

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta

**Metody nukleární medicíny užívané při zobrazování lymfatického
systému**

Bakalářská práce

Vypracoval: Lenka Hlůžová, DiS.

Vedoucí práce: MUDr. Hana Křížová

Datum odevzdání práce: 2.5.2011

Annotation

Nuclear medicine techniques used in lymphatic system imaging

Lymphoscintigraphy is a non-invasive examination technique that can very easily contribute to the diagnosis of lymphoedema in patients suffering from swelling of the lower extremities. Thanks to the low radiation burden and minimum risk of allergic reactions, this technique can be used for repeated examinations as well as for monitoring the effects of the treatment.

In this thesis, I am trying to familiarize readers with the principles of lymphoscintigraphy of the lower extremities and with various options for processing the images obtained.

My objective was to compare the results of the semi-quantitative evaluation of the currently used static imaging techniques with whole body scintigraphy, thus contributing to the simplification of this examination.

A group of 96 patients was formed for whom I always used two methods of data acquisition (currently used static images followed by whole body recording). Given the different possibilities of semi-quantitative evaluation, the patients were divided into two groups, according to the imaging methods for the site of application in the whole body records.

In addition, I tried to evaluate the benefits of SPECT/low-dose CT on the area of the inguinal lymph nodes, especially in obese patients. Images were taken from a total of 5 patients.

All data was imaged and subsequently processed at the Clinic of Nuclear Medicine, University Hospital Královské Vinohrady.

It is evident from the processing of data from 96 patients that static data acquisition can be replaced with whole body imaging. Given the method of processing, imaging with shielding of the injection site seems to be a more suitable method. In 6,5% of these patients, the result was mildly underestimated.

Unfortunately, the benefits of SPECT or SPECT/low-dose CT were not fully confirmed.

I hope that this thesis will provide a comprehensive view of the performance of lymphoscintigraphy and will help to elucidate the influence of the imaging technique used on the results of semi-quantitative evaluation. Last but not least, it will help to facilitate the work of radiology assistants and doctors, and increase the comfort of examination for patients.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Metody nukleární medicíny užívané při zobrazování lymfatického systému“ vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce a to v nezkrácené podobě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zdravotně sociální fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum: 2.5.2010

Podpis studenta

Poděkování

Ráda bych poděkovala MUDr. Haně Křížové za její pomoc, velkou trpělivost, cenné rady a čas, který mi věnovala při psaní mé bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Heleně Trojanové, CSc. za její neocenitelné rady při zpracování údajů k této bakalářské práci.

OBSAH

OBSAH	6
ÚVOD	8
1 SOUČASNÝ STAV	9
1.1 RADIOFARMAKA	9
1.2 ZPŮSOB A MÍSTO APLIKACE.....	12
1.3 APLIKOVANÁ AKTIVITA	13
1.4 PŘÍPRAVA NA VYŠETŘENÍ, KONTRAINDIKACE	15
1.5 AKVIZICE DAT, AKVIZIČNÍ PROTOKOLY	15
1.5.1 <i>Záznam statických obrazů</i>	16
1.5.2 <i>Whole body (celotělový) záznam obrazů</i>	17
1.5.3 <i>SPECT, SPECT/CT</i>	19
1.6 HODNOCENÍ.....	19
1.6.1 <i>Morfologické hodnocení</i>	19
1.6.1.1 Normální nález.....	19
1.6.1.2 Patologický nález.....	20
1.6.2 <i>Semikvantitativní hodnocení</i>	22
2 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY	24
2.1 CÍLE PRÁCE.....	25
2.2 HYPOTÉZA	25
3 METODIKA	26
3.1 SBĚR DAT.....	26
3.2 SOUBOR PACIENTŮ.....	26
4 VÝSLEDKY	28
5 DISKUSE	35
6 ZÁVĚR	38

7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	39
8	KLÍČOVÁ SLOVA.....	40
9	SEZNAM ZKRATEK	41
10	PŘÍLOHY.....	42

ÚVOD

V posledních letech dochází k nárůstu pacientů s otoky dolních končetin, kteří jsou následně odesláni na lymfoscintigrafii dolních končetin. Jedná se o metodu neinvazivní, jednoduchou, která má současně nízkou radiační zátěž. Bohužel na pracovištích nukleární medicíny jsou používány různé vyšetřovací protokoly.

Akvizice dat může být provedena buď pomocí na sebe navazujících statických obrazů, nebo pomocí celotělové scintigrafie. V současné době je na našem pracovišti používána metoda záznamu dat pomocí statických obrazů. U této metody může dojít k nepřesnému napojení zorných polí, což může komplikovat následné semikvantitativní hodnocení procentuální akumulace radiofarmaka v tříselných uzlinách. Porovnáním hodnot získaných ze statických obrazů s celotělovým záznamem bude možné zhodnotit, zda jsou výsledky semikvantitativního hodnocení srovnatelné. V případě shodných výsledků obou metod by bylo možné následně upravit akviziční protokol. Tím by došlo ke zjednodušení práce radiologických asistentů a ke zpřehlednění výsledného obrazu. Dále by se usnadnilo následné zpracování nasnímaných obrazů. Současně by se zvýšil komfort vyšetření pro pacienty.

1 SOUČASNÝ STAV

1.1 Radiofarmaka

Radiofarmaka používaná pro lymfoscintigrafii lze rozdělit do dvou skupin:

1. Makromolekuly:

- ^{99m}Tc -HSA (human serum albumin)
- ^{99m}Tc -dextran
- ^{99m}Tc -monoklonální nebo polyklonální imunoglobuliny

2. Koloidy:

- ^{99m}Tc -nano a mikroagregát albuminu
- ^{99m}Tc -ReS koloid
- ^{99m}Tc - Sb_2S_3 koloid
- ^{99m}Tc -filtrovaný koloid síry
- liposomy a emulze (článek)

Menší velikost částic u makromolekul způsobuje jejich rychlejší vstup do periferních miznic, čímž dochází k lepšímu zobrazení lymfatických cév v porovnání s použitím koloidů. Retence makromolekul v lymfatických uzlinách je však menší. Nejsou tedy považovány za radiofarmakum optimální pro účely lymfoscintigrafie (1). Díky pomalejšímu vstřebávání koloidů z intersticia, není při jejich použití zobrazení lymfatických cév tak kvalitní, ale zobrazení lymfatických uzlin je sytější (2).

Pro lymfoscintigrafii nejsou vhodné částice menší než 5 nm, neboť mohou pronikat ve větší míře v místě aplikace přes membránu kapilár do krevního řečiště (3). Jako optimální se pro zobrazování lymfatických cév a uzlin jeví částice o velikosti 50-70 nm, protože dochází k jejich poměrně rychlému vstřebání a následně jsou během několika minut transportovány do regionálních uzlin první a následně i vyšší etáže (4).

V současné době je u nás nejužívanějším radiofarmakem pro lymfoscintigrafii dolních končetin nanokoloid (kit Nano-Albumon[®] nebo Nanocoll). Farmakum se značí metastabilním techneciem (^{99m}Tc), které je díky fyzikálním vlastnostem (poločas přeměny 6 hodin, energie záření gama 140 keV) vhodným izotopem pro praxi nukleární medicíny.

Na pracovišti nukleární medicíny ve Fakultní nemocnici Královské Vinohrady je jako radiofarmakum užíván Nano-Albumon[®] (výrobce Frédéric Joliot-Curie, National Research Institute for Radiobiology and Radiohygiene, Budapešť, Hungary) obsahuje 90% částic o velikosti 10-80 nm. Po subkutánním podání se látka filtruje do lymfatických kapilár proudem intersticiální tekutiny a transportuje se lymfatickými cévami do regionálních lymfatických uzlin a dále do sekundárních lymfatických uzlin.

Při pokusech na krysách a králících nebyly pozorovány toxické příznaky ani při podání 500-násobku maximální dávky pro pacienta.

Radiační zátěž pacienta při lymfoscintigrafii je uvedena v tabulce č. 1.

Tab. 1 Absorbovaná dávka po subkutánní injekci koloidních částic lidského albuminu značeného ^{99m}Tc pro pacienta vážícího 70 kg.

Orgán	Absorbovaná dávka ($\mu\text{Gy}/\text{MBq}$)
místo aplikace	12
lymfatické uzliny	590
játra	16
močový měchýř - stěna	9,7
slezina	4,1
kostní dřev (červená)	5,7
vaječníky	5,9
varlata	3,5
celé tělo	4,6

Zdroj: Souhrn údajů o prostředku Nanocoll, <http://www.mgp.cz/tools/catalogue/index.php?catId=68>

Podání 110 MBq tohoto radiofarmaka 70 kg člověku představuje efektivní dávku 0,44 mSv.

1.2 Způsob a místo aplikace

Ve světě ani u nás nebyl dosud přijat jednotný postup pro provádění lymfoscintigrafie. Při vyšetření povrchového lymfatického systému je radiofarmakum možné aplikovat dvěma způsoby, a to subkutánně nebo intradermálně. Při subkutánní aplikaci dochází k menšímu zvýšení intersticiálního tlaku a také vzdálenost k nejbližší lymfatické cévě je větší než při intradermální aplikaci, což vede k pomalejšímu vstřebávání (5). Názory na intradermální aplikaci se různí. Tuto metodu nepovažuje za vhodnou např. Weissleder, podle kterého intradermální aplikace neodráží stav lymfatické drenáže v podkožním prostoru, který je u lymfedému místem hromadění lymfy (5, 6). Problémem u intradermálního vpichu může být i částečné riziko aplikace radiofarmaka do podkoží a může též docházet k vyššímu průniku radiofarmaka do krevních kapilár (6). Většina autorů upřednostňuje při diagnostice edému končetin subkutánní aplikaci radiofarmaka.

Pokud jde o místo aplikace při zobrazování povrchového lymfatického systému, kterým se v této práci zabývám, lékař aplikuje radiofarmakum pomocí inzulínové injekční stříkačky většinou subkutánně do 1. meziprstí, pouze v případě lokálního poškození této oblasti aplikujeme více laterálně. Na některých pracovištích je dávana přednost aplikaci radiofarmaka do více míst (1. a 3., nebo i 4. meziprstí). Vždy vyšetřujeme současně obě končetiny, a to i v případě pouze jednostranného otoku. Často může být diagnostikován patologický nález i na klinicky zdravé končetině.

1.3 Aplikovaná aktivita

Aplikovaná aktivita je velmi variabilní a pohybuje se v rozmezí 37 – 296 MBq, u nás aplikujeme 50 MBq na končetinu. U pacientů s hmotností nad 90 kg a u dětí přepočítáváme aplikovanou aktivitu pomocí faktoru F dle tabulek EANM (Tab. 2). Maximální doporučený objem pro subkutánní aplikaci je 0,2 ml (2).

Tab. 2 Hodnoty faktoru F pro výpočet aplikované aktivity RF v závislosti na tělesné hmotnosti vyšetřované osoby s platností i pro dětský věk.

Pacienti s hmotností < 85 kg		Pacienti s hmotností > 85 kg	
Hmotnost pacienta [kg]	Faktor F	Hmotnost pacienta [kg]	Faktor F
4	0,14	90	1,19
5	0,17	95	1,24
6	0,19	100	1,28
7	0,21	105	1,33
8	0,23	110	1,37
9	0,25	115	1,41
10	0,27	120	1,46
11	0,29	125	1,50
12	0,32	130	1,54
13	0,34	135	1,58
14	0,36	140	1,62
15	0,38	145	1,66
20	0,46	150	1,70
25	0,54	155	1,74
30	0,62	160	1,78
35	0,69	165	1,82
40	0,76	170	1,86
45	0,81	180	1,94
50	0,88	190	2,01
55	0,91	200	2,085
60-85	1		

Zdroj: VĚSTNÍK MZ ČR, národní radiologické standardy: diagnostické a léčebné metody v nukleární medicíně. Návrh ke dni 1.11.2005

Komentář k tabulce. Aktivita A_p aplikovaná pacientovi o hmotnosti větší než 85 kg se stanoví takto (v rozmezí 60-85 kg je $F = 1$)

$$A_p = A_{\text{pro pac. o hmotnosti 70 kg}} \cdot F$$

1.4 Příprava na vyšetření, kontraindikace

Vyšetření nevyžaduje žádnou speciální přípravu. Pacienti pouze po dobu vyšetření nepoužívají kompresivní punčochy.

U těhotných by mělo být toto vyšetření prováděno pouze v nezbytně nutném případě. Kojící ženy přeruší kojení na dobu 12 hodin.

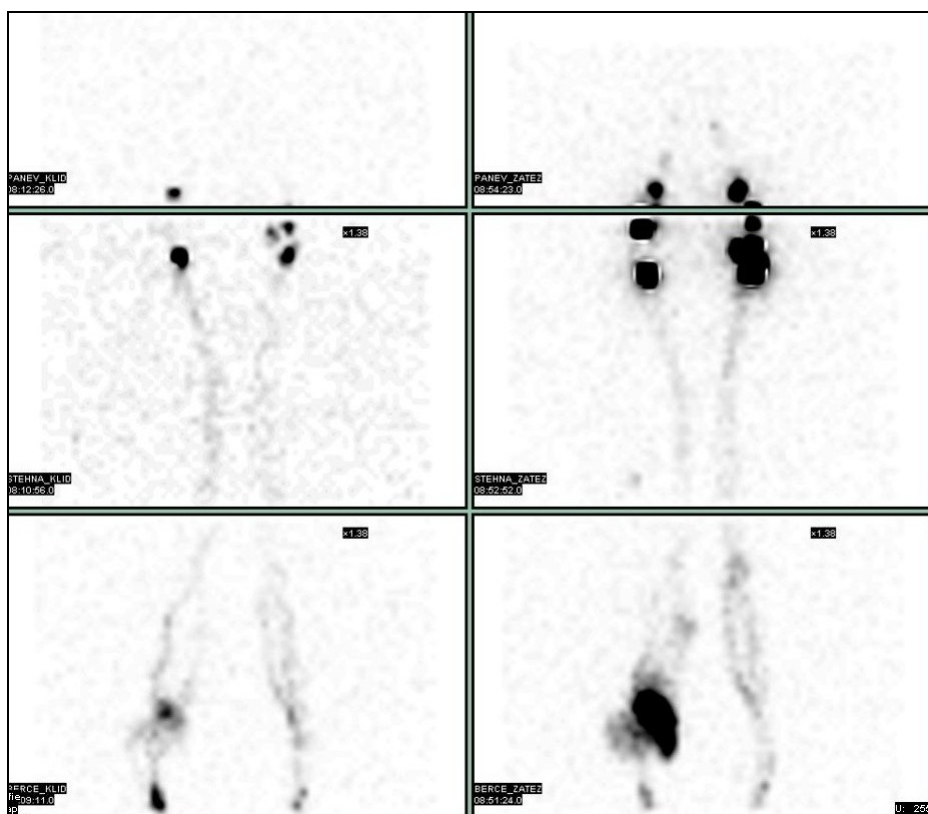
Kontraindikací k provedení vyšetření je přecitlivělost na vyšetřovací látku. Vyšetření není doporučeno provádět u pacientů s úplnou bloádou lymfatického systému (např. po lymfografii), protože hrozí nebezpečí lokálního ozáření v místě aplikace. Žádné vedlejší účinky při provádění lymfoscintigrafie nebyly dosud publikovány.

1.5 Akvizice dat, akviziční protokoly

Jak již bylo řečeno, pro provádění lymfoscintigrafie nebyl dosud přijat žádný jednotný protokol. Akvizici dat je proto možné provádět mnoha způsoby (v klidu, po standardizované zátěži, v určitém časovém odstupu po běžné zátěži apod.). Dle zvyklostí pracoviště mohou být obrazy snímány formou statické, whole body nebo i dynamické studie. Na našem pracovišti v současné době upřednostňujeme akvizici statických obrazů.

1.5.1 Záznam statických obrazů

Pacienti jsou vyšetřováni vleže v supinační poloze. Detektor gamakamery je v přední projekci. Bezprostředně po aplikaci je nasnímán jeden statický obraz zaměřený na místa aplikace, který snímáme po dobu 60 s v matici 128x128. Následuje „klidová fáze“ kdy pacient leží po dobu 30 min na lůžku. Poté následuje snímání na sebe navazujících statických obrazů bérců, stehen a pánve. Každý obraz je nahráván po dobu 60 s v matici 64x64. Místa aplikací jsou mimo zorné pole gamakamery překryta olověnými pláty. Po této fázi provádíme „zátěžovou část“ vyšetření, kdy pacient po dobu 30 min chodí. Na závěr jsou obrazy nahrány stejným způsobem jako u „fáze klidové“. Ve všech případech je zoom 1,0. Dle potřeb lékaře je možné doplnit snímky s delším časovým odstupem.



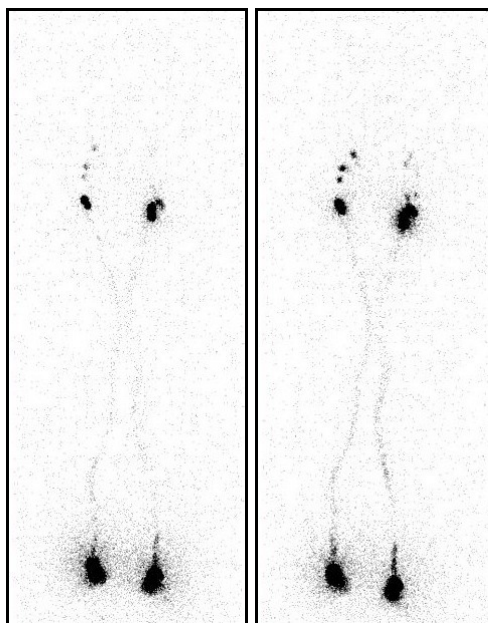
Obr. 1 Zaznamenané statické obrazy dolních končetin v klidu a v zátěži.

1.5.2 Whole body (celotělový) záznam obrazů

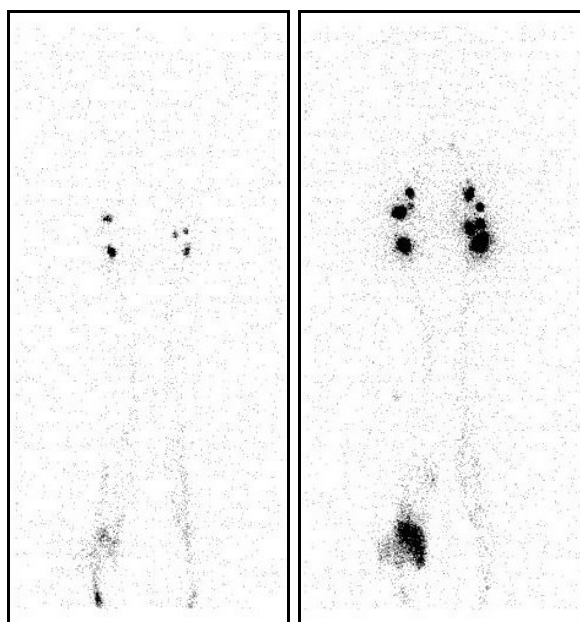
Pacienti jsou opět vyšetřováni v supinační poloze. V této práci jsem vyšetření prováděla dvěma akvizičními protokoly, které budu následně porovnávat s výsledky dosud prováděných statických obrazů. Způsob snímání je u obou whole body (celotělových) protokolů shodný. Prováděla jsem celotělové snímání s maticí 256x1024, s rychlostí posunu stolu 60 cm/min. Tato rychlost byla zvolena záměrně, aby se vyrovnala rychlosti snímání při užití protokolu se statickými obrazy, tzn. přibližný čas snímání jsou 3 minuty. Podle způsobu semikvantitativního hodnocení, kterým se budu zabývat později určuji, jak budu provádět snímání míst aplikací. Snímání míst aplikací bylo v této práci provedeno dvěma způsoby:

1. Nestíněná místa aplikace jsou zachycena na whole body záznamu klidové a zátěžové fáze (Obr. 2).
2. Je nasnímán samostatný statický snímek míst aplikací ihned po vpichu radiofarmaka a místa aplikací jsou následně při snímání whole body studií mimo zorné pole gamakamery (Obr. 3), současně jsou vykryta pomocí olověných plátů.

Jinak zůstává způsob snímání stejný jako u protokolu se statickými obrazy, tzn. po aplikaci a 30 minutovém klidu na lůžku je udělán celotělový záznam obou dolních končetin. Poté je pacient vyzván k chůzi po dobu dalších 30 minut. Následuje snímání tzv. „zátěžové fáze“.



Obr. 2 Whole body snímání s místy aplikace (klid a zátěž).



Obr. 3 Whole body snímání bez míst aplikace (klid a zátěž).

1.5.3 SPECT, SPECT/CT

Každé snímání je možné na našem pracovišti doplnit zhotovením SPECT popřípadě SPECT/low-dose CT. V případě vyšetřování dolních končetin provádíme SPECT/low-dose CT většinou se zaměřením na oblast tříselných uzlin. Křokování volíme po 3° a frame time nastavujeme standardně na 20 s. Do oblasti snímané pomocí low-dose CT se snažíme zabrat pouze tříselné uzliny, nikoli celou oblast zorného pole pro SPECT. Rozhodnutí o provedení je vždy na lékaři.

1.6 Hodnocení

Nasnímané obrazy je možné hodnotit dvěma způsoby. Jednou z možností je morfologické hodnocení a druhým způsobem je hodnocení semikvantitativní.

1.6.1 Morfologické hodnocení

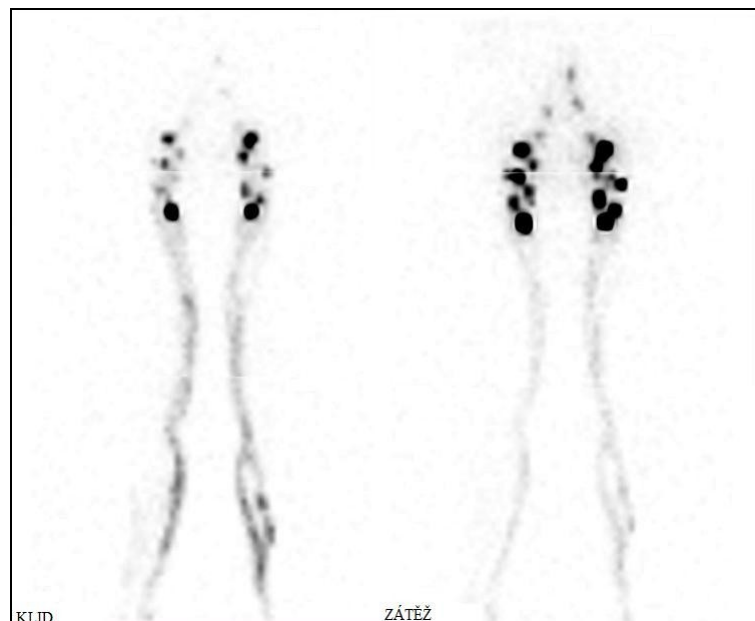
Morfologické hodnocení provádí lékař na základě nasnímaných obrazů dolních končetin. Nebudu se jím tedy příliš zabývat.

1.6.1.1 Normální nález

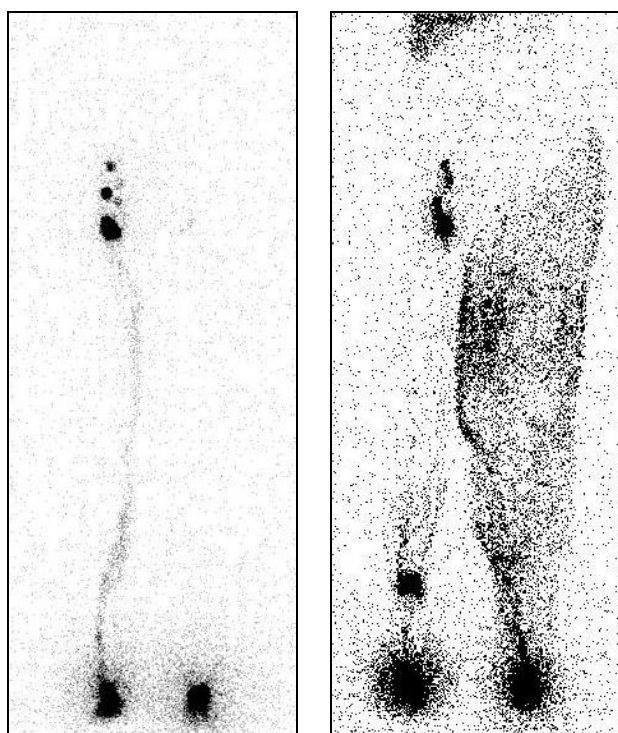
Za normálních okolností se po s.c. aplikaci radiofarmaka do 1. meziprstí zobrazuje céva povrchového lymfatického systému, která probíhá mediálně v celé délce končetiny. Na bérce se může zobrazit fyziologicky až pět lymfatických cév a na stehně maximálně dvě cévy. Radiofarmakum je akumulováno ve dvou až deseti tříselných uzlinách a také v zevních ilických uzlinách (Obr. 4) (5).

1.6.1.2 Patologický nález

Obrazy u patologického nálezu mohou být velmi variabilní (Obr. 5). Lymfedém se může projevovat např. nezobrazením lymfatických cév a uzlin u lymfedému těžkého stupně, hromaděním radiofarmaka v podkoží, přerušením náplně miznic při blokáde mizního toku nebo i zobrazením lymfatické cévy hlubokého systému (7, 8, 9, 5). Jedná-li se o latentní lymfedém, můžeme zaznamenat pouze zpomalenou lymfatickou drenáž nebo horší zobrazení lymfatických uzlin, což je způsobeno nižší transportní kapacitou lymfatického systému. Sekundární lymfedém dolních končetin, který vznikl po operaci nebo traumatu, se může paradoxně projevit i zvýšenou lymfatickou drenáží (9).



Obr. 4 Normální nález v klidu a při zátěži.



Obr. 5 Příklady patologického zobrazení lymfatického systému.

1.6.2 Semikvantitativní hodnocení

Vzhledem k tomu, že snímkování je možné provádět za různých podmínek, poskytují nám získané obrazy kromě informace morfologické také informaci funkční. Na našem pracovišti dosud získáváme informace ze statických obrazů a pomocí semikvantitativního hodnocení získáváme funkční parametry lymfatického systému dolních končetin. Parametry získané tímto způsobem mohou být následně srovnány s hodnotami normálové populace nebo mohou být porovnány údaje edematózní končetiny s končetinou zdravou (v tomto případě se jedná o hodnocení relativní). Jak již bylo řečeno, pro semikvantitativní hodnocení je vhodnější subkutánní aplikace radiofarmaka.

Semikvantitativní hodnocení se uplatňuje především při diagnostice lehkého nebo latentního lymfedému dolních končetin, kdy morfologický nález může být stále ještě v normě. Tento způsob zpracování obrazů se uplatňuje i při posuzování efektu terapie (5).

Vzhledem k tomu, že lymfatická drenáž je ovlivněna především svalovou aktivitou, je poměrně důležitým požadavkem standardizace zátěže. Dále je vhodné brát v úvahu případnou imobilitu nebo sníženou mobilitu pacientů.

Různí autoři provádějí kvantifikaci různých parametrů, např. clearance radiofarmaka z místa aplikace, „transit time“ - ukazatel rychlosti lymfatické drenáže, což je doba za kterou se po aplikaci radiofarmaka zobrazí první regionální lymfatická uzlina, akumulaci radiofarmaka v regionálních uzlinách vyjádřenou v % aplikované aktivity. Tento poslední parametr hodnotíme i na našem pracovišti a budu se jím zabývat v této práci blíže.

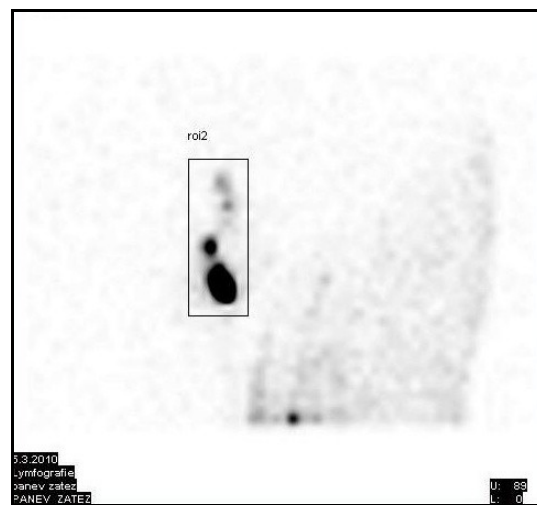
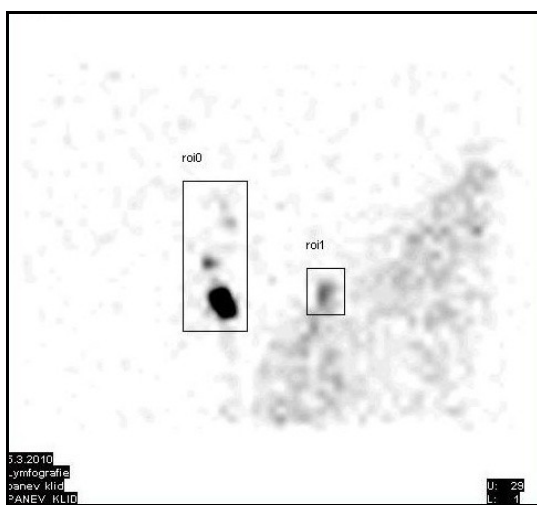
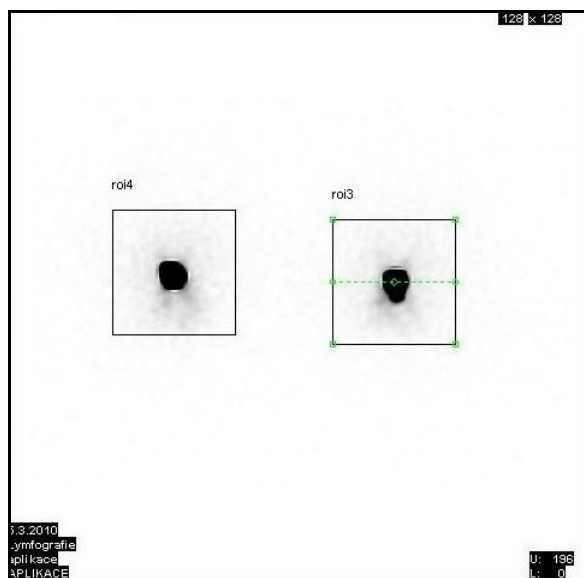
1.6.2.1 Akumulace radiofarmaka v regionálních tříselných uzlinách vyjádřená v % aplikované aktivity

Hodnocení akumulace radiofarmaka v regionálních uzlinách je nejčastějším používaným parametrem (Obr. 6). Pomocí tohoto parametru získáme představu o transportní kapacitě lymfatického systému v klidu a v zátěži. Vyjadřuje se v procentech aplikované aktivity. Podle Leblocha a kol. je za normálních okolností na konci klidové fáze akumulováno v uzlinách více než 1% aplikované aktivity, po zátěži by měla hodnota dosáhnout více než 5%. Je-li akumulace mezi 0,5 - 1% v klidu, jedná se o hraniční intenzitu mízního transportu. Hodnota menší než 0,5% v klidu již vypovídá o snížené intenzitě mízního transportu. Při výpočtu se nezohledňuje rozpad radiofarmaka (10).

Procentuální akumulaci radiofarmaka v regionálních uzlinách vypočítáme dle vzorce:

četnost impulsů v regionálních uzlinách (vpravo/vlevo)

$$\frac{\text{četnost impulsů v regionálních uzlinách (vpravo/vlevo)}}{\text{četnost impulsů v místě aplikace (vpravo/vlevo)}} \times 100$$



Obr. 6 Stanovení četnosti impulsů v místech aplikace (snímek nahoře) a v regionálních uzlinách v klidové fázi (snímek vlevo) a po zátěži (snímek vpravo) vymezením ROI na statických snímcích.

2 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

2.1 Cíle práce

Cílem mé práce je porovnat lymfoscintigrafii prováděnou metodou statických obrazů s whole body (celotělovou) scintigrafií a dále zhodnocení přínosu SPECT a SPECT/low-dose CT v diagnostice otoků dolních končetin.

2.2 Hypotéza

1. Semikvantitativní hodnocení procentuální akumulace radiofarmaka v tříselných uzlinách na celotělovém zobrazení dává srovnatelné výsledky s dosud užívanou metodou statických obrazů.
2. Absorpce gama záření v měkkých tkáních v oblasti třísel může být příčinou nižší četnosti nasnímaných impulzů v tříselných uzlinách, především u obézních pacientů.

3 METODIKA

3.1 Sběr dat

Při psaní této bakalářské práce jsem vycházela ze zdrojů především zahraniční odborné literatury, ze které vznikla první část mé bakalářské práce. Dalším zdrojem informací se pro mě stalo samotné provádění lymfoscintigrafie na Klinice nukleární medicíny ve Fakultní nemocnici Královské Vinohrady.

3.2 Soubor pacientů

Soubor pacientů v této bakalářské práci obsahuje 96 pacientů trpících otoky dolních končetin, u kterých byla provedena lymfoscintigrafie v časovém intervalu od února 2010 do listopadu 2010.

U všech pacientů byla provedena lymfoscintigrafie standardním způsobem dle zvyklostí Kliniky nukleární medicíny ve Fakultní nemocnici Královské Vinohrady, tzn. data byla zaznamenána pomocí statických obrazů cílených na oblast bérců, stehen a třísel, kdy každý obraz byl snímán po dobu 60 s v matici 64x64. Místa aplikací byla nasnímana ihned po vpichu radiofarmaka (statický obraz v matici 128x128, doba snímání vždy 60 s).

Následně byla skupina pacientů rozdělena na dvě části. U 46 pacientů (období snímání únor až červenec 2010) bylo po statickém záznamu provedeno whole body snímání dat i s místy aplikace (matice 256x1024, rychlost posunu stolu 60 cm/min). Četnost aplikovaných impulsů byla u těchto pacientů stanovena na klidovém záznamu vymezením ROI zahrnující místo aplikace včetně impulsů v celé pravé či levé končetině a regionálních uzlinách. Druhá část pacientů (záznam dat v období červenec až listopad 2010) byla snímána stejným způsobem, pouze místa aplikací nebyla zabrána do snímané oblasti a současně byla kryta olověnými pláty. U těchto pacientů byla četnost impulsů v místě aplikace hodnocena ze statického obrazu míst aplikace. Ve všech případech byla snímání provedena v klidu (po 30 minutách vleže) a po zátěži (po 30 minutách chůze).

Vybrané skupině pěti pacientů byl po provedení „zátěžové části“ vyšetření nasnímán ještě SPECT/low-dose CT oblasti třísel. Nasnímaná data byla nejprve rekonstruována metodou OSEM/MLEM, při druhém zpracování byla navíc provedena korekce na atenuaci pomocí low-dose CT. Následně byla stanovena četnost impulsů v tříselných uzlinách po korekci na zeslabení a bez korekce a zhodnocena procentuální akumulace radiofarmaka v uzlinách. Získaná data jsou shrnuta v tabulce č. 13 (příloha 11). Navíc jsem se z transverzálních a sagitálních řezů pokusila určit hloubku uložení uzlin (Obr. 8). Takto získanou hodnotu jsem měla použít pro výpočet četnosti impulsů v uzlinách s korekcí na atenuaci záření v měkkých tkáních. Pacienti byli vybráni lékařem.

Veškerá data byla nasnímaná na scintigrafické kameře Infinia Hawkeye (Obr. 7) a následně zpracována dle zvyklostí Kliniky nukleární medicíny ve Fakultní nemocnici Královské Vinohrady na pracovní stanici Xeleris 2 od společnosti GE Healthcare.



Obr. 7 Scintigrafická gamakamera Infinia Hawkeye (Klinika nukleární medicíny, Fakultní nemocnice Královské Vinohrady)

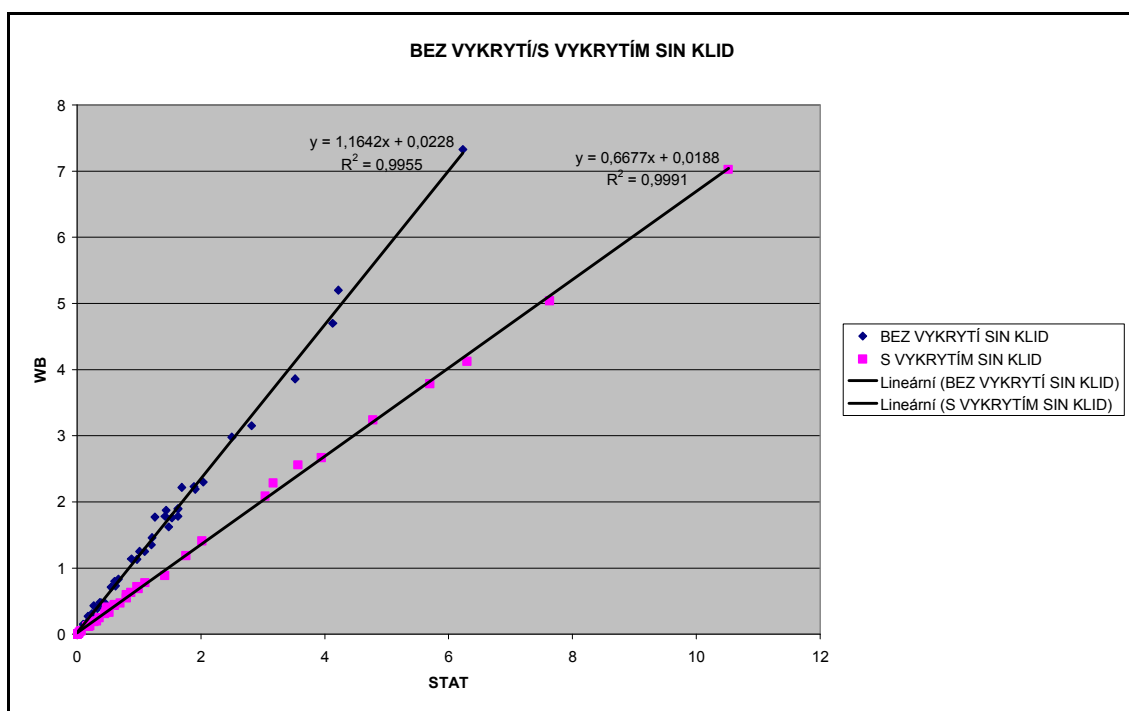
4 VÝSLEDKY

Z grafů 1 – 4 vyplývá, že lymfoscintigrafie prováděná formou whole body snímání má velmi dobrou korelaci se snímáním pomocí statických obrazů. Z grafů je dále patrné, že lepší shodu vykazuje whole body snímání s vykrytím míst aplikace.

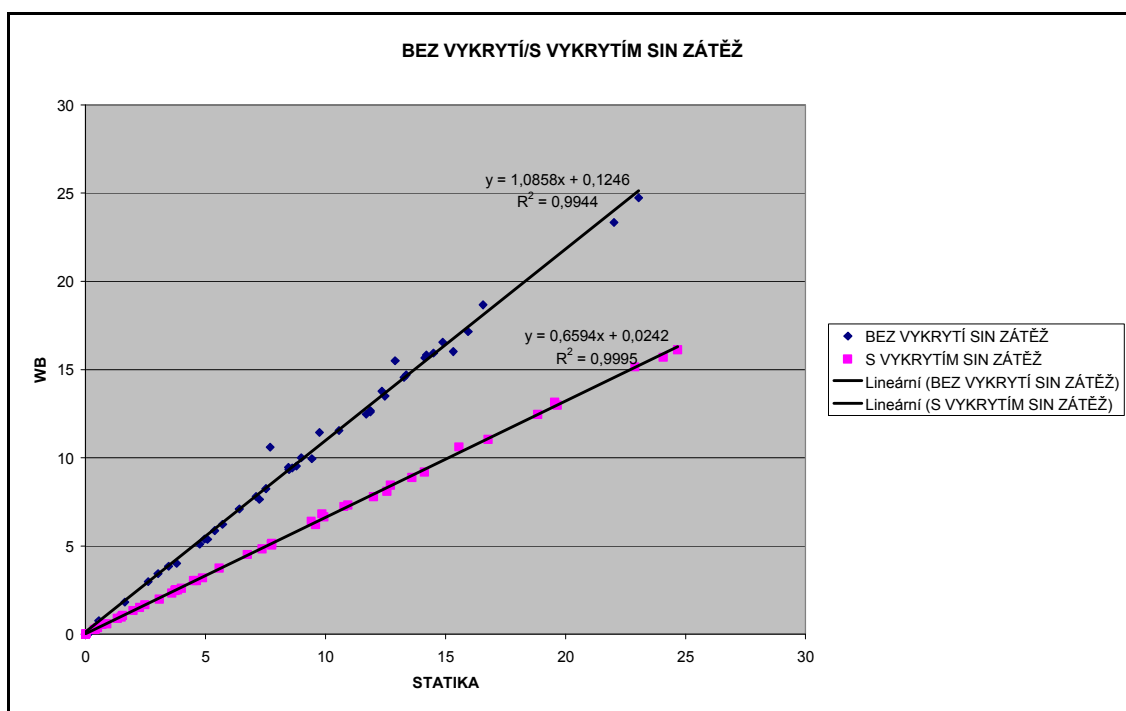
Využití metody SPECT při lymfoscintigrafii dává srovnatelné výsledky % akumulace radiofarmaka v tříselných uzlinách jako zobrazování pomocí statických obrazů.

Četnosti impulzů v regionálních uzlinách po korekci na atenuaci získané pomocí low-dose CT jsou nesprávně příliš vysoké, neboť akumulace v regionálních uzlinách dosahuje více než 100% aplikované aktivity.

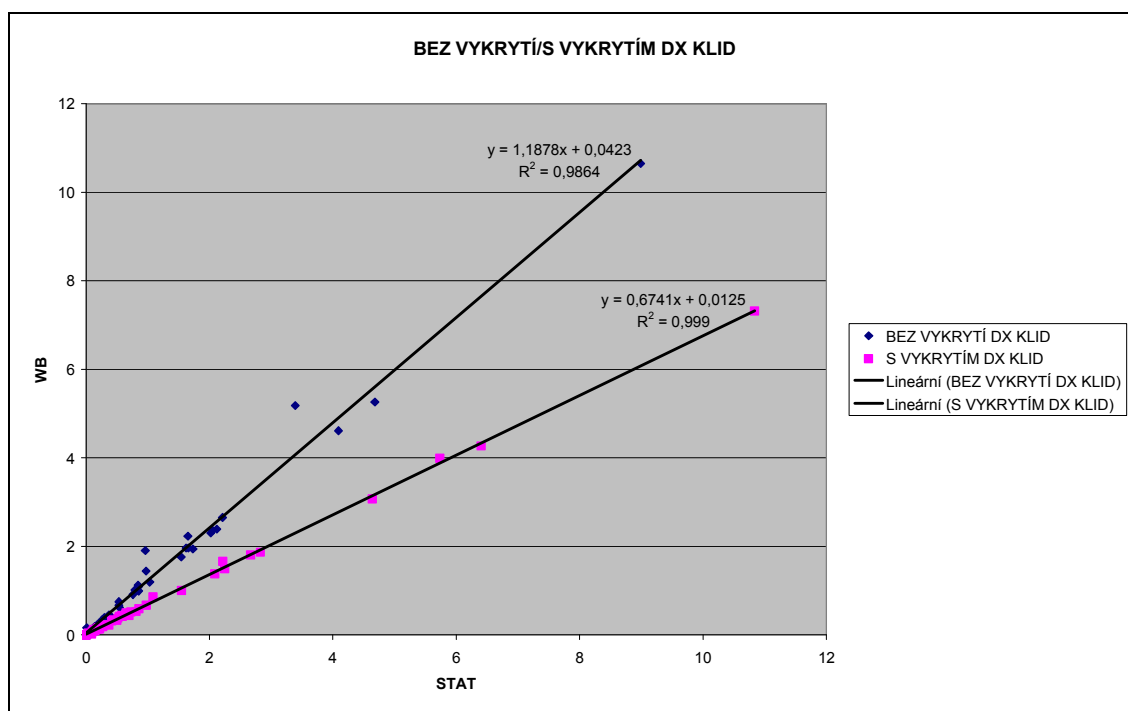
Regionální uzliny jsou i u jednoho pacienta uloženy ve značně rozdílné hloubce (hloubka uložení se u jednoho z pacientů pohybovala v rozmezí 5-15 cm), přičemž tříselné uzliny jsou uloženy méně hluboko než uzliny v pánvi.



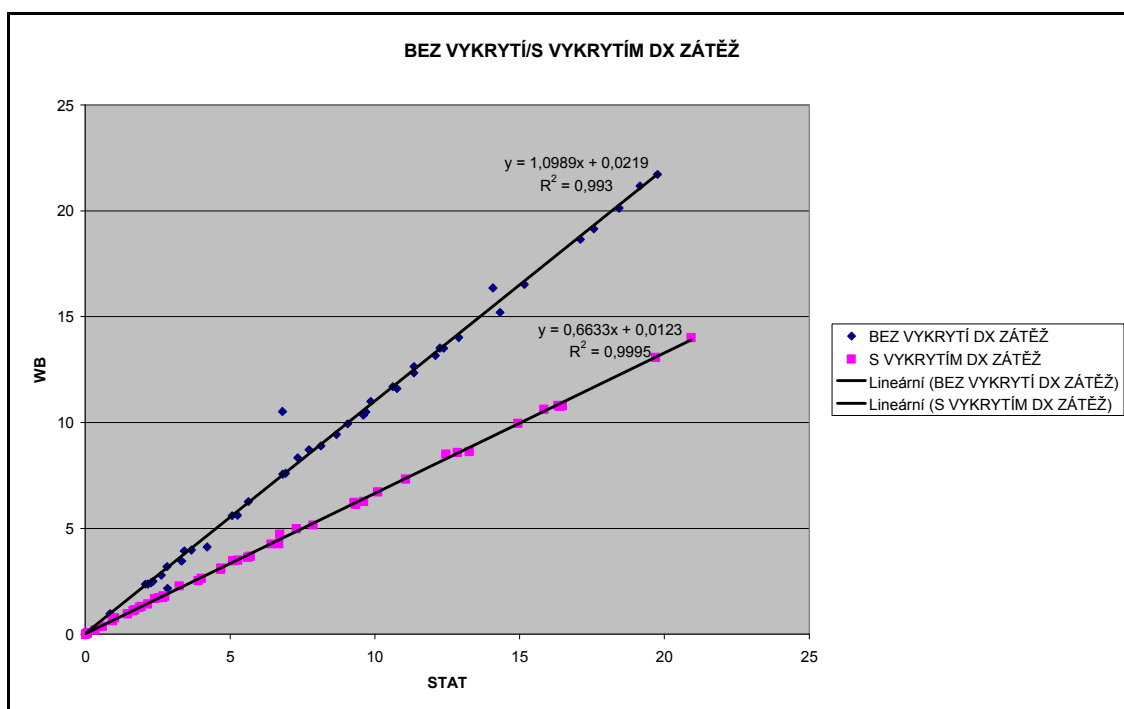
Graf 1 Levá dolní končetina, klid. Korelace procentuální akumulace radiofarmaka v tříselných uzlinách při celotělové scintigrafii bez vykrytí míst aplikace (modré body) a s vykrytím míst aplikace (fialové body) s procentuální akumulací při statickém snímání.



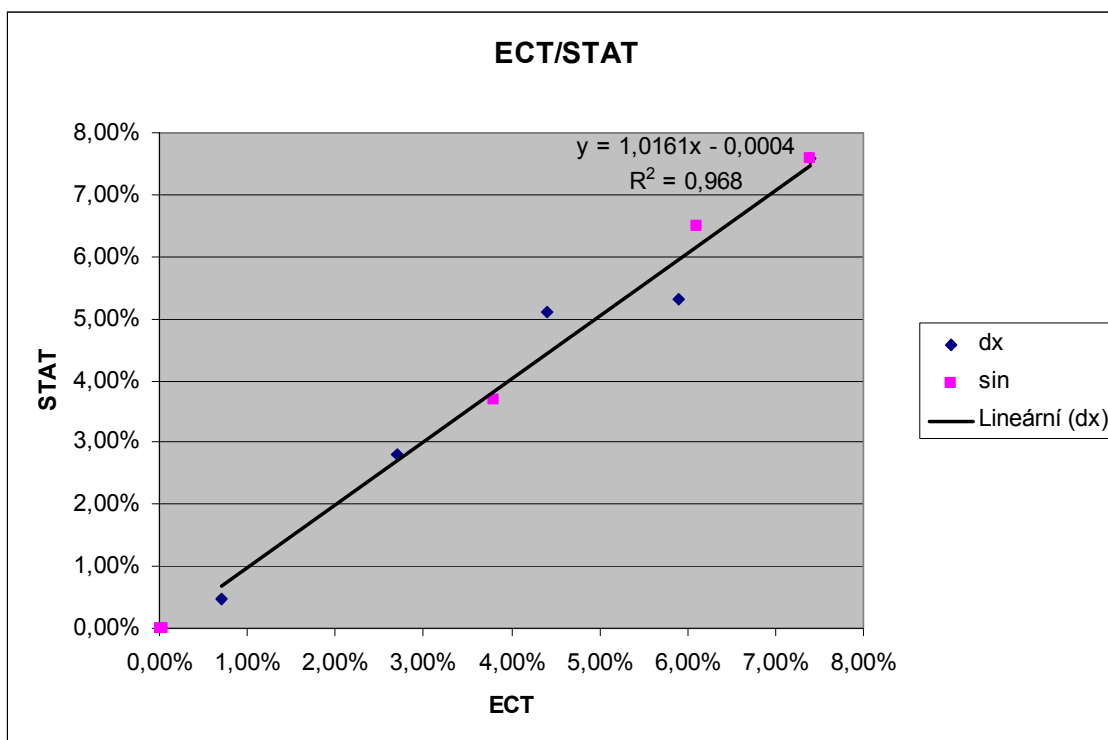
Graf 2 Levá dolní končetina, zátěž. Korelace procentuální akumulace radiofarmaka v tříselných uzlinách při celotělové scintigrafii bez vykrytí míst aplikace (modré body) a s vykrytím míst aplikace (fialové body) s procentuální akumulací při statickém snímání.



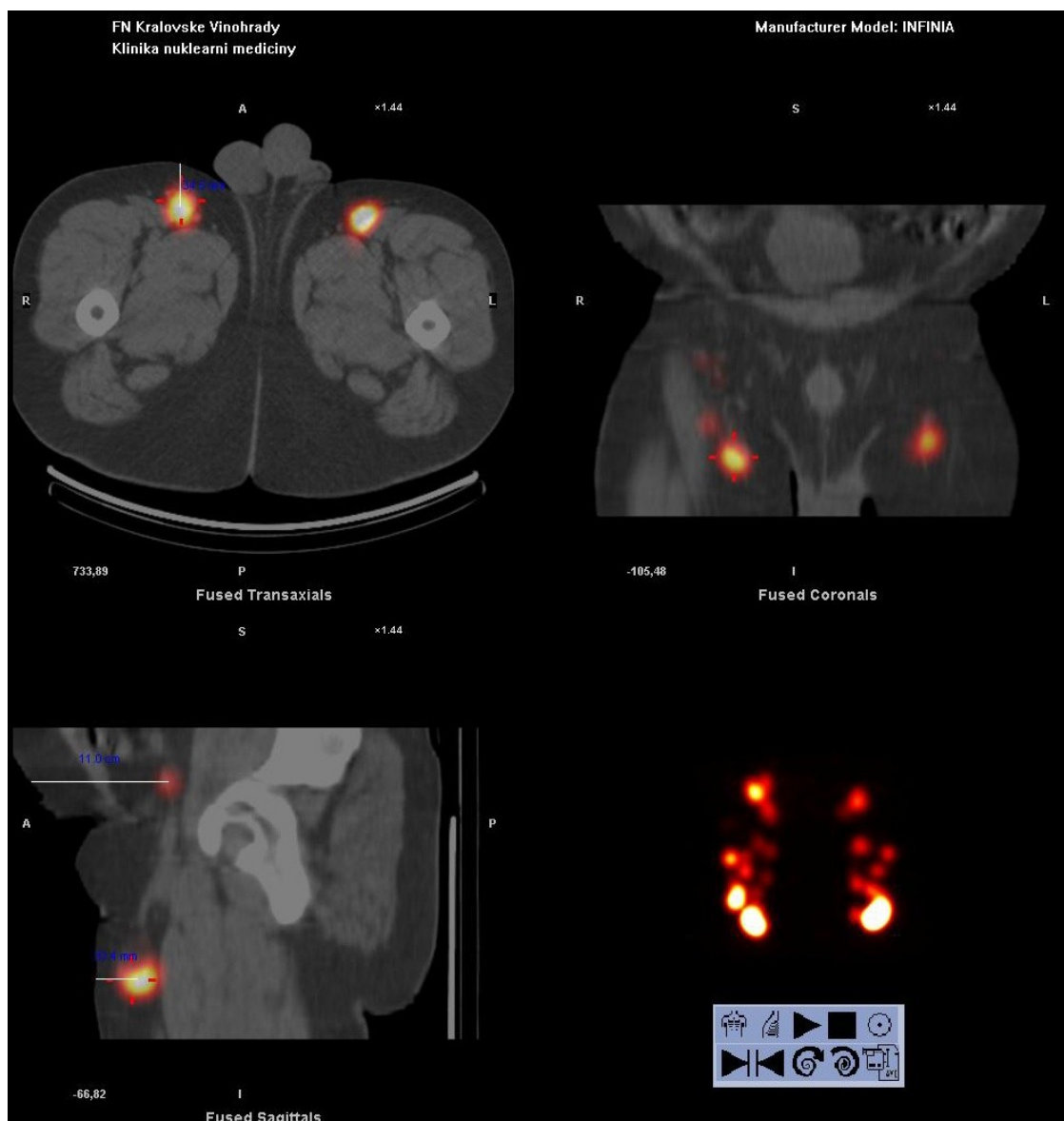
Graf 3 Pravá dolní končetina, klid. Korelace procentuální akumulace radiofarmaka v tříselných uzlinách při celotělové scintigrafii bez vykrytí míst aplikace (modré body) a s vykrytím míst aplikace (fialové body) s procentuální akumulací při statickém snímání.



Graf 4 Pravá dolní končetina, zátěž. Korelace procentuální akumulace radiofarmaka v tříselných uzlinách při celotělové scintigrafii bez vykrytí míst aplikace (modré body) a s vykrytím míst aplikace (fialové body) s procentuální akumulací při statickém snímání.



Graf 5 Korelace procentuální akumulace radiofarmaka v tříselných uzlinách vpravo a vlevo při snímání statického snímku této oblasti s ECT záznamem (při přepočítání počtu imp./min).



Obr. 8 Zpracování obrazu tříselných uzlin ze SPECT/low-dose CT s možností měření hloubky uložení lymfatických uzlin v transverzální a sagitální rovině. Jasně zobrazení rozdílné hloubky uložení tříselných uzlin a uzlin v pánvi.

5 DISKUSE

V tabulkách 7 a 8 (příloha č. 5 a 6) je vidět, že u všech pacientů, u kterých byla provedena celotělová scintigrafie s vykrytím míst aplikace jsou hodnoty % akumulace v klidu i při zátěži relativně nižší či shodné s hodnotami získanými při statické scintigrafii. Naproti tomu při celotělovém záznamu bez stínění míst aplikace (tabulky 9 a 10 v příloze č. 7 a 8) jsou u většiny pacientů hodnoty % akumulace relativně vyšší či shodné s hodnotami získanými ze statické scintigrafie. Výjimkou je pouze záznam u jednoho pacienta v klidu na pravé a levé končetině a u dvou pacientů na obou končetinách po zátěži, u kterých jsou hodnoty na celotělovém záznamu relativně nižší. Rozdíly jsou však nevýznamné.

Procentuální akumulace radiofarmaka v tříselných uzlinách oboustranně při statickém snímání a celotělové scintigrafii se stíněním i bez stínění míst aplikace je v grafech 1 - 4. Ve všech těchto grafech byla dosažena velmi dobrá korelace získaných hodnot.

Po dalším vyhodnocení jsou přesto u některých pacientů vidět rozdíly, kdy % akumulace při statickém snímání v klidu či po zátěži spadá do normálových hodnot a při celotělovém snímání jsou hodnoty patologické či naopak. Jako dolní limit pro klidové vyšetření jsem brala akumulaci vyšší než 1%, při zátěži nad 5%. Hodnoty těchto pacientů jsou v tabulkách 7 – 10 vyznačeny červeně.

Při celotělovém snímání s vykrytím míst aplikace je ve srovnání se statickým záznamem patrný vpravo v klidu rozdíl u jednoho pacienta a po zátěži u sedmi pacientů, vlevo v klidu u dvou a po zátěži u třech pacientů. Ve všech případech jsou hodnoty na celotělové scintigrafii nižší, takže dochází k podhodnocení transportní kapacity lymfatického systému.

Při celotělovém snímání bez vykrytí míst aplikace je ve srovnání se statickou scintografií v klidu vpravo patrný rozdíl u dvou pacientů, při zátěži nebyl rozdíl zachycen. Vlevo jsou v klidu i po zátěži vyznačeny rozdílné hodnoty u jednoho pacienta. U všech pacientů je % akumulace při celotělové scintigrafii vyšší než při

statickém snímání, takže transportní kapacita lymfatického systému je při celotělovém snímání bez vykrytí míst aplikace u těchto pacientů navýšená k normálovým hodnotám.

Vzhledem ke způsobu semikvantitativního hodnocení nepovažují metodu whole body snímání s místem aplikace za vhodnou náhradu statického snímání. Vymezování ROI místa aplikace je, především u obézních pacientů, poměrně nepřesné a relativně komplikované. Vzhledem ke způsobu zpracování nasnímaných dat bych považovala za vhodnější metodu snímání s vykrytím míst aplikací. Bohužel, výsledky % akumulace radiofarmaka v tříselných uzlinách již nevykazují takovou schodu. U 6,5% pacientů snímaných s vykrytím místa aplikace odpovídal výsledek patologickým hodnotám oproti výsledkům získaným ze statického snímání. U whole body zobrazení byl tento rozdíl u 4,6% vyšetřovaných pacientů.

Po nasnímaní oblasti regionálních uzlin metodou SPECT je možné získat četnost impulsů v uzlinách z jednotlivých tomografických řezů. Tato metoda dává srovnatelné výsledky jako statické obrazy, zpracování je však velmi pracné. Předpokládali jsme, že četnost impulsů bude možné jednoduše stanovit vymezením ROI na nasumovaných transverzálních řezech z oblasti regionálních uzlin. Bohužel při tomto zpracování vyhodnocovací program upozorňuje na možnost nesprávných výsledků. Využití SPECT při lymfoscintigrafii je tedy časově náročné nejen z hlediska záznamu dat (přístrojový čas, poměrně náročné pro vyšetřované pacienty), ale též z hlediska následného zpracování získaných dat. Vzhledem k tomu, že korelace % akumulace radiofarmaka při statickém snímání se SPECT (po přepočtu počtu imp./min) je velmi dobrá, není vhodné zavádět tento způsob zobrazení do standardní klinické praxe.

Další možností je zpracování dat ze SPECT/low-dose CT se stanovením četnosti impulsů v uzlinách po korekci na atenuaci pomocí low-dose CT. Při tomto způsobu zpracování jsou však získané četnosti impulsů příliš vysoké (viz tab. 13), % akumulace radiofarmaka v tříselných uzlinách je vyšší než 100% aplikovaných impulsů, takže ani tuto metodu nelze v klinické praxi použít.

SPECT/low-dose CT je možné využít pro určování hloubky uložení tříselných uzlin, ale pro hodnocení četnosti impulsů tento způsob není vhodný vzhledem k různé hloubce uložení uzlin u obézních pacientů, jak je vidět na Obr. 8. Nelze jednoznačně

určit, které uzliny použijeme pro měření a následnou korekci na hloubku jejich uložení a pracovat s každou uzlinou zvlášť je opět velmi komplikované a časově náročné.

Využití SPECT ani SPECT/low-dose CT tedy nepovažuji za vhodné pro využití v běžné klinické praxi.

6 ZÁVĚR

Lymfoscintigrafie dolních končetin je jednoduché neinvazivní vyšetření lymfatického systému určené pro diagnostiku lymfedému. Základem hodnocení je posouzení morfologického nálezu. Součástí hodnocení by mělo být vždy i semikvantitativní hodnocení, které umožňuje odhalit lymfedém lehčího stupně a uplatňuje se i v hodnocení efektu terapie. Podmínkou pro správné provedení a správnou interpretaci nálezu je standardizace jeho provedení.

Ačkoliv srovnání % akumulace množství aplikovaného radiofarmaka v regionálních uzlinách při statickém a celotělovém způsobu snímání vykazuje velmi dobrou korelaci, přesto u 6,5 % pacientů s celotělovým záznamem bez snímání místa aplikace a u 4,6 % pacientů se snímáním místa aplikace i malé rozdíly ve výsledcích vedou k přesunu pacientů ze skupiny normálových hodnot do patologických.

Přínos využívání SPECT ani SPECT/low-dose CT se vzhledem k časové náročnosti a nepřesnosti následného měření do využívání v praxi nehodí.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. O'Mahony S et al: Finding an optimal method for imaging lymphatic vessels of the upper limb. *Eur J Nucl Med Ml Imaging* 2004; 4: 555-563
2. Bourgeois P. et al.: A three-phase lymphoscintigraphic investigation protocol for the evaluation of lower limb oedemas. *Eur J Lymphology and Related Probleme* 1997; 21: 10-21
3. Szuba A. et al: The third circulation: radionuclide lymphoscintigraphy in the evaluation of lymphedema. *J Nucl Med* 2003; 44: 43-57
4. Pain SJ et al: Local Vascular Access of Radioprotein Injected Subcutaneously in Healthy Subjects and Patients with Breast Cancer-Related Lymphedema. *J Nucl Med* 2004; 45: 789-796
5. Weissleder H.: Lymphedema: evaluation of qualitative and quantitative lymphoscintigraphy in 238 patients. *Radiology* 1988; 167: 729-35
6. Keeley V: The use of lymphoscintigraphy in the management of chronic oedema. *Journal of Lymphoedema* 2006; 1: 42-56
7. Bourgeois P., Leduc O., Leduc A.: Imaging technique in the management and prevention of posttherapeutic upper limb oedemas. *Cancer* 1998; 12 Suppl American: 2805-13
8. Hwang J.K., Kwon J.Y., Lee K.W., Choi J.Y. et al.: Changes in lymphatic function after complex physical therapy for lymphedema. *Lymphology* 1999; 1: 15 – 21
9. Howarth D.M.: Increased lymphoscintigraphic flow pattern in the lower extremity under evaluation for lymphedema. *Mayo Clin Proc* 1997; 72: 423-429
10. Lebloch D., Benda K.: Metodický návrh k provádění radionuklidové lymfografie /lymfoscintigrafie/ končetin. *Praktická flebologie* 1996; 2: 66-68
11. Partsch H: Assessment of abnormal lymph drainage for the diagnosis of lymphoedema by isotopic lymphangiography and by indirect lymphography. *Clin dermatol* 1995; 5: 445 - 450

8 KLÍČOVÁ SLOVA

Lymfoscintigrafie

Lymfedém

Celotělové snímání

Statická scintigrafie

Lymphoscintigraphy

Lymphoedema

Whole body scintigraphy

Static scintigraphy

9 SEZNAM ZKRATEK

EANM	Evropská asociace nukleární medicíny
keV	kiloelektronvolt
RF	radiofarmakum
ROI	oblast zájmu (region of interest)
s.c.	subkutánní
SPECT (ECT)	jednofotonová emisní tomografie
SPECT/CT	hybridní systém jednofotonové emisní tomografie s výpočetní tomografií
IRAC	iterativní rekonstrukce s korekcí na atenuaci
IRNC	iterativní rekonstrukce bez korekce na atenuaci
WB	celotělové snímání (whole body)

10 PŘÍLOHY

Seznam příloh:

Příloha 1	Tab. 3
Příloha 2	Tab. 4
Příloha 3	Tab. 5
Příloha 4	Tab. 6
Příloha 5	Tab. 7
Příloha 6	Tab. 8
Příloha 7	Tab. 9
Příloha 8	Tab. 10
Příloha 9	Tab. 11
Příloha 10	Tab. 12
Příloha 11	Tab. 13

Příloha 1

Tab. 3 Počet impulsů ve vymezených ROI v pravé dolní končetině při statickém snímkování a celotělové scintigrafii s vykrytím míst aplikace.

PACIENT	MÍSTO APLIKACE	UZLINY STATIKA KLID	UZLINY WB KLID	UZLINY STATIKA ZÁTĚŽ	UZLINY WB ZÁTĚŽ
1.	185060	2009	1593	38742	25946
2.	236707	5322	3558	22780	14837
3.	215301	320	211	5441	3721
4.	212406	1103	799	8524	5638
5.	289610	2029	1264	4215	2786
6.	228045	1003	769	17936	11754
7.	224313	1119	744	16351	11204
8.	217348	95	78	10178	6662
9.	208130	1527	1092	23030	15272
10.	202077	0	0	680	383
11.	197410	0	0	155	95
12.	198441	1319	922	11317	7293
13.	193548	722	417	4188	2780
14.	176698	3690	2435	16406	11006
15.	204934	1179	894	13778	9685
16.	226068	268	265	6996	5011
17.	195028	341	243	3232	2170
18.	207091	406	295	8070	5249
19.	203383	0	0	148	110
20.	208496	1681	1101	4032	2727
21.	197916	605	454	1195	760
22.	158451	0	0	106	95
23.	181440	8415	5563	29753	19520
24.	207817	22530	15205	25897	17708
25.	225060	12923	8969	29865	19428
26.	200208	12843	8551	39443	26179
27.	204240	4536	3397	10755	7173
28.	220616	6234	4127	34946	23452
29.	205095	0	0	1932	1306
30.	233167	615	459	38074	25196
31.	200746	0	0	1034	656
32.	201153	0	0	0	0
33.	207120	419	360	5562	3750
34.	201089	445	299	11294	7310
35.	214889	5744	3899	35444	23200
36.	191114	416	277	5128	3331
37.	173167	1014	732	25888	17266
38.	208984	179	0	2137	1623
39.	196557	244	188	1760	1289
40.	187604	182	129	5176	3359
41.	199836	0	0	3410	2322
42.	209104	1806	1237	13997	8948
43.	207275	368	281	10580	7220
44.	193667	1054	818	24903	16632
45.	209673	569	407	3800	2517
46.	204992	2011	1366	13168	8744
47.	181938	1186	918	18371	12251
48.	193422	816	623	18066	11874
49.	85315	1321	851	4004	2670
50.	210069	272	187	5051	3524

Příloha 2

Tab. 4 Počet impulsů ve vymezené ROI v levé dolní končetině při statickém snímkování a celotělové scintigrafii s vykrytím místa aplikace.

PACIENT	MÍSTO APLIKACE	UZLINY STATIKA KLID	UZLINY WB KLID	UZLINY STATIKA ZÁTĚŽ	UZLINY WB ZÁTĚŽ
1.	190526	116	94	14791	9638
2.	219042	1743	1211	14711	9892
3.	199869	415	251	9247	6070
4.	217351	412	270	6702	4335
5.	292618	0	0	0	0
6.	221471	611	421	30119	19697
7.	252624	1544	1146	39319	26826
8.	218353	66	30	913	617
9.	243214	1484	1081	23322	15145
10.	212860	1018	880	41618	28022
11.	208002	0	0	7755	5161
12.	207510	969	678	7466	4830
13.	205670	400	263	11471	7726
14.	211465	6433	4422	21027	14073
15.	229391	2229	1650	22611	15664
16.	210256	1272	921	4759	3183
17.	205391	0	0	0	0
18.	197234	1375	936	18569	12640
19.	218456	0	0	1534	1231
20.	181696	820	571	4502	3040
21.	221392	1776	1326	1989	1310
22.	157625	5633	4031	38901	25430
23.	175938	10035	6669	42344	27632
24.	211806	22288	14896	39925	26383
25.	200683	15309	10107	24108	15668
26.	203306	12805	8393	39972	26405
27.	178096	5640	4071	13117	8620
28.	221636	2192	1519	23865	16070
29.	205113	338	251	8196	5360
30.	221592	86	68	9975	6761
31.	209980	0	0	105	91
32.	218463	0	0	3252	2149
33.	172066	0	0	0	0
34.	216328	3078	1932	27197	17547
35.	209863	8281	5596	48050	31817
36.	205400	1795	1295	7896	5148
37.	184278	3245	2199	23416	15575
38.	219394	0	0	1090	834
39.	202790	0	0	745	521
40.	199151	0	0	3970	2693
41.	187551	0	0	0	0
42.	176825	118	97	2748	1883
43.	220778	1046	748	8273	5560
44.	211977	760	529	16450	10891
45.	202008	495	394	2684	1820
46.	192549	3890	2720	32303	21252
47.	183028	2015	1420	25836	16835
48.	235213	407	314	18237	12000
49.	80862	3862	2619	8845	5931
50.	190796	611	376	9316	6101

Příloha 3

Tab. 5 Počet impulsů ve vymezené ROI (místa aplikace a tříselné uzliny vpravo a vlevo) při statickém snímání v klidu a po zátěži.

PACIENT	MÍSTA APLIKACE DX/SIN	UZLINY DX KLID	UZLINY SIN KLID	UZLINY DX ZÁTĚŽ	UZLINY SIN ZÁTĚŽ
1.	216609//216207	44	1441	104	20398
2.	213066//200510	881	312	6051	390
3.	206270//213535	1761	2318	20336	18072
4.	215886//203491	567	0	7181	0
5.	227127//217473	5018	1329	43527	18716
6.	196444//209358	0	1289	5544	32083
7.	232626//181735	2394	2954	39787	27047
8.	218545//201066	1863	2415	33139	26687
9.	209586//217618	1460	9194	14273	18222
10.	208278//200802	0	0	23648	17012
11.	187309//193413	0	5456	65	16988
12.	176860//184983	0	808	0	9184
13.	179428//184403	2970	605	12230	5561
14.	192707//202952	128	0	9761	0
15.	195486//189265	1488	4725	15910	26765
16.	198113//199417	688	4062	10423	17933
17.	219210//218983	422	0	9226	217
18.	221037//214163	3814	2707	20022	22622
19.	187242//177422	0	282	4053	979
20.	180436//177524	3818	2724	20482	11386
21.	192923//195284	2973	8056	23330	32344
22.	178936//176863	2892	2540	22156	25116
23.	171530//168666	8031	1709	13257	8573
24.	369679//400974	7457	3532	20828	22915
25.	197755//213622	597	788	7259	11501
26.	200847//198643	162	2948	5290	25618
27.	199412//190423	4080	0	17308	0
28.	183747//186105	3037	341	36309	42875
29.	201809//191897	285	2322	4195	9122
30.	219689//219980	1806	2136	31449	35056
31.	210970//204247	1674	2910	38881	44970
32.	204503//201056	0	487	4778	25065
33.	202180//196492	0	12232	0	19130
34.	169410//178072	6925	973	21846	20813
35.	171241//176187	905	480	16590	12519
36.	1708084//160929	256	95	3988	4196
37.	146239//155004	1224	2624	10728	20707
38.	155484//163216	7457	2664	16732	20164
39.	151693//163609	1467	3094	26630	23719
40.	154263//156648	574	2555	5281	5426
41.	159936//201936	14378	7100	22512	23961
42.	189371//198826	1018	3795	13101	14935
43.	176560//165932	370	174	1501	2701
44.	191924//196959	734	769	23516	23380
45.	194284//203319	1038	894	18670	14724
46.	179832//206568	0	208	19102	7836

Příloha 4

Tab. 6 Počet impulsů ve vymezených ROI (místa aplikace a tříselné uzliny vpravo a vlevo) při celotělovém snímání bez vykrytí míst aplikace.

PACIENT	Aplikace WB DX/SIN	UZLINY DX KLID	UZLINY SIN KLID	UZLINY DX ZÁTĚŽ	UZLINY SIN ZÁTĚŽ
1.	133268//133260	36	1106	94	13266
2.	177830//120120	720	207	3841	121
3.	127768//129267	1269	1622	14038	12233
4.	135946//125554	467	0	4686	0
5.	136622//132693	3624	1068	28930	12509
6.	118556//132248	0	961	3778	21183
7.	141851//109773	1686	2090	26461	18183
8.	130419//121125	1421	1639	21539	17633
9.	97536//122422	1014	6361	10258	12977
10.	122101//122514	0	0	15430	11429
11.	115587//118834	0	3739	34	11330
12.	107577//115820	0	523	0	6255
13.	110971//113111	2179	442	8389	3876
14.	117450//119784	131	0	6709	0
15.	119882//114244	1086	3410	10673	17894
16.	122144//121504	505	2800	6863	12147
17.	137694//130996	352	0	5678	127
18.	136111//133221	2640	2355	13523	15384
19.	116357//109136	0	153	2757	832
20.	111057//108437	2653	1904	13701	7696
21.	117881//114816	2078	5397	15529	21441
22.	108849//108054	2128	2026	14701	17106
23.	103024//104800	5419	1312	8975	5632
24.	224547//240182	5168	2744	14047	14955
25.	124025//130940	486	623	4918	7689
26.	123948//121781	108	1973	3456	17442
27.	120917//117102	2856	0	11408	0
28.	110532//113900	2468	304	24013	28183
29.	122734//117237	238	1707	2896	5979
30.	134584//134227	1352	1512	20455	23037
31.	129236//126388	1303	2255	26010	29504
32.	122564//121569	0	379	3066	16408
33.	123311//113289	0	8299	0	12945
34.	104291//109960	4807	779	14619	13724
35.	106639//108667	795	464	11186	8476
36.	107094//98864	175	67	2602	2946
37.	87589//94924	979	2110	7309	13955
38.	97162//99425	5242	1884	11285	13678
39.	94375//101313	1355	2263	18069	16148
40.	94322//95648	423	1700	3715	3679
41.	91765//123843	9774	4784	15015	15594
42.	118695//122214	741	2682	9022	10082
43.	109091//103361	285	111	1062	1885
44.	119542//121961	526	579	16164	15453
45.	120904//125278	806	596	12502	9578
46.	109913//127274	0	187	12847	5110

Příloha 5

Tab. 7 Procentuální akumulace radiofarmaka v tříselných uzlinách vpravo při statickém snímkování a celotělové scintigrafii s vykrytím míst aplikace.

PACIENT	STATIKA KLID (%)	WB KLID (%)	STATIKA ZÁTĚŽ (%)	WB ZÁTĚŽ (%)
1.	1,1	0,9	20,9	14,0
2.	2,3	1,5	9,6	6,3
3.	0,2	0,1	2,5	1,7
4.	0,5	0,4	4,0	2,7
5.	0,7	0,4	1,5	0,96
6.	0,4	0,3	7,9	5,2
7.	0,5	0,3	7,3	5,0
8.	0,0	0,0	4,7	3,07
9.	0,7	0,5	11,1	7,3
10.	0,0	0,0	0,3	0,2
11.	0,0	0,0	0,1	0,1
12.	0,7	0,5	5,7	3,7
13.	0,4	0,2	2,2	1,4
14.	2,1	1,4	9,3	6,2
15.	0,6	0,4	6,7	4,7
16.	0,1	0,1	3,3	2,3
17.	0,2	0,1	1,7	1,1
18.	0,2	0,1	3,9	2,5
19.	0,0	0,0	0,1	0,1
20.	0,8	0,5	1,9	1,3
21.	0,3	0,2	0,6	0,4
22.	0,0	0,0	0,1	0,1
23.	4,6	3,1	16,4	10,8
24.	10,8	7,3	12,5	8,5
25.	5,7	4,0	13,3	8,6
26.	6,4	4,3	19,7	13,1
27.	2,2	1,7	5,3	3,5
28.	2,8	1,9	15,8	10,6
29.	0,0	0,0	0,9	0,6
30.	0,3	0,2	16,3	10,8
31.	0,0	0,0	0,0	0,0
32.	0,0	0,0	0,0	0,0
33.	0,2	0,2	2,7	1,8
34.	0,2	0,2	5,6	3,6
35.	2,7	1,8	16,5	10,8
36.	0,2	0,1	2,7	1,7
37.	0,6	0,4	15,0	10,0
38.	0,1	0,0	1,0	0,8
39.	0,1	0,1	1,0	0,7
40.	0,1	0,1	2,8	1,8
41.	0,0	0,0	1,7	1,2
42.	0,7	0,6	6,7	4,3
43.	0,2	0,1	5,1	3,5
44.	0,5	0,4	12,9	8,6
45.	0,3	0,2	1,9	1,3
46.	1,0	0,7	6,4	4,3
47.	0,7	0,5	10,1	6,7
48.	0,4	0,3	9,3	6,1
49.	1,6	1,0	4,7	3,1
50.	0,1	0,1	2,4	1,7

Příloha 6

Tab. 8 Procentuální akumulace radiofarmaka v tříselných uzlinách vlevo při statickém snímkování a celotělové scintigrafii s vykrytím míst aplikace.

PACIENT	STATIKA KLID (%)	WB KLID (%)	STATIKA ZÁTĚŽ (%)	WB ZÁTĚŽ (%)
1.	0,1	0,1	7,8	5,1
2.	0,8	0,6	6,8	4,5
3.	0,2	0,1	4,6	3,0
4.	0,2	0,1	3,1	2,0
5.	0,0	0,0	0,0	0,0
6.	0,3	0,2	13,6	8,9
7.	0,6	0,5	15,6	10,6
8.	0,0	0,0	0,4	0,3
9.	0,6	0,4	9,6	6,2
10.	0,5	0,4	19,6	13,2
11.	0,0	0,0	3,7	2,5
12.	0,5	0,3	3,6	2,3
13.	0,2	0,1	5,6	3,8
14.	3,0	2,1	9,9	6,7
15.	1,0	0,7	9,9	6,8
16.	0,6	0,4	2,3	1,5
17.	0,0	0,0	0,0	0,0
18.	0,7	0,5	9,4	6,4
19.	0,0	0,0	0,7	0,6
20.	0,5	0,3	2,5	1,7
21.	0,8	0,6	0,9	0,6
22.	3,6	2,6	24,7	16,1
23.	5,7	3,8	24,1	15,7
24.	10,5	7,0	18,9	12,5
25.	7,6	5,0	12,0	7,81
26.	6,3	4,1	19,7	13,0
27.	3,2	2,3	7,4	4,8
28.	1,0	0,7	10,8	7,3
29.	0,2	0,1	4,0	2,6
30.	0,0	0,0	4,5	3,1
31.	0,5	0,3	0,1	0,0
32.	0,0	0,0	1,5	1,0
33.	0,0	0,0	0,0	0,0
34.	1,4	0,9	12,6	8,1
35.	4,0	2,7	22,9	15,2
36.	0,9	0,6	3,8	2,5
37.	1,8	1,2	12,7	8,5
38.	0,0	0,0	0,5	0,4
39.	0,0	0,0	0,4	0,3
40.	0,0	0,0	2,0	1,4
41.	0,0	0,0	0,0	0,0
42.	0,1	0,1	1,6	1,1
43.	0,5	0,3	3,8	2,5
44.	0,4	0,3	7,8	5,1
45.	0,3	0,2	1,3	0,9
46.	2,0	1,4	16,8	11,0
47.	1,1	0,8	14,1	9,2
48.	0,2	0,1	7,8	5,1
49.	4,8	3,2	10,9	7,3
50.	0,3	0,2	4,9	3,2

Příloha 7

Tab. 9 Procentuální akumulace radiofarmaka v tříselných uzlinách vpravo při statickém snímkování a celotělové scintigrafii bez vykrytí míst aplikace.

PACIENT	STATIKA KLID (%)	WB KLID (%)	STATIKA ZÁTĚŽ (%)	WB ZÁTĚŽ (%)
1.	0,0	0,0	0,1	0,1
2.	0,4	0,4	2,8	2,2
3.	0,9	1,0	9,9	11,0
4.	0,3	0,3	3,3	3,5
5.	2,2	2,7	19,2	21,2
6.	0,0	0,0	2,8	3,2
7.	1,0	1,2	17,1	18,7
8.	0,9	1,1	15,2	16,5
9.	3,4	5,2	6,8	10,5
10.	0,0	0,0	11,4	12,6
11.	0,0	0,0	0,0	0,0
12.	0,0	0,0	0	0,0
13.	1,7	2,0	6,8	7,6
14.	0,1	0,0	5,1	5,6
15.	0,8	0,9	8,1	8,9
16.	0,4	0,4	5,3	5,6
17.	0,2	0,2	4,2	4,1
18.	1,7	1,9	9,1	9,9
19.	0,0	0,0	2,2	2,4
20.	2,1	2,4	11,4	12,3
21.	1,5	1,8	12,1	13,2
22.	1,6	2,0	12,4	13,5
23.	4,7	5,3	7,7	8,7
24.	2,0	2,3	5,6	6,3
25.	0,3	0,4	3,7	4,0
26.	0,1	0,1	2,6	2,8
27.	2,1	2,4	8,7	9,4
28.	1,7	2,2	19,8	21,7
29.	0,1	0,2	2,1	2,4
30.	0,8	1,0	14,3	15,2
31.	0,8	1,0	18,4	20,1
32.	0,0	0,0	2,3	2,5
33.	0,0	0,0	0,0	0,0
34.	4,1	4,6	12,9	14,0
35.	0,5	0,8	9,7	10,5
36.	0,0	0,2	2,3	2,4
37.	0,8	1,1	7,3	8,3
38.	1,0	2,0	10,8	11,6
39.	1,0	1,4	17,6	19,2
40.	0,4	0,5	3,4	3,9
41.	9,0	10,7	14,1	16,4
42.	0,5	0,6	6,9	7,6
43.	0,2	0,3	0,9	1,0
44.	0,4	0,4	12,3	13,5
45.	0,5	0,7	9,6	10,3
46.	0,0	0,0	10,6	11,7

Příloha 8

Tab. 10 Procentuální akumulace radiofarmaka v tříselných uzlinách vpravo při statickém snímkování a celotělové scintigrafii bez vykrytí míst aplikace.

PACIENT	STATIKA KLID (%)	WB KLID (%)	STATIKA ZÁTĚŽ (%)	WB ZÁTĚŽ (%)
1.	0,7	0,8	9,4	10,0
2.	0,2	0,2	0,2	0,1
3.	1,1	1,3	8,5	9,5
4.	0,0	0,0	0,0	0,0
5.	0,6	0,8	8,6	9,4
6.	0,6	0,7	15,3	16,0
7.	1,6	1,9	14,9	16,6
8.	1,2	1,4	13,3	14,6
9.	4,2	5,2	7,7	10,6
10.	0,0	0,0	8,5	9,3
11.	2,8	3,2	8,8	9,5
12.	0,4	0,5	5,0	5,4
13.	0,3	0,4	3,0	3,4
14.	0,0	0,0	0,0	0,0
15.	2,5	3,0	14,1	15,7
16.	2,0	2,3	9,0	10
17.	0,0	0,0	0,2	0,1
18.	1,3	1,8	10,6	11,5
19.	0,2	0,1	0,6	0,8
20.	1,5	1,8	6,4	7,1
21.	4,1	4,7	16,6	18,7
22.	1,4	1,9	14,2	15,8
23.	1,0	1,3	5,1	5,4
24.	0,9	1,1	5,7	6,2
25.	0,4	0,5	5,4	5,9
26.	1,5	1,6	12,9	15,5
27.	0,0	0,0	0,0	0,0
28.	0,2	0,3	23,0	24,7
29.	1,2	1,5	4,8	5,1
30.	1,0	1,1	15,9	17,2
31.	1,4	1,8	22,0	23,3
32.	0,2	0,3	12,5	13,5
33.	6,2	7,3	9,7	11,4
34.	0,6	0,7	11,7	12,5
35.	0,3	0,4	7,1	7,8
36.	0,1	0,1	2,6	3,0
37.	1,7	2,2	13,4	14,7
38.	1,6	1,9	12,4	13,8
39.	1,9	2,2	14,5	15,9
40.	1,6	1,8	3,5	3,9
41.	3,5	3,9	11,9	12,6
42.	1,9	2,2	7,5	8,3
43.	0,1	0,1	1,6	1,8
44.	0,4	0,5	11,9	12,7
45.	0,4	0,5	7,2	7,7
46.	0,1	0,2	3,8	4,0

Příloha 9

Tab. 11 Počet impulsů ve vymezených ROI (místa aplikace a tříselné uzliny vpravo a vlevo) při statickém snímání a ECT záznamu.

PACIENT	APLIKACE DX KONČETINA	APLIKACE SIN KONČETINA	STATIKA DX ZÁTĚŽ	ECT DX (POČET IMP./MIN)	STATIKA SIN ZÁTĚŽ	ECT SIN (POČET IMP./MIN)
1.	211469	198880	5946	5811	0	0
2.	193711	180792	14808	14388	13783	13413
3.	176593	189109	9411	10367	6952	7133
4.	202084	211359	943	1353	0	122
5.	195576	189391	10005	8663	12367	11503

Příloha 10

Tab. 12 Procentuální akumulace radiofarmaka v tříselných uzlinách. Porovnání statického snímání s ECT.

PACIENT	STAT DX (%)	ECT DX (%)	STAT SIN (%)	ECT SIN (%)
1.	2,80	2,70	0	0
2.	7,60	7,40	7,60	7,40
3.	5,30	5,90	3,70	3,80
4.	0,46	0,70	0	0,05
5.	5,10	4,40	6,50	6,10

Příloha 11

Tab. 13 Počet impulzů ve vymezených ROI (místa aplikace a tříselné uzliny vpravo/min a vlevo/min) při SPECT a SPECT/low-dose CT záznamu.

PACIENT	APLIKACE DX KONČETINA	APLIKACE SIN KONČETINA	ECT DX	ECT/CT IRAC DX	ECT/CT IRNC DX	ECT SIN	ECT/CT IRNC SIN	ECT/CT IRAC SIN
1.	211469	198880	5811	192995	5244	0	0	0
2.	193711	180792	14388	53600	14068	13413	12984	48831
3.	176593	189109	10367	47306	10049	7133	6928	33604
4.	202084	211359	1353	4850	1164	122	82	660
5.	195576	189391	8663	35443	7886	11503	10790	44667