vižďa et al, 2002, s. 8)

Snížení radiační zátěže v případě scintigrafie ledvin lze docílit zvýšeným příjmem tekutin pacienta, čímž dojde k častějšímu močení a následnému snížení dávky ve stěně močového měchýře. (Kupka et al, 2007 s. 29)

Jak říká Koranda (2005, s. 313) o radiační zátěži a radiačním riziku informuje pacienta lékař, který vyšetření indikoval, aplikující lékař nukleární medicíny nebo fyzik z téhož oddělení.

Mluvíme-li o radiační zátěži, nelze opomenout pracovníky nukleární medicíny. Dle Hušáka z hlediska radiační ochrany je nutné vždy optimalizovat opatření neodmyslitelně patřící k provozu oddělení: ochranné pomůcky, ochrana stíněním, časem, vzdáleností, společně se střídáním personálu. (Hušák et al, 2007, s. 83). [on line] [citace 2013-11-25]

Scintigrafie ledvin statická <sup>99m</sup> Tc-DMSA		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,18 ledviny	0,0083
Děti 5 let	0,43 ledviny	0,021

Tabulka 1. (Věstník MZ ČR, 2007, s. 49) [on line] [citace 2014-02-01]

Scintigrafie ledvin dynamická <sup>99m</sup> Tc-DTPA		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,062 močový měchýř	0,0049
Děti 5 let	0,095 močový měchýř	0,009

Tabulka 2. (Věstník MZ ČR, 2007, s. 51) [on line] [citace 2014-02-01]

Scintigrafie ledvin dynamická <sup>99m</sup> Tc-MAG3		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,11 močový měchýř	0,007
Děti 5 let	0,18 močový měchýř	0,012

Tabulka 3. (Věstník MZ ČR, 2007, s. 52) [on line] [citace 2014-02-01]

Tabulka 1, 2, 3. „Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou u vyšetřovaného pacienta lze stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq)“. (Věstník MZ ČR, 2007, s. 49 - 52) [on line] [citace 2014-02-01]

## 5. Statická scintigrafie ledvin

Statická scintigrafie ledvin se řadí mezi neinvazivní vyšetření posuzující stav funkčního parenchymu, separovaně ledvinnou funkci, uložení, tvar a velikost ledvin. Je založeno na zobrazení záchytu specifických radiofarmak, s tzv. tubulární fixací, akumulující a přetrvávající v proximálních tubulech ledvin dostatečně dlouhý čas, což závisí na transportní funkci buněčné membrány. (Vižďa et al, 2002, s. 5)

Dle Doležela et al je statická scintigrafie vcelku suverénní metodou v průkaznosti zánětlivých změn po akutní pyelonefritidě (AP), umožňuje zobrazit morfologii i funkčnost parenchymu oproti minulosti, kdy primárně sloužila k diagnostice jizev a jejich dalšímu vývoji u pacientů s vezikoureterálním refluxem (VUR). (Doležel et al, 2010, s. 495-8) [on line] [citace 2013-11-10]

Také Vávra ve svém článku popisuje důležitost provedení statické scintigrafie ledvin, při podezření na jizevnaté změny parenchymu ledviny. Infekci močových cest (IMC) uvádí jako jednu z nejčastějších bakteriálních onemocnění u člověka. Bakterie, způsobující infekci dále dělí na endogenní a exogenní. 95% bakterií proniká do močových cest ascendentní cestou, pouze 5% zmiňuje autor výskyt hematogenním rozsevem.

Radionuklidové vyšetření ledvin pomocí  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA uvádí jako techniku určující funkčnost renální tkáně, přesnost diagnózy zjizvení parenchymu a přítomnost chronických změn. Další přínos vyšetření zmiňuje Vávra v diagnostice refluxní nefropatie, 40% ledvinného zjizvení připisuje jako následek pyelonefritidy. Scintigrafické vyšetření ledvin považuje za vyšetření včasné diagnózy, zdůrazňuje jeho větší citlivost oproti vylučovací urografii a ultrasonografii. (Vávra, 2004). [on line] [citace 2014-03-03]

### 5.1 Indikace

- přesné určení funkčních poměrů ledvin
- potvrzení diagnózy akutní pyelonefritidy
- určení chybění či afunkce jedné z ledvin, detekce ektopické ledviny
- průkaz postpyelonefritických jizev (lézí)
- zobrazení tvarových anomálií (Kupka et al, 2007, s. 112)

Stejné indikace potvrzuje Doležal, zmiňuje stanovení podílu ledvin na celkové tubulární funkci, určení funkčního rezidua svráštělé ledviny, chybění jedné z ledvin, jejich abnormální uložení, posouzení postpyelonefritických nebo posttraumatických změn a tvarových anomálií včetně diagnostiky akutní pyelonefritidy. (Doležal, 2008, s. 251-252). [on line] [citace 2013-11-25].

Diagnostiku infekce močových cest pomocí statické scintigrafie ledvin popisuje ve své publikaci Teplan. Uvádí zejména průkaznost renálního jizvení, diagnostiku akutní pyelonefritidy, sledování vývoje změn parenchymu, vzniklých izolovaně a nebo na podkladě vad, získaných či vrozených. Statickou scintigrafii ledvin pomocí  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA označuje jako nejcitlivější metodu sloužící k detekci a lokalizaci kortikálních změn ledvin. (Teplan, 2004, s. 26)

## 5.2 Kontraindikace

Scintigrafie ledvin není řazena mezi vyšetření z vitální indikace.

**Relativní** kontraindikací je u scintigrafie ledvin uváděno těhotenství (vyšetření lze provést jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity radiofarmaka) a laktace (indikace z neodkladných důvodů – pyelonefritida, poškození ledvinné funkce), vyšetření lze provést s ohledem na nepřekročení limitů radiační zátěže pro kojené dítě. Z jiné indikace je lépe vyšetření odložit na dobu po ukončení kojení, u radiofarmak značených  $^{99m}\text{Tc}$  přeruší matka kojení na dvanáct hodin i déle. (Vižďa et al, 2002, s. 8)

Pozn. eventuální gravidita je u žen v reprodukčním věku zjišťována standardně.

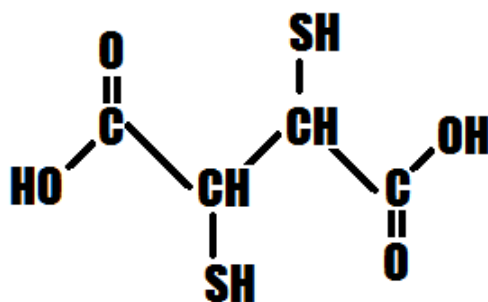
## 5.3 Radiofarmaka pro statickou scintigrafii ledvin

$^{99m}\text{Tc}$ -DMSA – Kyselina dimerkaptojantarová – aplikace se provádí intravenózně. Je-li zachována normální funkce ledvin, dochází k vylučování především buňkami proximálních tubulů (peritubulárními kapilárami), částečně glomerulární filtrací. Maximum koncentrace je za časový úsek 3-6 hodin v kůře ledvin, což odpovídá 50 % aktivity. 30-40 % DMSA se vyloučí do moči po 24 hodinách. 3 % aplikované aktivity



náleží játrům. Tubulární tkáň je velice dobře zobrazována, což je hlavní předností DMSA v detekci ložiskových lézí. (Vižďa et al, 2002, s. 8)

Dle Doležela et al (2010, s. 495-8), DMSA dosáhne buněk ledvin z 35% glomerulární filtrací a z 65 % tubulární reabsorpcí. [on line] [citace 2013-11-10]



Obr. 2: Struktura DMSA

## 5.4 Aplikovaná aktivita

Aplikovaná dávka vytváří vyvážený kompromis kvality zobrazení a radiační zátěže pacienta. U dospělého je to 74-185 MBq  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA (1-2 MBq/kg), u dětí se aktivita pro dospělého násobí příslušným koeficientem, minimální - nepodkročitelná - aktivita je 20 MBq. (Vižďa et al, 2002. s. 13)

Volba optimální aplikované aktivity u dospělého pacienta vychází z diagnostické referenční úrovně (DRÚ), tj. hodnoty platící pro pacienty s váhou 70 kg, ale není limitem. Překročení diagnostické referenční úrovně se týká pacientů s váhou vyšší než 70 kg, ojedinělých případů daných stavem pacienta (jiná onemocnění, komplikace) a diagnostickým přínosem, který je očekáván.

U dětí je vypočítávána z optimální dávky pro dospělého, vzhledem k váze dítěte, za předpokladu dodržení tzv. minimální hodnoty. (viz. tabulka 4) (Kupka et al, 2007. s. 29)

Pacienti s hmotností < 85 kg	
Hmotnost pacienta [kg]	Faktor F
4	0,14
5	0,17
6	0,19
7	0,21
8	0,23
9	0,25
10	0,27
11	0,29
12	0,32
13	0,34
14	0,36
15	0,38
20	0,46
25	0,54
30	0,62
35	0,69
40	0,76
45	0,81
50	0,88
55	0,91
60-85	1

Pacienti s hmotností > 85 kg	
Hmotnost pacienta [kg]	Faktor F
90	1,19
95	1,24
100	1,28
105	1,33
110	1,37
115	1,41
120	1,46
125	1,50
130	1,54
135	1,58
140	1,62
145	1,66
150	1,70
155	1,74
160	1,78
165	1,82
170	1,86
180	1,94
190	2,01
200	2,085

Tabulka 4. „Hodnoty faktoru F pro výpočet aplikované aktivity RF v závislosti na tělesné hmotnosti vyšetřované osoby s platností i pro dětský věk“. (Věstník MZ ČR, 2007, s. 14) [on line] [citace 2014-02-01]

## 5.5 Popis vyšetření

Vyšetření je prováděno pomocí jedno nebo dvouhlavé gama kamery, vybavené nízkoenergetickými kolimátory s vysokým rozlišením. Pacient leží na zádech. V časovém rozmezí 2-3 hodin po intravenózní aplikaci radiofarmaka je zahájeno nahrávání scintigramů v projekcích zadní, přední (umožňující výpočet poměru ledvinné funkce, určení tvarových anomálií či ektopie ledviny) a zadních šikmých. (Vižďa et al, 2002. s. 13)

Nastavení okénka analyzátoru je na fotopík 140 kiloelektronvoltů (keV) +/- 10%. Používá se obrazová matice 128x128 a jemnější. U dětských pacientů je nahráváno ve zvětšení zorného pole - zoom 1-2. Počet impulsů na jednu projekci je dán délkou záznamu, nejméně 400 tisíc impulsů při akvizičním čase 5 minut. Velmi často se doplňuje

jednofotonová emisní počítačová tomografie (SPECT) – 120 projekcí, délka jedné projekce 15-20 sekund, celkový úhel rotace 360 stupňů. (Věstník MZ ČR, 2007, s. 49) [on line] [citace 2014-01-06]

Otázku SPECT také popisuje Teplan, uvádí snímání zájmové oblasti při otáčení se jednoho či více detektorů scintilační kamery, podél podélné osy pacienta, pod různými úhly. Získaný soubor projekcí je nadále dle autora zpracováván pomocí počítače. Je prováděna rekonstrukce jednotlivých řezů a to v rovině transverzální, koronální, sagitální spolu s trojrozměrnými obrazy. Velikost detekovaných ložisek Teplan uvádí okolo 1 cm. (Teplan, 2004, s. 27)

Dle Doležala zvyšujeme díky SPECT přesnost prostorového uložení lézí, specifickost a senzitivitu vyšetření, v porovnání se scintigramem planárním je léze lépe detekovatelná vlivem jejího vyššího kontrastu. Délka vyšetření je 20 – 45 minut. (Doležal, 2008, s. 251-252). [on line] [citace 2013-11-25].

Obrazy získanými v přední a zadní projekci lze velmi dobře odstranit vliv odlišného uložení obou ledvin od povrchu zad. Poměr četnosti impulzů naměřených nad ledvinami po korekci na pozadí je poměrem ledvinné funkce, vyjadřuje se v %. (Myslivoček et al, 2007, s. 108-9)

V otázce průkaznosti bloudivé ledviny je vyšetření doplněno o snímek ve vertikální pozici. Pozdní snímek za 24 hodin je zhotovován při obstrukci dutého systému ledviny a déle trvající kumulaci radiofarmaka v dutém systému ledviny. (Vižďa et al, 2002, s. 13)

## **5.6 Hodnocení vyšetření**

### **5.6.1 Normální nález**

- Ledviny se zobrazují s ostrým ohraničením, viditelným kontrastem mezi zevní a vnitřní částí. Přední projekce je poněkud jiná, což je dáno zdánlivě nižší akumulací radiofarmaka způsobenou zeslabením záření při průchodu břišní dutinou. (Vižďa et al, 2002, s. 13)

## 5.6.2 Patologický nález

Patologický nález je typický snížením až úplným výpadkem akumulace radiofarmaka.

- Snížená akumulace radiofarmaka v jednom či více ložiscích odpovídá akutní pyelonefritidě (AP), bez ztráty objemu a změny funkce, jizvy jsou viditelné jako klínovitý defekt doprovázený ztenčením či zploštěním kůry, okraji s nepravidelnostmi a ztrátou objemu ledvin. Jizvy vznikají na podkladě přechodu zánětu akutního v chronický a následně vzniklých fibrózních změn.
- Difuzní výpadek akumulace radiofarmaka odpovídá ledvinnému infarktu
- Ke zpomalení růstu a vývoje postižené ledviny přispívá refluxní nefropatie znázorněna zmenšenou velikostí a nepravidelnými okraji
- Vrozené vývojové vady jsou zobrazovány díky velkému zornému poli gamakamery umožňující detekci agenese, dystopie a ptózy ledviny, hypoplastická ledvina je znázorněna rovnoměrnou akumulací radiofarmaka (na rozdíl od AP) a s hladkými okraji
- Příčina snížené akumulace radiofarmaka je dána ložiskovou ischemií, poruchou enzymatických funkcí a ztrátou tubulárních buněk. (Vižďa et al, 2002, s. 13)

O významu vyšetření v rámci vrozených vývojových vad (VVV), v tomto případě se jedná o dystopii ledviny, se ve svém článku zmiňuje Kraft. Tuto anomálii uvádí jako jednu z kongenitálních malformací, navazující na nedokončený vzestup z pánve a mediální fyziologickou rotaci o 90 stupňů během fetálního vývoje. Dystopická ledvina na rozdíl od ledviny bloudivé se vyznačuje krátkým ureterem a anomálním odstupem renální arterie. Bývá také častěji postižena infekcí a tvorbou kamenů. (Kraft, 1998, s. 23). [on line] [citace 2013-11-25]

Dle Teplana se hodnocení statické scintigrafie ledvin dělí na vizuální, podávající informace o tvaru, velikosti, uložení ledvin a distribuci funkční tkáně. A také na kvantitativní hodnocení separované funkce (uváděné v procentech). Zdůrazňuje normální scintigrafický nález, na jehož základě jsou téměř vyloučeny významnější ložiskové změny. (Teplan, 2004, s. 27)

Obraz akutní a chronické pyelonefritidy popisují Heráček a Urban. Akutní pyelonefritidě přiřítají defekt akumulace radiofarmaka při zachování kontur, vícečetné defekty v celé ledvině a sníženou akumulaci při zvětšené ledvině v době odtoku. Je-li

přítomen kortikální defekt je vhodné vyšetření za půl roku zopakovat. Pro chronickou verzi onemocnění uvádějí nález defektu se ztrátou kontur. (Heráček, Urban, 2008-9). [on line] [citace 2014-01-06]

## **6. Dynamická scintigrafie ledvin**

Dynamická scintigrafie ledvin poskytuje vizuální zobrazení a kompletní analýzu kinetiky radiofarmaka v ledvinách a močových cestách. Zobrazuje tedy kvalitativní a kvantitativní hodnocení funkce ledvin, perfuze a kinetiky močových cest. (Lang, 2011, s. 218) [on line] [citace 2013-11-10]

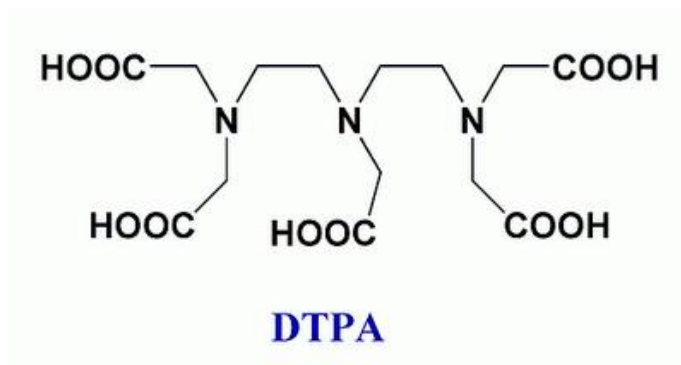
Dostupnou metodou označují dynamickou scintigrafii ledvin Hyršl a Chocholatý. Přínos dynamické scintigrafie ledvin přikládají v zobrazení průtoku krve ledvinami, důvodem k vyšetření zmiňují trombózu renální arterie, resekci či transplantaci ledviny a akutní obstrukci ureteru. Výhodu radionuklidových vyšetření zdůrazňují v případech renální insuficience, alergie na jodové kontrastní látky a při kontraindikaci zevní radiace. (Hyršl, Chocholatý, 2006, s. 165-66). [on line] [citace 2014-02-11].

### **6.1 Radiofarmaka pro dynamickou scintigrafii ledvin**

#### **6.1.1 $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA - Diethylentriaminopentaoctová kyselina**

Aplikace se provádí intravenózně,  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA se řadí mezi radiofarmaka nejvhodnější k měření glomerulární filtrace. Přínosné je též kvalitní zobrazení parenchymu.

Po vyšetření se během časového úseku 1 - 2 hodin dostává do extracelulární tekutiny, neproniká přes hematoencefalickou bariéru – není rozpustná v tucích, vazba na enzymatické bílkoviny je minimální, 95% aplikované aktivity je vyloučeno ledvinami během 24 hodin. (Vižďa et al, 2002, s. 7)

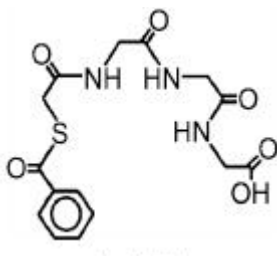


Obr. 3: Struktura DTPA

### 6.1.2 <sup>99m</sup>Tc-MAG3 - Merkaptoacetyltriglycin

Aplikace je také prováděna intravenózně, ve velmi krátkém časovém úseku je následně ledvinami vylučován z krevního oběhu. Až 90 % <sup>99m</sup>Tc-MAG3 se váže na plazmatické bílkoviny, z tohoto důvodu se jen velmi malé množství aplikované aktivity vylučuje glomerulární filtrací, převažuje tubulární sekrece. Maximální sekrece probíhá v proximálním tubulu.

Je-li zachována normální funkce ledvin, 70% aplikované aktivity je vyloučeno během 30 minut od aplikace radiofarmaka, více než 95% za 3 hodiny. (Vižďa et al, 2002, s. 13)



Obr. 4: Struktura MAG 3

## 6.2 Aplikovaná aktivita

Všeobecné informace jsou shodné s obecnými podmínkami dynamické scintigrafie

- <sup>99m</sup>Tc-DTPA: minimální aplikovaná aktivita 20 MBq, doporučená aktivita pro dospělého pacienta 150 MBq
- <sup>99m</sup>Tc-MAG3: minimální aplikovaná aktivita 15 MBq, doporučená aktivita pro dospělého pacienta 140 MBq (Vižďa et al, 2002, s. 9)

Pacient by neměl být vyšetřován, zhruba 3 dny po absolvování radiologického vyšetření pomocí kontrastní látky (vliv na funkci tubulů). (Heráček, Urban, 2008-9) [on line] [citace 2014-01-06]

### 6.3 Průběh vyšetření

Vyšetření je prováděno prostřednictvím scintilační kamery vybavené nízkoenergetickými kolimátory s vysokým rozlišením (LEHR), v zadní projekci. Okénko analyzátoru je nastaveno na fotopík 140 keV +/- 10%. Obrazová matice 128x128, eventuálně 64x64. Zorné pole kamery je zaměřeno na ledviny, spolu s přílehlými oblastmi od srdeční baze až po močový měchýř.

Scintigrafický záznam složený z jednotlivých scintigramů je zahájen intravenózním podáním radiofarmaka. Pacient je vyšetřován vleže na zádech, méně často vsedě, při celkové době vyšetření 30 minut. Délka scintigramu je 10 s. Nahraná studie je následně zpracována použitím vyhodnocovacího programu. (Teplan, 2006, s. 63). [on line] [citace 2013-30-11]

### 6.4 Hodnocení vyšetření

Vyšetření je posuzováno na základě vizuálního hodnocení ledvin ve třech fázích: perfuzní, funkční a exkretční. Pomocí četnostních nefrografických křivek je hodnocen transport radiofarmaka (RF) parenchymem ledvin a kalichopánvičkovým systémem.

1. fáze perfuzní (arteriální) – vtok RF do ledviny
2. fáze funkční (parenchymová) – RF se koncentruje v parenchymu ledviny
3. fáze exkretční (drenážní) – odtok radiofarmaka z KPS ledviny

Akumulace radiofarmaka v parenchymové fázi je úměrná ledvinné funkci, od této skutečnosti se odvíjí stanovení poměru funkce ledvin. Výpočtem je porovnán poměr počtu impulzů kumulovaných levou a pravou ledvinou ve 2. a 3. minutě vyšetření u <sup>99m</sup>Tc-DTPA, v 2. minutě u <sup>99m</sup>Tc-MAG3. Výsledkem je pak poměr funkce ledvin vyjádřený v procentech.

Další možností hodnocení funkce ledvin je rychlost nárůstu akumulace radiofarmaka v parenchymové fázi. Výpočet se provádí na základě porovnání strmosti vzestupné fáze nefrografické křivky levé a pravé ledviny a to po odečtu aktivity radiofarmaka v cévním řečišti. (Kupka et al, 2007, s. 108-9)

Dle Langa je pro zpracování dynamických scintigrafií ledvin možné využít programy nabízející výpočet řady kvantitativních parametrů pro funkci ledvin. Vzhledem k indikacím je důležitá informace o globální funkci (počítané jako množství radiofarmaka nahromaděného v období před začátkem odtoku z KPS) i funkci ledvin relativní. V České republice má největší zastoupení k hodnocení dynamické scintigrafie ledvin program OSTNUCLINE určující na základě výšky a váhy pacienta funkci ledvin z distribučního objemu radiofarmaka. (Lang, 2011, s. 218). [on line] [citace 2013-11-10]

Jak říká Koranda, důležité při stanovení poměru funkce je brát zřetel na uložení ledvin od povrchu těla. Ledvina uložená hlouběji, je překryta silnější vrstvou tkáně, (která více pohlcuje záření), proto se ledvina zobrazuje chaběji. Při stanovení poměru funkce se z tohoto důvodu může ledvina falešně jevit jako méně funkčně zdatná. (Koranda, 2005, s. 311)

Výsledný protokol dynamické scintigrafie vždy obsahuje:

- reprezentativní obrázky, obsahující jednotlivé fáze (perfuzní, parenchymová, exkrece)
- četnostní křivky vyjadřující průběh změn akumulace RF v ledvinách i KPS
- výpočet poměru funkce, popř. údaj o celkové funkci obou ledvin
- popis průběhu vychytávání a vylučování RF (číselné údaje)
- popis nálezu a kvalifikovaný závěr (Teplan, 2006, s. 63) [on line] [citace 2013-30-11]

Hodnocení vyšetření též ve svém článku popisují Heráček a Urban. Kvalitativní vizuální hodnocení, týkající se distribuce RF v ledvinách a vývodných močových cestách, a kvantitativní pomocí softwaru, generující křivky časových změn množství radiofarmaka pro každou ledvinu – nefrogram. Zmiňují kvalitu nefrografických křivek za normálních podmínek, rovnající se perfuzní, funkční a exkrece fázi. (Heráček, Urban, 2008-9) [on line] [citace 2014-01-20]



## 6.5 Indikace

Indikace k dynamické scintigrafii ledvin se týká dle Langa pacientů s podezřením na obstrukci vývodných močových cest, na změny při vrozených vývojových vadách, po traumatech nebo zánětech ledvin. Vyšetření je dále určeno k diferenciální diagnostice hydronefrózy (diuretická nefrografie), k diagnostice renovaskulární hypertenze (podání inhibitoru angiotensin konvertujícího enzymu - ACE inhibitoru) a k posouzení transplantované ledviny. (Lang, 2011, s. 218-223). [on line] [citace 2013-11-10]

Obstrukci vývodných močových cest, jako indikaci k dynamické scintigrafii ledvin zmiňují ve svém článku Hyršl a Chocolatý. Uvádějí charakteristické změny mezi průtokem krve v ledvině a intrapelvickým tlakem při akutní jednostranné obstrukci močovodu. Autoři popisují počáteční dilataci aferentních arteriol, následnou konstriktci eferentních arteriol a výslednou významnou redukci průtoku krve ledvinou vedoucí k poklesu intrapelvického tlaku, zmiňují také klesající glomerulární filtraci hned v začátcích obstrukce až o 75 procent. Hyršl a Chocolatý uvedli ve svém článku i následné změny vznikající na základě obstrukce močovodu, kterými jsou morfologické změny, fibróza intersticia postižené ledviny, změny intersticiálních buněk. Fibróza způsobuje obliteraci tubulů a intersticiálních kapilár vedoucí ke snížení ledvinných funkcí.

Dynamickou scintigrafii ledvin pomocí  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA uvádějí jako vyšetření poskytující informace o renální, postrenální i prerenální kinetice, vylučující se pasivní filtrací v glomerulech. Výhodnějším radiofarmakem uvádějí  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3, vylučovaný převážně tubulární sekrecí, stanovující funkci ledviny i odtok z kalichopánvičkového systému ledviny. (Hyršl, Chocholatý, 2006, s. 164-166) [on line] [citace 2014-02-11].

### 6.5.1 Diuretická nefrografie (dynamická scintigrafie s furosemidovým testem)

Diuretická nefrografie slouží k diferenciální diagnostice prosté dilatace kalichopánvičkového systému ledviny a obstrukční uropatie. Základem vyšetření je hodnocení efektu diuretického podnětu (Furosemidu i.v.) a jeho vliv na průběh odtoku radiofarmaka. (Koranda, 2005, s. 310)

Výhodnější je použít  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3, který je rychleji vylučován tubulární sekrecí, na rozdíl od glomerulárně pomaleji vylučované  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA. Aplikace Furosemidu je odvozena od váhy a věku pacienta. U dětí je doporučena dávka 1mg/kg hmotnosti s horní hranicí 20 mg. Dospělému pacientovi je aplikováno 20 mg a více, s ohledem na funkci ledvin. Aplikace diuretika není doporučována u pacientů s nefrolitiázou. (Vlček, 2010, s. 110)

Protokoly používané při diuretické nefrografii:

- (F-15) - furosemid aplikován 15 minut před zahájením scintigrafie (posouzení drenáže při maximální diuretické zátěži)
- (F-0) - furosemid aplikován současně s i.v. podáním RF
- (F+20) - furosemid aplikován 20 minut po RF (zhodnocení drenáže za podmínek bazálních a po aplikaci diuretika). (Vižďa et al, 2002, s. 11)

Je-li na konci dynamické studie prokazatelný zbytek radiofarmaka v kalichopánvičkovém systému ledviny, je nutností provést snímek po vzpřímení a vymočení pacienta. Tento scintigram slouží k odstranění nesprávně pozitivního výsledku, způsobeného gravitací či distenzí močového měchýře. (Kupka et al, 2007, s. 110)

Všechny varianty diuretické scintigrafie musí být v rámci hodnocení komplexní, vyplývající z rychlosti odtoku radiofarmaka v době efektu diuretika, ale i hodnocení funkční zdatnosti ledviny a dynamiky odtoku radiofarmaka znázorněné nefrografickými křivkami. (Koranda, 2005, s. 311)

### **6.5.2 Dynamická scintigrafie s captoprilovým testem (diagnostika renovaskulární hypertenze)**

Dynamická scintigrafie s captoprilovým testem je vyšetření používané k diagnostice přítomnosti hemodynamicky významné stenózy renální arterie. Týká se pacientů se střední až vysokou pravděpodobností této diagnózy.

Renovaskulární hypertenze (RVH) – patří mezi nejčastější příčiny sekundární hypertenze. Zvýšené hodnoty krevního tlaku jsou zapříčiněny endokrinními změnami

v důsledku hemodynamicky významné stenózy ledvinné tepny (na podkladě aterosklerózy) a hypoperfuze ledvin. Hranice hemodynamicky významné stenózy, která se projeví patologickým výsledkem, je při 70-80 % zúžení lumen cévy. Je-li dosaženo této kritické hodnoty, dochází ke snížení renální perfuze a vzniká obtížně korigovatelná hypertenze. (Peregrin, 2009, s. 267-268). [on line] [citace 2013-11-25].

Dle Řiháčka, Součka a Fráni je výskyt renovaskulární hypertenze u všech hypertoniků 2-5 %, častěji ohroženi jsou kuřáci, pacienti s diabetem, aterosklerotickým postižením mozkových a srdečních tepen a ischemickou chorobou dolních končetin, uvádějí též s věkem stoupající tendenci.

V příčinách vzniku renovaskulární hypertenze se shodují s předchozím autorem. Primárně uvádějí aterosklerotické zúžení renálních tepen, vedoucí postupně k ischemizaci, atrofii ledviny a poruše její funkce. Ve významnosti stenózy se liší 10%, za hemodynamicky významné považují zúžení lumen při 60 %, na jehož podkladě vzniká snížení průtoku plazmy ledvinou a snížená glomerulární filtrace. Jako důsledek je uváděna zvýšená sekrece reninu s aktivací sympatiku a renin – angiotenzin – aldosteron systému. Stoupající závažnost připisují oboustrannému postižení renálních tepen, s incidencí u 1/3 pacientů.

V souvislosti s renovaskulární hypertenzí též připomínají důležitost včasné diagnózy a z toho vyplývající následný lepší léčebný efekt. (Řiháček, Souček, Fráňa, 2006, s. 28-32) [on line] [citace 2014-01-31]

### **6.5.2.1 Příprava pacienta**

- standartní příprava se shoduje se scintigrafií ledvin (hydratace, riziková pacienta zavedení i.v. kanyly)
- 4 hodiny před vyšetřením nalačno, tekutiny bez omezení
- vysazení léků (po dohodě s ošetřujícím lékařem)
  - angiotensin-converting-enzyme inhibitory (ACEI): 3-7 dnů před vyšetřením (záleží na délce biologického poločasu)
  - diuretika: minimálně 3 dny před vyšetřením (pokud lze, při užívání je nebezpečí těžké hypotenzní reakce)
  - blokátory angiotenzin II receptorů

Ostatní antihypertenziva lze ponechat (pacienti s těžkou hypertenzí, kterou je nutno nějak korigovat). (Vižďa, 2007, s. 11)

### **6.5.2.2 Indikace v diagnostice RVH**

- hypertenze do 30 let vzniklá, diastolická hypertenze nad 55 let, hypertenze náhle vzniklá či exacerbace
- diastolický TK vyšší než 130 torr
- hypertenze rezistentní na terapii
- hypertenzní retinopatie III. – IV. stupně, systolicko-diastolický šelest nad epigastriem
- snížení funkce ledvin u pacienta léčeného ACEI (Vlček, 2010, s. 117)

### **6.5.2.3 Průběh vyšetření**

Dynamická scintigrafie ledvin je prováděna 2krát

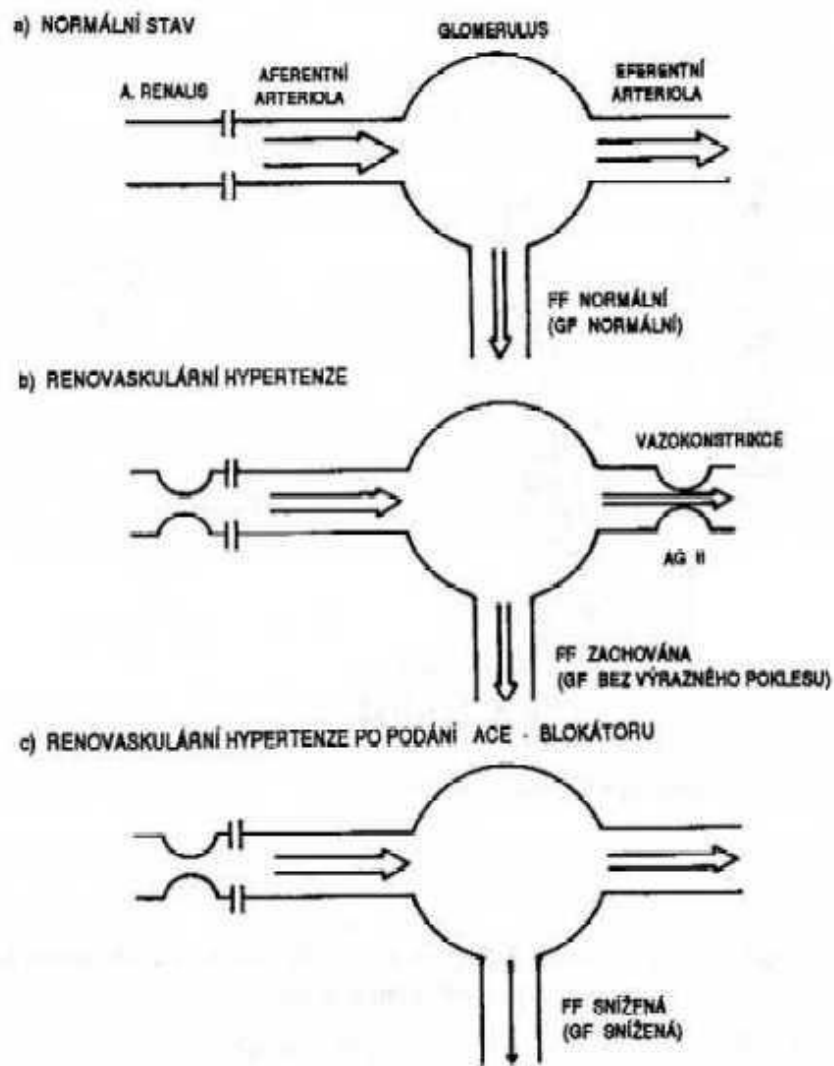
- jednou za bazálních podmínek
- po druhé po podání ACEI (25-50 mg captoprilu - 1 hodinu před aplikací RF)

Studie s podáním ACEI je zahájena změřením tlaku krevního (TK) a pulzu (P) pacienta, následuje podání captoprilu per os (ústí). V časovém úseku 1 hodiny je pacientovy opět měřen TK a P v intervalech 10-15 minut a to do zahájení scintigrafie i po jejím ukončení. Před scintografií se pacient vymočí, diuretikum se nedoporučuje aplikovat z důvodu rizika hypotenzní krize. (Vlček, 2010, s. 117)

Diagnostiku renovaskulární hypertenze pomocí dynamické scintigrafie s captoprilovým testem je možno provádět jedno nebo dvoudenním protokolem. Je-li jako první provedena scintigrafie po podání ACEI s normálním výsledkem, již se neindikuje studie za bazálních podmínek. Za těchto okolností nebyla prokázána významná stenóza renální arterie.

Prokáže-li studie s ACEI zpomalení toku radiofarmaka parenchymem, opožděný vrchol křivky a zpomalení exkrece, následuje dynamická scintigrafie bez podání captoprilu. (Vižďa et al, 2007, s. 12)

Důležitost komplexnosti hodnocení v diagnostice renovaskulární hypertenze přikládají Heráček a Urban. Pro sdělení nálezů doporučují rozdělit výsledky scintigrafie dle pravděpodobnosti renovaskulární hypertenze, do tří skupin - vysokou pravděpodobností (více než 90%), střední (10-90%) a nízkou (méně než 10%). Nejdůležitějším kritériem přínosu v rámci diagnostiky zmiňují změnu nefrogramu po podání ACEI, v porovnání s bazální studií. (Heráček, Urban, 2008-9) [on line] [citace 2014-01-06]



**Obr. 5:** ledvinový glomerulus

- a. normální stav
- b. RVH
- c. RVH po podání ACEI

### 6.5.3 Dynamická scintigrafie transplantované ledviny

Transplantace ledviny je řazena mezi metody léčby pacientů s ledvinným selháním. V porovnání s metodami dialyzačními znamená pro nemocného delší přežití, plnohodnotnou rehabilitaci a návrat do plnohodnotného života.

Transplantační program v České republice má již více než 40letou historii.

Z celkového počtu nemocných trpících nezvratným selháním ledvin žije v dnešní době v České republice téměř polovina z nich s plně funkční transplantovanou ledvinou. Číselné údaje hovoří o více než 3000 pacientech a každoročně k nim přibývá dalších 400 nemocných.

O nemocné po orgánových transplantacích pečují především transplantační centra, ale také nefrologové v některých regionálních dialyzačních centrech. (Viklický, Janoušek, Baláž, 2008, s. 17).

Dynamická scintigrafie transplantované ledviny je vyšetření sloužící ke kvantitativnímu a kvalitativnímu hodnocení perfuze a funkčnosti transplantátu, jeho drenáže a kinetiky následných močových cest. (Ullmann) [on line] [citace 2014-01-16]

Monitorace pacientů po transplantaci ledviny:

- 2. - 4. den po operaci, je prováděno první vyšetření, které je základem pro časné rozpoznání případné akutní rejeckce
- za 7 dní, je-li průběh bez komplikací, další vyšetření následuje před propuštěním do ambulantní péče, při podezření na komplikace ihned
- v průběhu ambulantní péče je prováděno další vyšetření dle indikace nefrologa (Kraft) [on line] [citace 2014-02-02]

### 6.5.3.1 Indikace

- diagnostika akutní tubulární nekrózy (ATN)  
u ATN převažuje porucha funkce nad poruchou perfuze, příčinou poruchy funkce je ischemizace ledviny, ke které dochází v době od vynětí štěpu od dárce až do obnovení průtoku krve ledvinou při transplantaci, ischemií jsou postiženy především buňky ledvinných tubulů, relativně méně jsou postiženy vaskulární struktury
- diagnostika rejekce (odmítnutí) štěpu  
u rejekce je z počátku dominantní porucha perfuze nad funkčním poškozením, pouze u hyperakutní rejekce je současně přítomna závažná porucha ledvinného prokrvení i závažná porucha funkce
- detekce urinomu (úniku moči do peritoneální dutiny)  
při urinomu dochází k úniku moči mimo močové cesty vlivem dehiscence (rozestupu) anastomózy ureteru, na scintigramu se projeví hromaděním radiofarmaka mimo štěp, močovody a močový měchýř. (Mysliveček, Hušák, Koranda, 2000, s. 115-116)

Také Kraft popisuje imunologické i chirurgické komplikace a ischemické poškození štěpu. Hyperakutní rejekci označuje dnes za velmi vzácnou, vznikající během několika hodin po transplantaci. Akutní rejekci za velmi častou, vznikající již od pátého dne od transplantace, nejčastěji během prvních týdnů, ale i v průběhu šesti a více měsíců po operaci. Důležitost přikládá včasné diagnostice pomocí dynamické scintigrafie. Chronickou rejekci označuje za ireversibilní proces s následnou ztrátou funkce štěpu, rozlišitelnou od akutní rejekce opět pomocí dynamické scintigrafie. Ischemické poškození štěpu, jakým je akutní tubulární nekróza, nejčastěji dle Krafta vzniká při odběru štěpu od dárce, během transplantace a hlavně při jeho skladování. Jednou z chirurgických komplikací označuje únik moči paraureterálně, mimo močové cesty, nejčastěji v místě, kde byl našit ureter na transplantát – urinom. (Kraft) [on line] [citace 2014-02-02]

### 6.5.3.2 Průběh vyšetření

Pacient je vyšetřován vleže na zádech. Radiofarmakum je aplikováno intravenózně přísně formou bolu o aktivitě 7,4 MBq/kg váhy, s minimem 37 MBq a maximem 370 MBq. ( Vižďa et al, 2002, s. 12)

Průběh vyšetření se natáčí pomocí gama kamery s kolimátory LEHR, okénko analyzátoru je nastaveno na fotopík 140 keV  $\pm$  10%, v přední projekci, obrazová matice 64x64. Zorné pole kamery je zaměřeno na transplantovanou ledvinu, ilické arterie a močový měchýř. Nahrávání se spouští bezprostředně po aplikaci. V první minutě je nasťrádáno 60 jednovteřinových scintigramů, které podávají informaci o průtoku radiofarmaka ilickou tepnou a ledvinou. Navazujících 20-30 minut vyšetření se skládá 10-20 sekundových scintigramů. V této době se obdobně jako u běžných dynamických studií ledvin sleduje a hodnotí vychytávání radiofarmaka parenchymem a jeho odtok kalichopánvičkovým systémem do močového měchýře.

Vyšetření je optimální provádět za 24-48 hodin od operace. Pouze časné vyšetření poskytne kvalitní data, umožňující správné zhodnocení vývoje eventuálních patologických procesů. (Mysliveček, Hušák, Koranda, 2000, s. 116)

### 6.5.3.3 Hodnocení vyšetření

Za výsledek vyšetření je považována studie složená z části perfuzní (úvodní minuta) a z části funkční a exkrece (2. - 30. minuta)

Po ukončení akvizice (nahrávání) lze hodnotit perfuzi, funkci a drenáž transplantované ledviny.

Vyšetření se hodnotí vizuálně a kvantitativně:

- vizuální hodnocení jednotlivých fází vyšetření (perfuzní, parenchymové a exkrece), hodnocen je kontrast a homogenita radiofarmaka v transplantované ledvině, kontury transplantátu a ložiskové změny včetně plnění močového měchýře
- kvantitativní hodnocení - zpracovávají se a hodnotí četnostní křivky prvního průtoku radiofarmaka, posuzuje se funkce transplantované ledviny, stanovují se



tranzitní časy (průchod RF parenchymem a močovými cestami), hodnotí se nárůst aktivity v močovém měchýři. (Kupka et al, 2007, s. 111)

Jak říká Ullmann, tyto údaje jsou potřebné pro tvorbu závěrečného protokolu, který lze považovat za souhrnné matematické hodnocení. Ullmann [on line] [citace 2013-11-26]

Dle Kupky (2007, s. 108) je nejčastějším výpočtem index podle Hilsona - HI (poměr četnosti za časový úsek od přítoku radiofarmaka, po dosažení maxima v arteria iliaca externa.

Hilsonův perfuzní index porovnává (kvantifikuje) průtok krve v arteria iliaca externa zásobující ledvinu krví s prokrvením transplantátu. Stanovuje se podle vztahu: „ $HI = a/b \cdot 100$ “, kde „a“ je hodnota integrálu celé vzestupné fáze četnostní křivky z oblasti a. iliaca ext., „b“ je hodnota integrálu části vzestupné fáze četnostní křivky z oblasti transplantované ledviny, která je vymezena časovým intervalem, určeným při výpočtu plochy „a.“ (Myslivoček, Hušák, Koranda, 2000, s. 116)

Dle Ullmanna je dalším výpočtem sloužící k určení kvantifikace poměru filtrace a perfuze ledviny Washidův perfuzní průtokový index. Ten je počítán ze samotné křivky ledvinné. Kvantifikuje danou část krve s radiofarmakem, protékající ledvinou a pokračující přes art. iliaca ext., oproti druhé části odfiltrované ledvinou. Ullmann [on line] [citace 2014-02-07]

Hodnoty výsledných indexů jsou porovnávány s výsledky předchozího vyšetření nebo fyziologickými daty. Vižďa ve své publikaci zmiňuje zachovalou perfuzi, sníženou funkci a zpomalenou exkreci radiofarmaka typickou pro ATN. Na rozdíl od trombózy renální arterie a renálního infarktu, pro které uvádí charakteristické chybění perfuze štěpu, možnost stejného obrazu přisuzuje i hyperakutní rejekci, rejekci akutní charakterizuje postupné zhoršování perfuze ledviny, spolu se sníženou akumulací RF. Hromadění radiofarmaka difuzního charakteru mimo štěp, uretery a močový měchýř je typickým znakem pro urinom. (Vižďa, 2002, s. 12)

## 7. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo přiblížit podstatu obou typů radionuklidových vyšetření, které se týkají uropoetického systému - statické a dynamické scintigrafie ledvin. První z cílů v rámci této práce se týkal charakteristiky a popisu obou vyšetření, druhý jejich odlišností v rámci indikací a přínosu. Oba cíle byly v rámci obsahu bakalářské práce splněny.

Obě radionuklidová vyšetření ledvin jsou prováděna po intravenózní aplikaci radiofarmak vylučovaných ledvinami. Zobrazení požadované oblasti zájmu je možné díky prostorovému rozložení distribuce aplikovaného radiofarmaka detekovaného scintilační kamerou. Základní část scintilační kamery tvoří scintilační detektor, z něhož je odvozen název vyšetřovací metody - scintigrafie. Výhodou zobrazovacích metod v nukleární medicíně je jejich nízká radiační zátěž a minimální výskyt nežádoucích účinků. Důležité je zmínit vzájemný vztah obou typů vyšetření, kdy každé je nositelem jiných informací.

Společné pro obě metody je přístrojové vybavení. Jedno nebo dvouhlavá scintilační kamera vybavena kolimátory LEHR (pro nízkou energii s vysokým rozlišením) s paralelními otvory. (Vižďa et al, 2002. s. 13), (Teplan, 2006, s. 63)

Stejná je i příprava pacienta – tedy dostatečná hydratace a nutnost dodržení neměnné polohy během vyšetření (u dětí je nutno zamezit eventuálnímu pohybu). (Vlček, 2010, s. 98), (Mysliveček et al, 2007, s. 101).

Rozdílnost metod vyplývá z jejich principů, indikací a získaných informací. U statické scintigrafie je indikací, obecně řečeno, posouzení funkce ledvin a eventuálních ložiskových změn. Konkrétně je to, co nejpřesnější posouzení funkce ledvin, potvrzení vrozených vývojových vad (jako je chybění jedné z ledvin, tvarová anomálie, abnormální uložení, apod). (Doležel et al, 2010, s. 495-8), (Kupka et al, 2007, s. 112), (Doležal, 2008, s. 251-252)

Dynamická scintigrafie je v rámci indikací rozmanitější. Dle obecného pohledu, vyšetření posuzuje izolovaně funkci levé a pravé ledviny a jejich drenáž. Konkrétně se jedná o stavy s přítomností vrozených vývojových vad, po zánětech, po traumatech. (Lang, 2011, s. 218) Dynamická scintigrafie s furosemidovým testem slouží k odlišení obstrukce močových cest a prosté dilatace kalichopánvičkového systému. (Koranda, 2005, s. 310)

V širším slova smyslu patří k indikacím dynamická scintigrafie transplantované ledviny (Mysliveček, Hušák, Koranda, 2000, s. 115-116) a dále dynamická scintigrafie s captoprilovým testem k posouzení hemodynamické závažnosti renovaskulární hypertenze. (Peregrin, 2009, s. 267-268)

Rozdíly mezi vyšetřeními vyplývají i z farmakokinetiky radiofarmak potřebných k jejich provedení.  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 a  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA jsou zástupci scintigrafie dynamické,  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA scintigrafie statické.  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 je vázán na plazmatické bílkoviny, z organismu je vylučován tubulární sekrecí na rozdíl od  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA, u které je vazba na plazmatické bílkoviny jen minimální a z těla se vylučuje pomaleji glomerulární filtrací. (Vižďa et al, 2002, s. 13).  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA je vylučována především buňkami proximálních tubulů, minimálně též glomerulární filtrací. (Vižďa et al, 2002, s. 8)

Oba typy scintigrafického vyšetření ledvin se hodnotí jak vizuálně (kvalitativně), tak kvantitativně. V obsahu bakalářské práce již zmiňovaný program OSTNUCLINE je charakteristickou linií vyhodnocování dynamické scintigrafie. (Lang, 2011, s. 218)

Na výstupu vyšetření pak ošetřující - odesílající lékař vidí nefrografické četnostní křivky, poměr funkce ledvin a další matematické parametry, na základě kterých je pak slovně vyjádřeno celkové hodnocení vyšetření. (Koranda, 2005, s. 311)

Statická scintigrafie je popisována na základě vizuálního hodnocení homogenní depozice radiofarmaka nebo přítomnosti kortikálních defektů, zásadním matematickým parametrem je poměr funkce celých ledvin nebo jejich částí.

Statická i dynamická scintigrafie ledvin mají při vyšetřování uropoetického traktu stále své nezastupitelné místo, protože podávají jedinečné informace a to izolovaně o levé a pravé ledvině.

Na závěr bakalářské práce bych se ráda zmínila o roli radiologického asistenta v celé její šíři. Na jeho práci s přicházejícím klientem, práci s radiofarmakem a s nahráváním vyšetření pak navazuje lékař nukleární medicíny. Pozice radiologického asistenta směrem ke klientovi i k vyšetřujícímu lékaři je důležitá, je závislá na jeho znalostech a odborné erudici, do značné míry je obrazem kvality provedeného vyšetření.

## 7.1 Bibliografické zdroje

1. KUPKA, Karel, KUBINYI, Josef, ŠÁMAL, Martin a kol. 2007. Nukleární medicína. 1.vyd. Příbram 2007. ISBN 978-80-903584-9-2
2. MYSLIVEČEK, Miroslav, HUŠÁK, Václav, KORANDA, Pavel, 1995. Nukleární medicína 1. vyd. Olomouc 1995. ISBN 80-7067-511-X
3. MYSLIVEČEK, Miroslav, HUŠÁK, Václav, KORANDA, Pavel, 2000. Nukleární medicína 1. vyd. Olomouc 2000. ISBN 80-244-0081-2
4. MYSLIVEČEK, Miroslav, KAMÍNEK, Milan, KORANDA, Pavel, HUŠÁK, Václav. 2007. Nukleární medicína – 1. Díl. 1.vyd. Olomouc 2007. ISBN 978-80-244-1723-3
5. NAŇKA, Ondřej, ELIŠKOVÁ, Miloslava, 2009. Přehled anatomie, 2. doplněné a přepracované vydání, Praha 2009. ISBN 978-80-7262-612-0 (Galén)
6. TEPLAN, Vladimír, HORÁČKOVÁ, M., BÉBROVÁ, E., JANDA, J. a kol. 2004. Infekce ledvin a močových cest v dospělém a dětském věku, Grada 2004. ISBN 80-247-0566-4
7. VIKLICKÝ, Ondřej, JANOUŠEK, Libor, BALÁŽ, Petr, 2008. Transplantace ledviny v klinické praxi, 1. Vydání, Praha 2008. ISBN 978-80-247-2455-3 (Grada)
8. VIŽĎA, Jaroslav, LEPEJ, Ján, KRÍŽKOVÁ, Hana, URBANOVÁ, Elen. 2002. Atlas scintigrafie ledvin. 1. vyd. Praha 2002. ISBN 80-902873-60
9. VLČEK, Petr a kol., 2010. Praktická cvičení z nukleární medicíny. Praha 2010. ISBN 978-80-246-1819-7 (Karolinum)

## 7.2 Internetové zdroje

1. DOLEŽAL, Jiří. 2008. Posouzení funkce ledviny po střelném poranění a záchovné operaci pomocí statické scintigrafie s  $^{99m}\text{Tc}$  DMSA. Urologie pro praxi on-line [on line] 2008, roč. 9, č. 5, s. 251-252. [citace 2013-11-25]. ISSN 1213-1768. Dostupné z: <http://www.urologiepropraxi.cz/pdfs/uro/2008/05/09.pdf>
2. DOLEZEL, Z. et al. 2000. Diagnostika akutní pyelonefritidy v dětském věku: srovnávání ultrasonografického vyšetření a scintigrafie ledvin pomocí  $^{99m}\text{Tc}$  DMSA. Bratislavské lékařské listy on-line [on line] 2000. roč. 101, č. 9, s. 495-498. [citace 2013-11-10] Dostupné z: <http://www.bmj.sk/2000/10109-04.PDF>
3. HERÁČEK, Jiří, URBAN, Michael a kol. 2008. Dynamická scintigrafie ledvin (nefrografie). Urologie pro studenty on- line [on line] 2008-9. Androgeos 2013. [citace 2013-11-26]. Dostupné z: <http://www.urologieprostudenty.cz/obecna-urologie/radioizotopove-vysetrovaci-metody-v-urologii/dynamicka-scintigrafie-ledvin-nefrografie>
4. HERÁČEK, Jiří, URBAN, Michael a kol. 2008. Statická scintigrafie ledvin. Urologie pro studenty on-line [on line] 2008-9. Androgeos 2013. [citace 2013-11-26]. Dostupné z: <http://www.urologieprostudenty.cz/obecna-urologie/radioizotopove-vysetrovaci-metody-v-urologii/staticka-scintigrafie-ledvin>
5. HERÁČEK, Jiří, URBAN, Michael a kol. 2008. Radiofarmaka. Urologie pro studenty on- line [on line] 2008-9. Androgeos 2013. [citace 2013-11-26]. Dostupné z: <http://www.urologieprostudenty.cz/obecna-urologie/radioizotopove-vysetrovaci-metody-v-urologii/radiofarmaka>
6. HUŠÁK, Václav et al. 2007. Radiační zátěž rukou pracovníků v nukleární medicíně připravujících radiofarmaka se zářiči gama včetně pozitronového zářiče  $^{18}\text{F}$ . Česká radiologie on-line [online] 2011, roč. 61, č. 1, s. 80-84. [citace 2013-11-25] ISSN 1210-7883. Dostupné z: <http://www.cesradiol.cz/detail.php?stat=78>
7. HYRŠL, Lubomír, CHOCHOLATÝ, Matúš. 2006. Získaná bezpříznaková afunkce ledviny závažný urologický symptom. Urologie pro praxi on-line [on line] 2006, roč. 7, č. 4, s. 165-166. [citace 2014-02-11]. ISSN 1213-1768. Dostupné z: <http://www.urologiepropraxi.cz/pdfs/uro/2006/04/05.pdf>

8. KRAFT, Otakar. 1998. Dystopie ledviny a scintigrafie skeletu. Česká urologie on-line [on line] 1998, roč. 2, č. 3, s. 23-24. [citace 2013-11-25]. ISSN 1211-8729. Dostupné z: [http://www.czechurol.cz/dwnld/98\\_3\\_23\\_24.pdf](http://www.czechurol.cz/dwnld/98_3_23_24.pdf)
9. KRAFT, Otakar. Dynamická scintigrafie ledvin [on line prezentace]. Ostrava. Katedra zobrazovacích metod Ostravské univerzity, [on line] [citace 2014-02-15] Dostupné z: <http://www.fno.cz/klinika-nuklearni-mediciny/ke-stazeni>
10. LANG, Otto, KOMOROUSOVÁ, Irena. 2011. Nový software pro dynamickou scintigrafii ledvin. Česká radiologie on-line [on line] 2011, roč. 65, č. 3, s. 218-223. [citace 2013-11-10] ISSN 1210-7883. Dostupné z: <http://www.cesradiol.cz/detail.php?stat=337>
11. PEREGRIN, Jan, BURGELOVÁ, Marcela. 2009. Renovaskulární onemocnění – klinický obraz, diagnostika a terapie. Interní medicína on-line [on line] 2009, roč. 11, č. 6, s. 267-271. [citace 2013-11-25]. Dostupné z: [http://www.tigis.cz/images/stories/Aktuality\\_nefro/2004/S1\\_04/04\\_abstrakta\\_avn\\_S1\\_04\\_web\\_zabezp.pdf](http://www.tigis.cz/images/stories/Aktuality_nefro/2004/S1_04/04_abstrakta_avn_S1_04_web_zabezp.pdf)
12. ŘIHÁČEK, Ivan, SOUČEK, Miroslav, FRÁŇA, Petr. 2006. Sekundární hypertenze v ambulantní praxi. Medicína pro praxi on-line [on line] 2006, roč. 3, č. 1, s. 28-32. [citace 2014-01-31]. Dostupné z: <http://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2006/01/07.pdf>
13. TEPLAN, Vladimír a kol. 2006. Praktická nefrologie. In: Pavel Koranda. Radionuklidová vyšetření v nefrologii [on line]. Praha: Grada publishing, s. 61-67 [citace 2013-30-11]. ISBN 0-247-1122-2. Dostupné z: [http://www.ereading.cz/nakladatele/data/ebooks/2030\\_preview.pdf](http://www.ereading.cz/nakladatele/data/ebooks/2030_preview.pdf)
14. ULLMANN, Vojtěch. Astro Nukl Fyzika. In: Vojtěch Ullmann, Aleš Slanina. Komplexní počítačové vyhodnocování funkčních scintigrafických vyšetření na PC [on line]. [citace 2013-11-25]. „ISBN, vyd. neuvedeno“. Dostupné z: <http://www.astronuklfyzika.cz/strana2.htm>
15. ULLMANN, Vojtěch. Astro Nukl Fyzika. In: Vojtěch Ullmann, Aleš Slanina. Komplexní vyhodnocování dynamické scintigrafie transplantované ledviny [on line]. [citace 2013-11-25]. „ISBN, vyd. neuvedeno“. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/Transpl.htm>
16. ULLMANN, Vojtěch. Astro Nukl Fyzika. In: Vojtěch Ullmann, Aleš Slanina. Komplexní vyhodnocování dynamické scintigrafie transplantované ledviny [on line].

[citace 2014-02-07]. „ISBN, vyd. neuvedeno“. Dostupné z:

<http://astronuklfyzika.cz/strana2.htm>

17. VRÁNA, Jan. Infekce močových cest u dětí. 2004. Urologie pro praxi on-line [on line]

2004, roč. 4, č. 1, s. 10-12. [citace 2014-03-03] Dostupné z:

<http://www.solen.cz/pdfs/uro/2004/01/03.pdf>

18. Věstník ministerstva zdravotnictví. 2007. Dostupné z: [http://www.vf.cz/data/files/nrs-](http://www.vf.cz/data/files/nrs-nm-navrh-26-9-2007-194-268-cz.pdf)

[nm-navrh-26-9-2007-194-268-cz.pdf](http://www.vf.cz/data/files/nrs-nm-navrh-26-9-2007-194-268-cz.pdf)

## Seznam zkratk použitých v textu:

<b>ACE-I</b>	angiotensin-converting-enzyme inhibitory
<b>AP</b>	akutní pyelonefritida
<b>ATN</b>	akutní tubulární nefritida
<b>BP</b>	bakalářská práce
<b>CT</b>	výpočetní tomografie
<b>DMSA</b>	kyselina dimerkaptojantarová
<b>DTPA</b>	diethylentriaminopentaoctová kyselina
<b>IMC</b>	infekce močových cest
<b>I.V.</b>	intravenózně (nitrožilně)
<b>keV</b>	kiloelektronvolt - jednotka energie
<b>KPS</b>	kalichopánvičkový systém
<b>LEHR</b>	kolimátor pro nízké energie s vysokým rozlišením
<b>MAG3</b>	merkptoacetyltriglycin
<b>MM</b>	močový měchýř
<b>MBq</b>	megabecquerel – jednotka radioaktivity
<b>mGy</b>	miligray – jednotka absorbované dávky
<b>mSv</b>	milisievert - jednotka radiační zátěže
<b>NM</b>	nukleární medicína
<b>P</b>	puls
<b>RF</b>	radiofarmakum
<b>RVH</b>	renovaskulární hypertenze
<b>SPECT</b>	jednofotonová emisní počítačová tomografie
<b><sup>99m</sup>Tc</b>	technecium
<b>TK</b>	tlak krve
<b>UZ</b>	ultrasonografie
<b>VUR</b>	vezikoureterální reflux
<b>VVV</b>	vrozené vývojové vady



### **Seznam obrázků použitých v textu:**

**Obr. 1:** Principiální schéma scintilační (Angerovy) kamery. Dostupné

z: <http://astronuklfyzika.cz/Scintigrafie.htm>

**Obr. 2:** Struktura DMSA. Dostupné z: <http://www.wikiskripta.eu/index.php/DMSA>

**Obr. 3:** Struktura DTPA. Dostupné z: <http://scienceinhydroponics.com/2010/08/iron-sources-in-hydroponics-which-one-is-the-best.html>

**Obr. 4:** Struktura MAG 3. Dostupné z: <http://www.drugs.com/pro/technescan-mag3.html>

**Obr. 5:** ledvinný glomerulus. Dostupné z: <http://vyuka.i-consult.cz/gastroenterologie-nefrourologie/ghtml.php?id=27>

### **Seznam tabulek použitých v textu:**

Tabulka 1. (Věstník MZ ČR, 2007, s. 49) [on line] [citace 2014-02-01] Dostupné z: :

<http://www.vf.cz/data/files/nrs-nm-navrh-26-9-2007-194-268-cz.pdf>

Tabulka 2. (Věstník MZ ČR, 2007, s. 51) [on line] [citace 2014-02-01] Dostupné z: :

<http://www.vf.cz/data/files/nrs-nm-navrh-26-9-2007-194-268-cz.pdf>

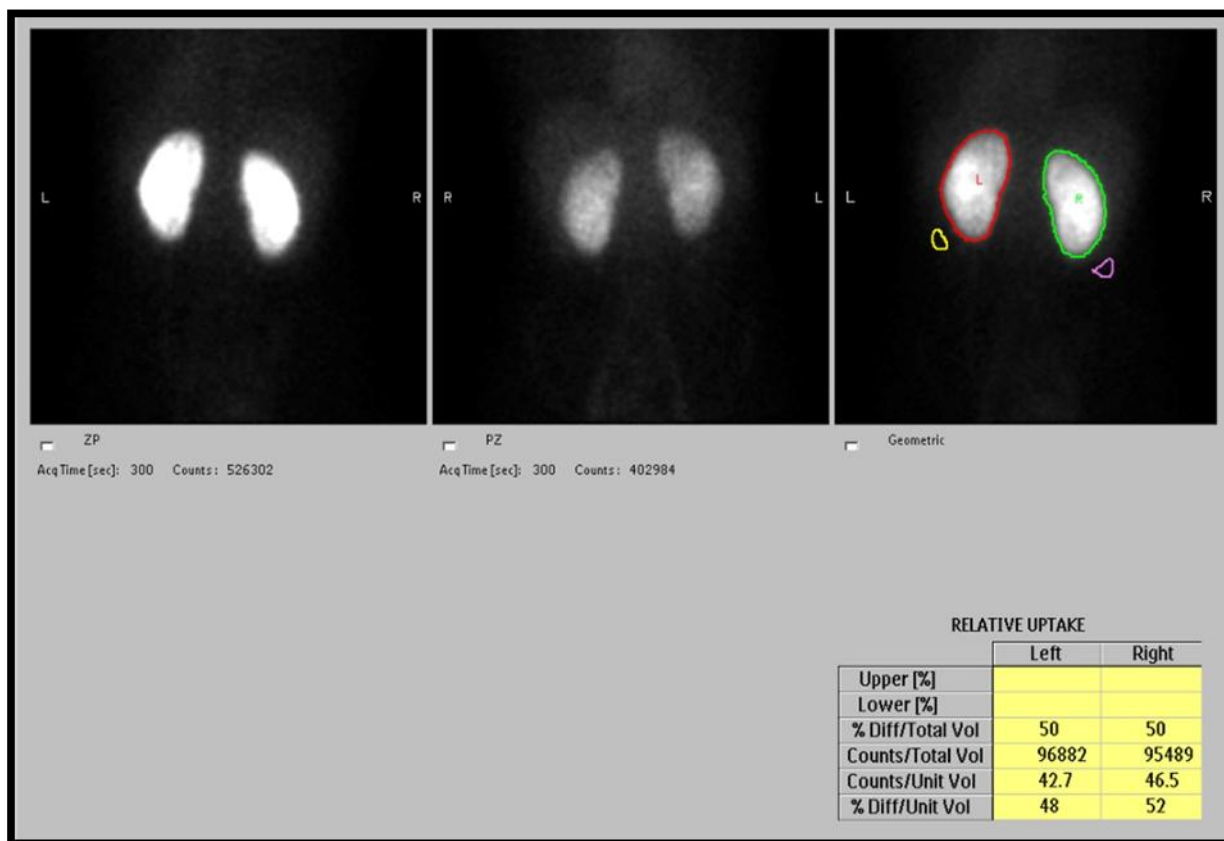
Tabulka 3. (Věstník MZ ČR, 2007, s. 52) [on line] [citace 2014-02-01] Dostupné z: :

<http://www.vf.cz/data/files/nrs-nm-navrh-26-9-2007-194-268-cz.pdf>

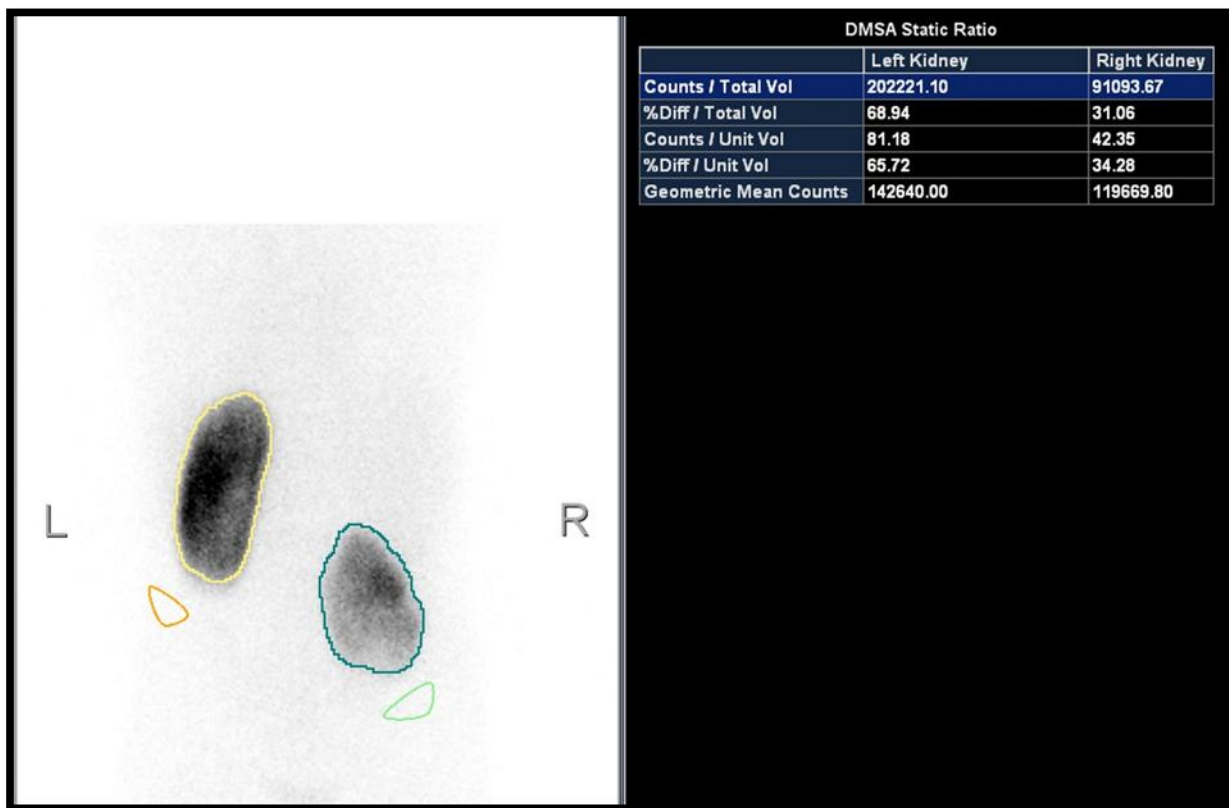
Tabulka 4. (Věstník MZ ČR, 2007, s. 14) [on line] [citace 2014-02-01] Dostupné z: :

<http://www.vf.cz/data/files/nrs-nm-navrh-26-9-2007-194-268-cz.pdf>

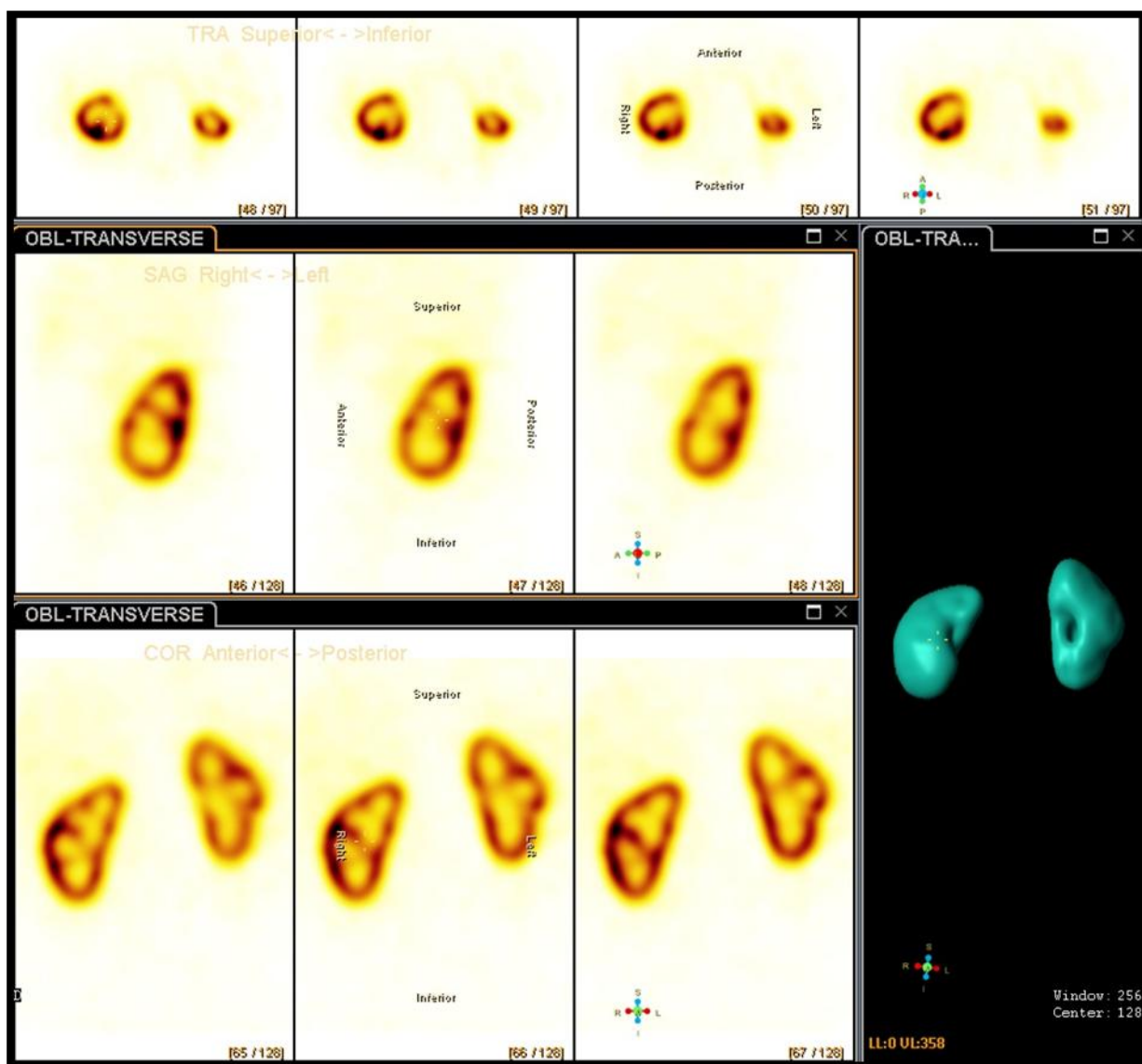
**Obrazové přílohy** – převzato z materiálů ONM Chrudim, se souhlasem firmy DIMED s.r.o, provozovatelem oddělení, zohledněna anonymizace pacientů:



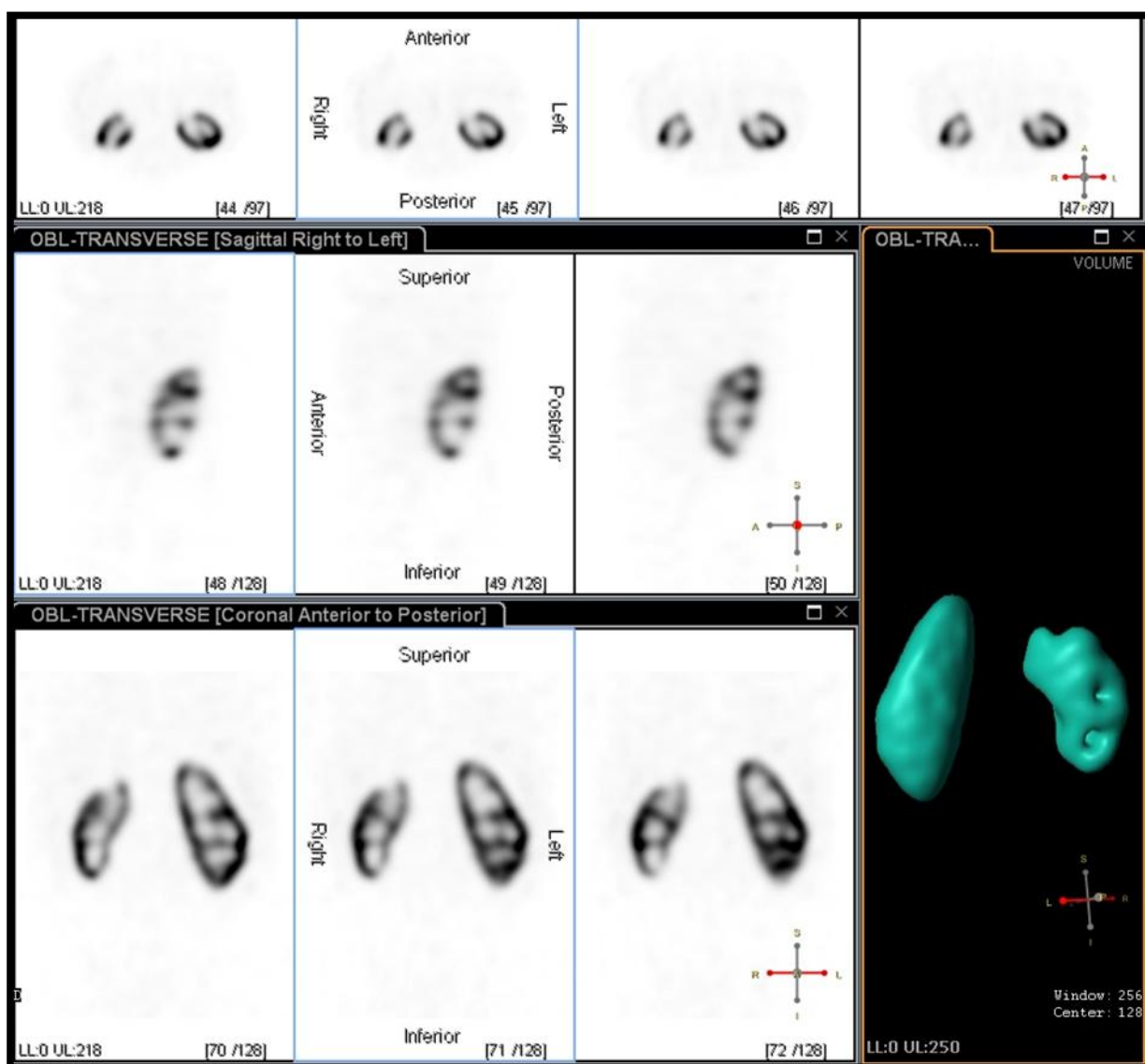
**Příloha č. 1: Statická scintigrafie ledvin – <sup>99m</sup>Tc-DMSA – normální nález**



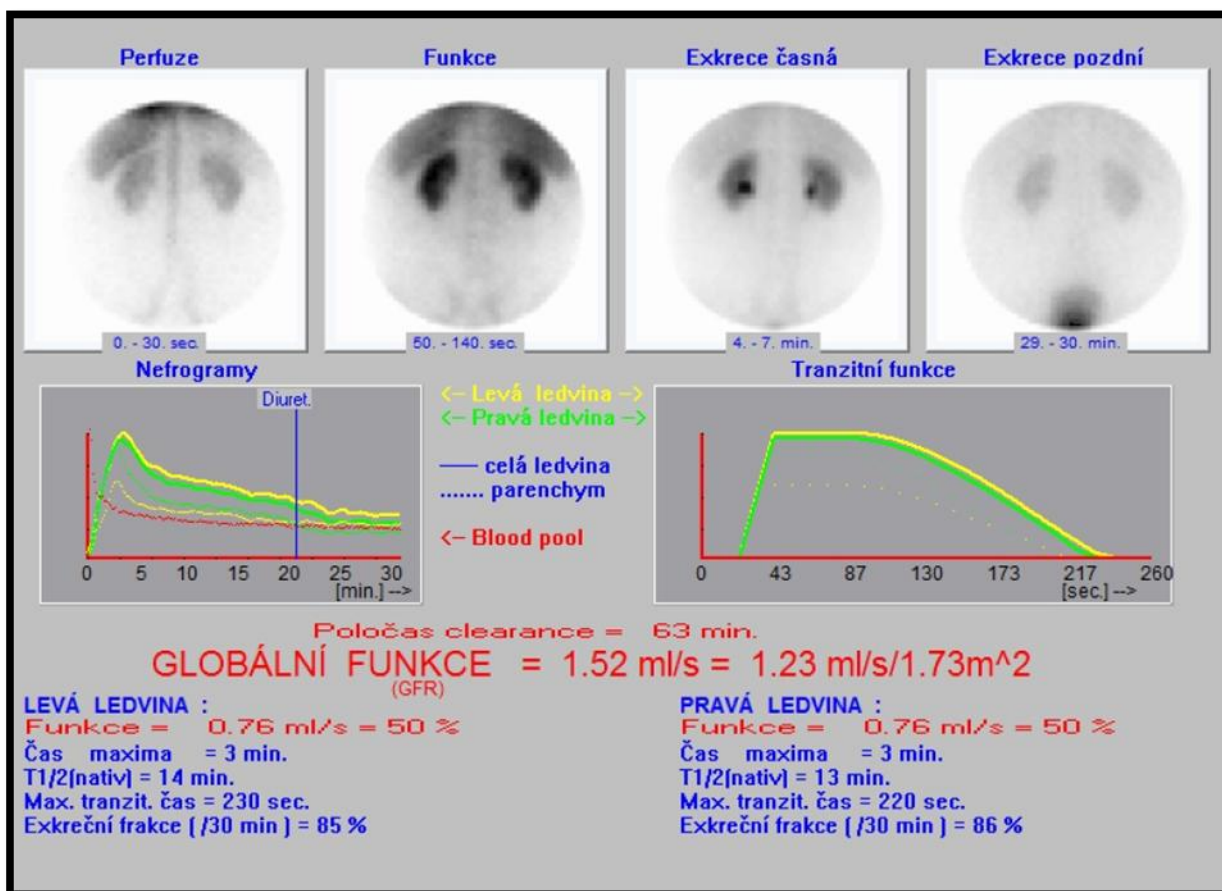
**Příloha č. 2: Statická scintigrafie ledvin-<sup>99m</sup>Tc-DMSA – dystopická a relativně hypofunkční pravá ledvina (podílí se 31% na celkové funkci ledvin)**



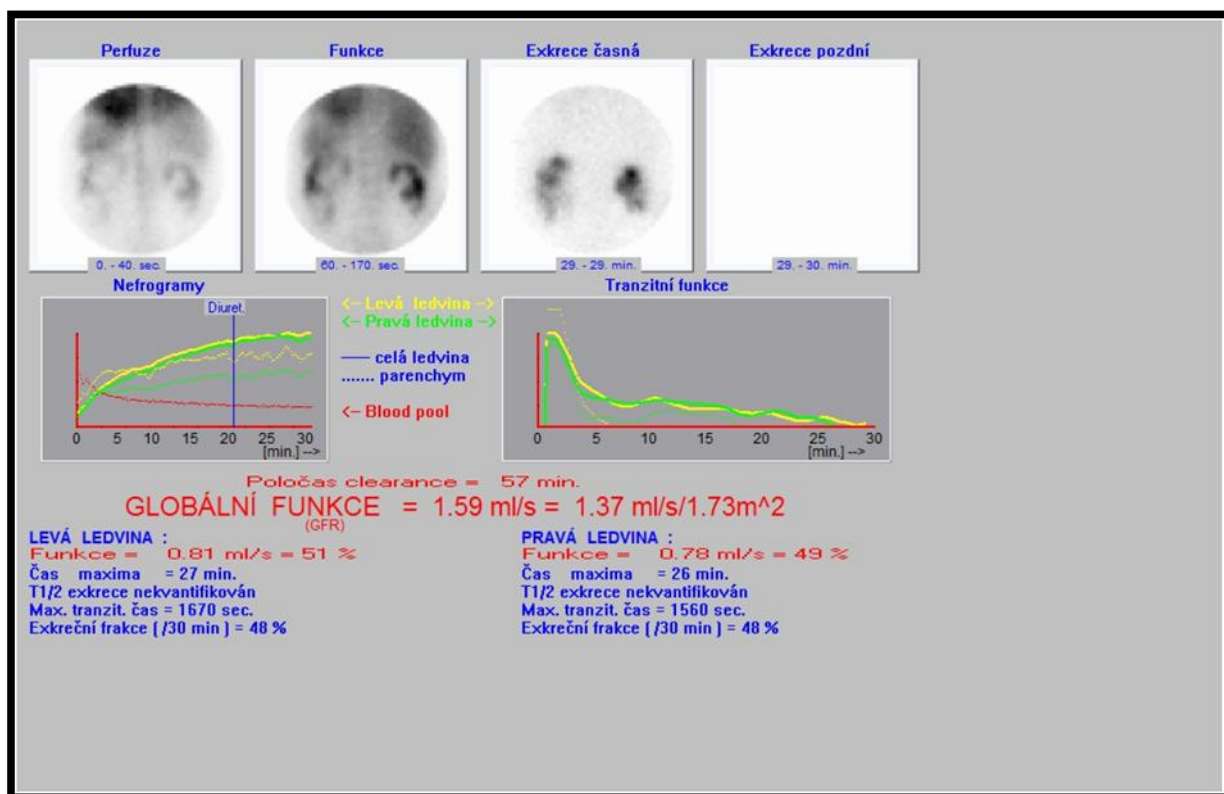
Příloha č. 3: Statická scintigrafie ledvin –  $^{99m}\text{Tc}$  -DMSA (SPECT) – normální nález



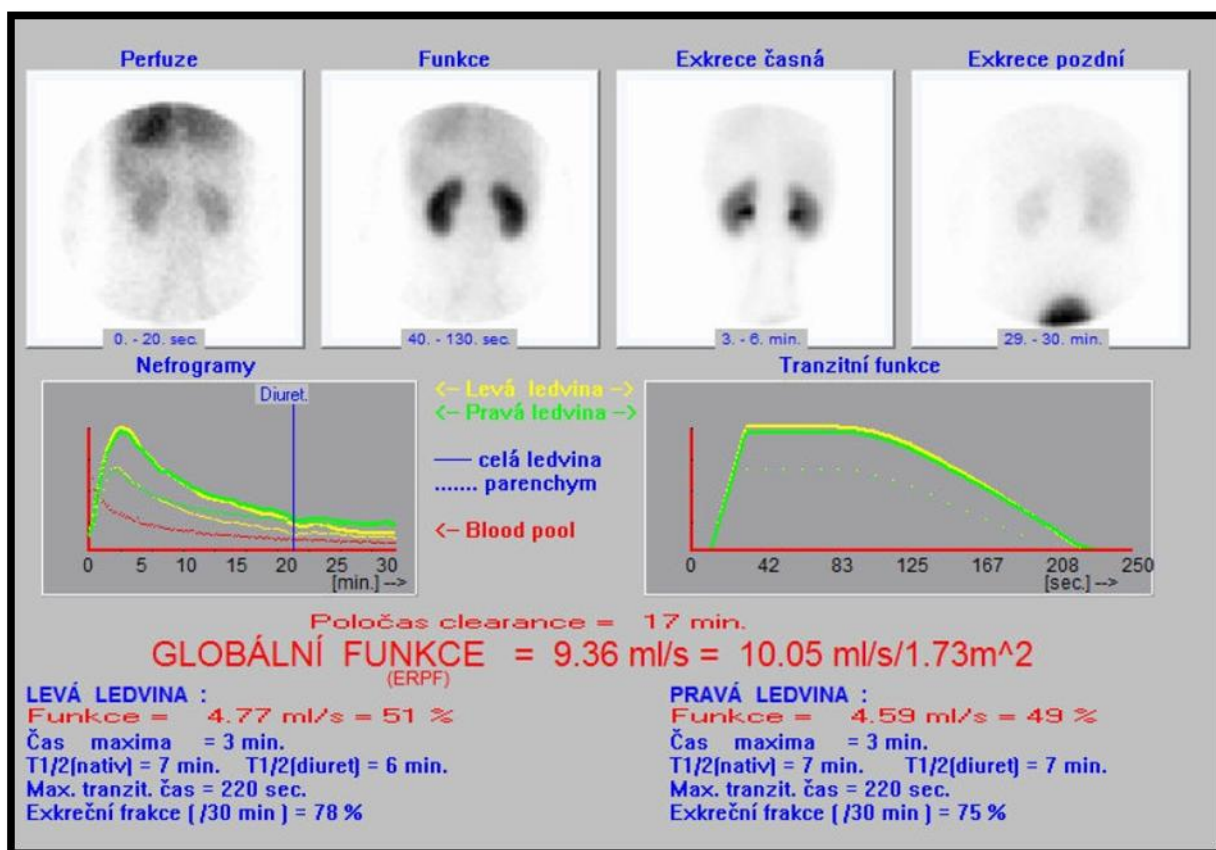
**Příloha č. 4: Statická scintigrafie ledvin -  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA (SPECT) – pravá ledvina relativně menší s vícečetnými kortikálními defekty (po pyelonefritidě)**



Příloha č. 5: Dynamická scintigrafie ledvin – <sup>99m</sup>Tc-DTPA – normální nález

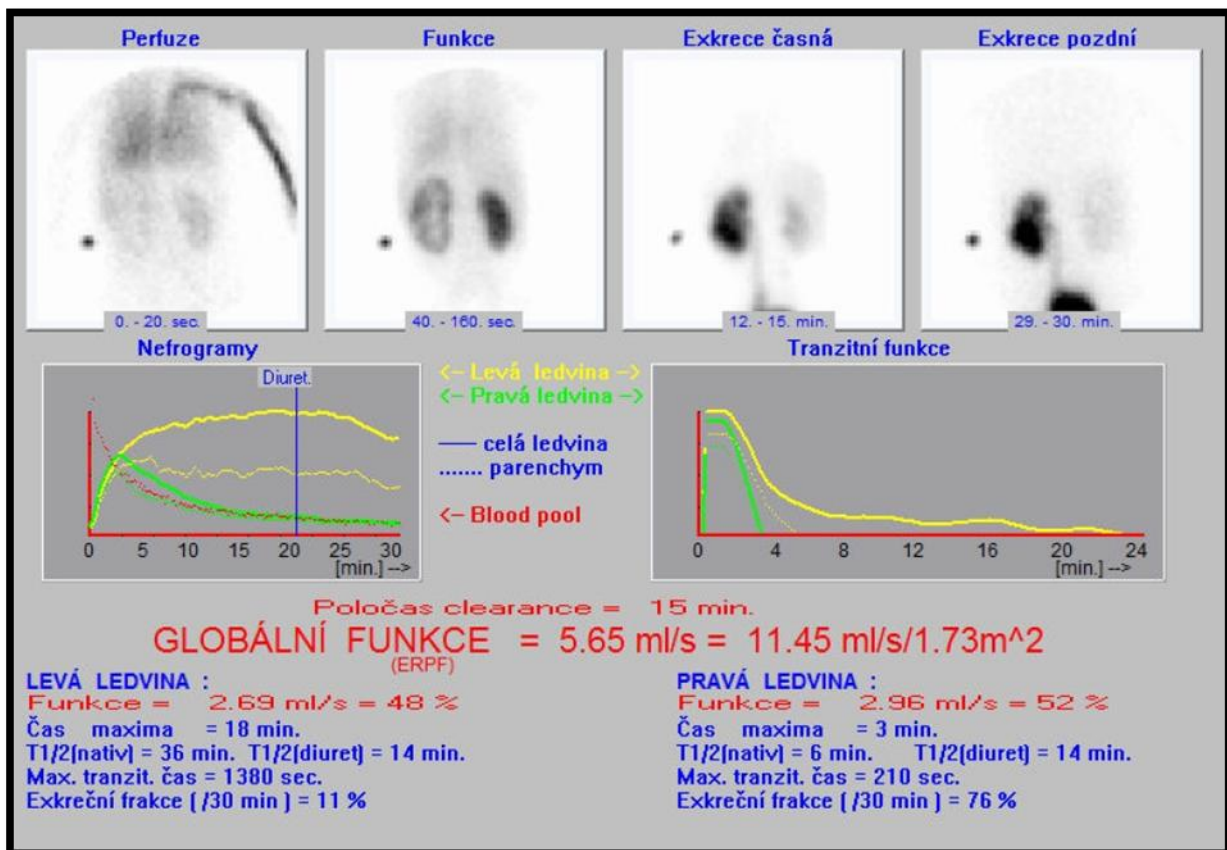


**Příloha č. 6: Dynamická scintigrafie ledvin – <sup>99m</sup>Tc-DTPA - úplná obstrukce pelviureterálně oboustranně (při v.s. zdvojení dutých systémů oboustranně)**



Příloha č. 7: Dynamická scintigrafie ledvin – <sup>99m</sup>Tc-MAG3 – normální nález





**Příloha č. 8: Dynamická scintigrafie ledvin – <sup>99m</sup>Tc-MAG3 – urodynamicky významné zúžení vlevo vesikoureterálně, vpravo normální drenáž**