

Univerzita Pardubice

Fakulta zdravotnických studií

Úloha radiologického asistenta při scintigrafické detekci sentinelových uzlin

Bc. Veronika Plíhalová

Bakalářská práce
2013

Univerzita Pardubice
Fakulta zdravotnických studií
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Veronika Plíhalová
Osobní číslo: Z10271
Studijní program: B5345 Specializace ve zdravotnictví
Studijní obor: Radiologický asistent
Název tématu: Úloha radiologického asistenta při scintigrafické detekci sentinelových uzlin
Zadávací katedra: Katedra informatiky, managementu a radiologie

Zásady pro vypracování:

1. Sběr informací a studium literatury.
 2. Stanovení cílů a metod práce.
 3. Konzultace s vedoucím práce.
 4. Vypracování teoretické části.
 5. Vypracování praktické části.
 6. Závěrečná diskuze, zhodnocení výsledků práce.
-

Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucího**

Rozsah pracovní zprávy: **35 stran**

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

Seznam odborné literatury:

1. NAŇKA, Ondřej, Miloslava ELIŠKOVÁ a Oldřich ELIŠKA. **Přehled anatomie. 2. dopl. a přeprac. vyd. Praha: Karolinum, 2009, 416 s. ISBN 978-802-4617-176.**
2. NEORAL, Čestmír a Tomáš BOHANES. **Biopsie sentinelové uzliny. 1. vyd. Praha: Galén, 2012, 141 s. ISBN 978-807-2028-827.**
3. ŠIMŠA, Jaromír. **Sentinelová uzlina - Lymfadenektomie u solidních nádorů. Praha: Maxdorf, 2010, 312 s. ISBN 978-807-3452-131.**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jiří Kulíš**
Fakulta zdravotnických studií

Datum zadání bakalářské práce: **1. října 2012**
Termín odevzdání bakalářské práce: **9. května 2013**


prof. MUDr. Arnošt Pellant, DrSc.
děkan

L.S.


Ing. Jana Bořá, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 6. března 2013

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 9. 5. 2013

Bc. Veronika Plíhalová

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu své práce Ing. Jiřímu Kulířovi za poskytnuté rady, odbornou pomoc a cenné připomínky, které mi v průběhu zpracování práce poskytl. Dále chci poděkovat oddělení nukleární medicíny ve FNHK za možnost vyšetření samostatně provést i nafotit si ho.

Anotace

Tématem mé bakalářské práce je úloha radiologického asistenta při scintigrafické detekci sentinelových uzlin. Úvod je věnován právnímu vymezení radiologického asistenta a historii oboru.

Práce je rozdělena na dvě části – teoretickou a praktickou. Teoretická část obsahuje informace o dané problematice, zahrnuje anatomii a patologii lymfatického systému, význam sentinelové uzliny, stručnou charakteristiku nádorových onemocnění, princip a provedení lymfoscintigrafie a jakou úlohu při tom zastává radiologický asistent. Praktická část popisuje úlohu radiologického asistenta při scintigrafii sentinelové uzliny u karcinomu prsu a je doplněna fotografiemi z průběhu vyšetření pro lepší představu o práci radiologického asistenta.

Klíčová slova : radiologický asistent, sentinelová uzlina, melanom, karcinom prsu, lymfoscintigrafie, biopsie

Annotation

Topic of my thesis is the role of radiology assistant in the scintigraphic detection of sentinel lymph nodes. Introduction is devoted legal definition of radiology assistant and field history.

The work is divided into two parts – the theoretical and the practical. The theoretical part contains information about the issue, includes anatomy and pathology of the lymphatic system, the importance of sentinel lymph node, a brief description of cancer, principles and implementation of lymphoscintigraphy and what role while radiology assistant holds. The practical part describes the role of radiology assistant in the sentinel node scintigraphy in breast cancer and is accompanied by photographs from examinations for a better idea of the work of radiology assistant.

Keywords : radiology assistant, sentinel lymph node, melanoma, breast cancer, lymphoscintigraphy, biopsy

OBSAH

Úvod	10
1. Radiologický asistent	11
1.1 Právní vymezení oboru Radiologický asistent	11
1.2 Historie oboru	13
2. Cíl práce	15
3. Teoretická část	16
3.1 Anatomie lymfatického systému	16
3.1.1 Lymfatický cévní systém	17
3.1.2 Lymfatické uzliny	17
3.1.3 Lymfatický systém a nádorová onemocnění	18
3.2 Scintigrafická detekce sentinelových uzlin	18
3.2.1. Princip scintigrafie	19
3.2.2 Scintilační kamera (Gama kamera) – princip a schéma	19
3.2.3 Definice a význam sentinelové uzliny	21
3.2.4 Lymfoscintigrafie sentinelové uzliny	23
3.2.4.1 Cíl lymfoscintigrafie sentinelové uzliny	23
3.2.4.2 Historie metody	23
3.2.4.3 Indikace	24
3.2.4.3.1 Maligní melanom	24
3.2.4.3.2 Karcinom prsu	26
3.2.4.4 Kontraindikace	28
3.2.4.5 Radiofarmakum	28
3.2.4.6 Příprava pacienta k vyšetření	29
3.2.4.7 Aplikace	29
3.2.4.8 Mechanismus transportu radiofarmaka	29
3.2.4.9 Provedení vyšetření	29
3.2.4.9.1 Provedení vyšetření u maligního melanomu	30
3.2.4.9.2 Provedení vyšetření u karcinomu prsu	30
3.2.4.9.3 Ostatní nádorová onemocnění	31
3.2.4.9.3.1 Karcinom vulvy	31

3.2.4.9.3.2 Nádory orofaciální oblasti	32
3.2.4.9.4 SPECT/CT v předoperační detekci sentinelové uzliny	32
3.2.4.10 Radiační zátěž pacienta	32
3.2.4.11 Závěr	33
3.3 Úloha radiologického asistenta při scintigrafické detekci sentinelových uzlin	37
3.3.1 Radiační ochrana pracovníků v nukleární medicíně	38
4. Praktická část	42
5. Diskuze	47
6. Závěr	49
7. Použitá literatura	50
8. Přílohy	54

Seznam ilustrací

Obrázek 1 Lymfatický systém	16
Obrázek 2 Metastázování karcinomu prsu do lymfatických uzlin	18
Obrázek 3 Schéma scintilační kamery.....	20
Obrázek 4 Maligní melanom	25
Obrázek 5 Koncept sentinelové uzliny.....	27
Obrázek 6 Způsoby aplikace radiofarmaka u karcinomu prsu.....	30
Obrázek 7 Přední a zadní projekce, melanom na zádech, sentinelová lymfatická uzlina(SLU) v levé axile	34
Obrázek 8 SPECT/CT, melanom na zádech, SLU v levé axile.....	34
Obrázek 9 Přední a zadní projekce, melanom na pravém bércei, SLU v pravém třísle.....	35
Obrázek 10 Přední a přední šikmá projekce, karcinom prsu vlevo, SLU v levé axille.....	35
Obrázek 11 Přední a přední šikmá projekce, karcinom prsu vpravo, SLU v pravé axile a vnitřní lymfatický mammární řetězec.....	36
Obrázek 12 SPECT/CT u stejného pacienta.....	36
Fotografie 1 Příprava bodového zdroje.....	42
Fotografie 2 Příprava bodového zdroje.....	43
Fotografie 3 Snímání v přední projekci	44
Fotografie 4 Spuštění akvizice	44
Fotografie 5 Snímání v přední šikmé projekci.....	45
Fotografie 6 Pomůcky k zakreslení sentinelové uzliny.....	45
Fotografie 7 Lokalizace a zakreslení sentinelové uzliny	46

Úvod

Tématem mé bakalářské práce je úloha radiologického asistenta při scintigrafické detekci sentinelových uzlin, proto se v úvodu nejprve zmiňuji kdo radiologický asistent je, jaké je jeho právní vymezení a jaké významné objevy v minulosti umožnily vznik tohoto oboru.

Práce je rozdělena do dvou částí – teoretická a praktická část.

Teoretická část práce je koncipována tak, aby budoucí čtenář získal ucelený pohled na danou problematiku. Zahrnuje anatomii a patologii lymfatického systému, princip scintigrafie, význam sentinelové uzliny, provedení lymfoscintigrafie včetně historie metody a stručné charakteristiky nádorových onemocnění, pro které je indikována. Prostor je zde věnován i výrobě radiofarmaka a fyzikálním základům scintilační kamery. Závěr je pak věnován úloze radiologického asistenta při scintigrafii sentinelové uzliny. Protože pracuje se zdroji ionizujícího záření, je zásadní i jeho role v radiační ochraně. Z tohoto důvodu se v této části věnuji také metodám ochrany před zářením, limitům pro radiační pracovníky, osobnímu monitorování pracovníků a veličinám důležitých z hlediska radiační ochrany.

Praktická část je zaměřena na popis úlohy radiologického asistenta při konkrétním vyšetření. Vybrala jsem si scintigrafii sentinelové uzliny u karcinomu prsu, protože patří mezi nejčastější zhoubné nádorové onemocnění u žen v České republice. Tato část je sepsána na základě vlastní zkušenosti z praxe a je doplněna fotografiemi z průběhu vyšetření pro lepší názornou představu.

1. Radiologický asistent

Radiologický asistent je zdravotnický pracovník, který je oprávněn provádět radiologické zobrazovací a ozařovací postupy a aplikovat ionizující záření při postupech používaných při lékařském ozáření.(1) Uplatňuje se ve zdravotnických zařízeních na pracovištích radiodiagnostických, radioterapeutických, nukleárně medicínských a na dalších pracovištích, kde se provádějí radiologické výkony u pacientů. (2)

1.1 Právní vymezení oboru Radiologický asistent

Způsobilost k výkonu povolání radiologického asistenta upravuje § 8 odst. 1 zákona č. 96/2004 Sb. ve znění zákon č. 105/2011Sb.Odborná způsobilost se získává absolvováním:

- Akreditovaného zdravotnického bakalářského studijního oboru pro přípravu radiologických asistentů,
- tříletého studia v oboru diplomovaný radiologický asistent na vyšších zdravotnických školách, pokud bylo studium prvního ročníku zahájeno nejpozději ve školním roce 2004/2005,
- střední zdravotnické školy v oboru radiologický laborant, pokud bylo studium prvního ročníku zahájeno nejpozději ve školním roce 1996/1997.

Za výkon povolání radiologického asistenta se podle § 8 odst. 3 téhož zákona považuje zejména provádění radiologických zobrazovacích i kvantitativních postupů, léčebné aplikace ionizujícího záření a specifické ošetrovatelské péče poskytované v souvislosti s radiologickými výkony. Radiologický asistent provádí činnosti související s radiační ochranou podle zvláštního právního předpisu (Zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů) a ve spolupráci s lékařem se podílí na diagnostické a léčebné péči. Činnosti zvláště důležité z hlediska radiační ochrany může radiologický asistent vykonávat, pokud splňuje požadavky stanovené zvláštním právním předpisem.

Radiologický asistent vykonává činnosti podle § 3 odst. 1 vyhl. č. 55/2011, a dále bez odborného dohledu a bez indikace :

- provádí a vyhodnocuje zkoušky provozní stálosti zdrojů ionizujícího záření a souvisejících přístrojů ve všech typech zdravotnických radiologických pracovišť,

- zajišťuje, aby lékařské ozáření nebylo v rozporu se zásadami radiační ochrany, a v rozsahu své odborné způsobilosti vykonává činnosti při zajišťování optimalizace radiační ochrany, včetně zabezpečování jakosti,
- vykonává činnosti zvláště důležité z hlediska radiační ochrany, pokud splní požadavky zvláštního právního předpisu,
- provádí specifickou ošetrovatelskou péči poskytovanou v souvislosti s radiologickými výkony,
- přejímá, kontroluje a ukládá léčivé přípravky, manipuluje s nimi a zajišťuje jejich dostatečnou zásobu,
- přejímá, kontroluje a ukládá zdravotnické prostředky a prádlo, manipuluje s nimi, zajišťuje jejich dezinfekci a sterilizaci a jejich dostatečnou zásobu.

Radiologický asistent provádí jako aplikující odborník v obecně odůvodněných případech stanovených standardy bez odborného dohledu na základě požadavku indikujícího lékaře jednotlivé lékařské ozáření, a to

- skiagrafické zobrazovací postupy včetně screeningových,
- peroperační skiaskopii,
- kostní denzitometrii;

a nese za ně klinickou odpovědnost.

Radiologický asistent provádí bez odborného dohledu na základě požadavku indikujícího lékaře a na základě indikace lékaře, který je aplikujícím odborníkem, praktickou část jednotlivého lékařského ozáření, především jeho konkrétní provedení

- provádí radiologické zobrazovací postupy používané při lékařském ozáření,
- asistuje a instrumentuje při postupech intervenční radiologie,
- provádí léčebné ozařovací techniky,
- provádí nukleárně medicínské zobrazovací i nezobrazovací postupy,

a za tuto část přebírá klinickou odpovědnost.

Radiologický asistent bez odborného dohledu na základě indikace lékaře

- provádí léčebné a zobrazovací výkony, které využívají jiné fyzikální principy než ionizující záření,

- aplikuje léčivé přípravky nutné k provedení výkonů trávicím traktem, dýchacími cestami, formou podkožních, kožních a nitrosvalových injekcí.

Pod odborným dohledem lékaře může radiologický asistent aplikovat intravenózní léčiva nutná k realizaci postupů.

Pod odborným dohledem radiologického fyzika se specializovanou způsobilostí v radioterapii může vykonávat dílčí činnosti při plánování radioterapie.

1.2 Historie oboru

Rozvoj oboru umožnila řada objevů. Největším a nejdůležitějším mezníkem se stal objev **rentgenového záření** německým fyzikem W. K. Röntgenem v roce 1895. První rentgenový snímek na světě provedl Röntgen již měsíc po svém objevu dne 22.12.1895. Toto datum se také pokládá za den zrození nového lékařského oboru - **RENTGENOLOGIE**. V roce 1901 mu za tento objev byla udělena Nobelova cena za fyziku.(5) Pro zajímavost první rentgenodiagnostické vyšetření u nás provedl v roce 1897 R. Jedlička.(6)

V roce 1896 se pak L. Freund začal zabývat zkoumáním biologických účinků rtg záření a V. Despeignes radiologickou léčbou zhoubných nádorů. (6)

Dalším významným objevem, který přispěl k rozvoji tohoto oboru, byl objev **radioaktivity** na přelomu 19. a 20.stol H.Becquerelem při pokusech s luminiscencí minerálů a krystalů, kdy zpozoroval neviditelné pronikavé záření, které prošlo i světlotěsným obalem fotografických desek a způsobilo jejich zčernání. O rozvoj výzkumu záření se zasloužili také manželé Curierovi, kteří zjistili, že smolinec vysílá intenzivnější jaderné záření. Ze smolince izolovali polonium a radium.(7)

Vlastnostmi radioaktivního záření zabýval E.Rutherford, který v tomto záření našel dvě rozdílné složky: **měkkou složku**, kterou nazval paprsky α a **tvrdší složku**, kterou nazval záření β . P.Villard pak zjistil, že radium emituje ještě podstatně pronikavější záření, které nazval je **záření γ** . Těmito výzkumy byla objevena přirozená radioaktivita. (7)

První uměle vyvolanou radioaktivitu vytvořili v r.1934 manželé F.Joliot-Curie a I.Joliot-Curieová při ozařování hliníku paprsky α , což představovalo další významný milník v rozvoji radiologie.(7)

Po druhé světové válce do diagnostiky začala pronikat výpočetní technika a s ní první teorie výpočetní tomografie, kterou vypracoval a publikovat v roce 1963 A. Cormack. Výpočetní tomograf zkonstruoval v roce 1973 Dr. Hounsfield a v roce 1979 za něho dostal

Nobelovu cenu za fyziku. Později se v medicíně uplatňuje ultrazvuková diagnostika a zobrazování magnetickou rezonancí.(5)

Obor nukleární medicíny se začal rozvíjet od 50. let 20. století, kdy byla sestrojena první speciální gama kamera detekující slabé gama záření emitované radionuklidy implantovanými do těla.(8)

2. Cíl práce

Cílem práce je na základě studia odborné literatury, článků a vlastních poznatků z odborné praxe popsat jakou úlohu zastává radiologický asistent při scintigrafické detekci sentinelové uzliny.

3. Teoretická část

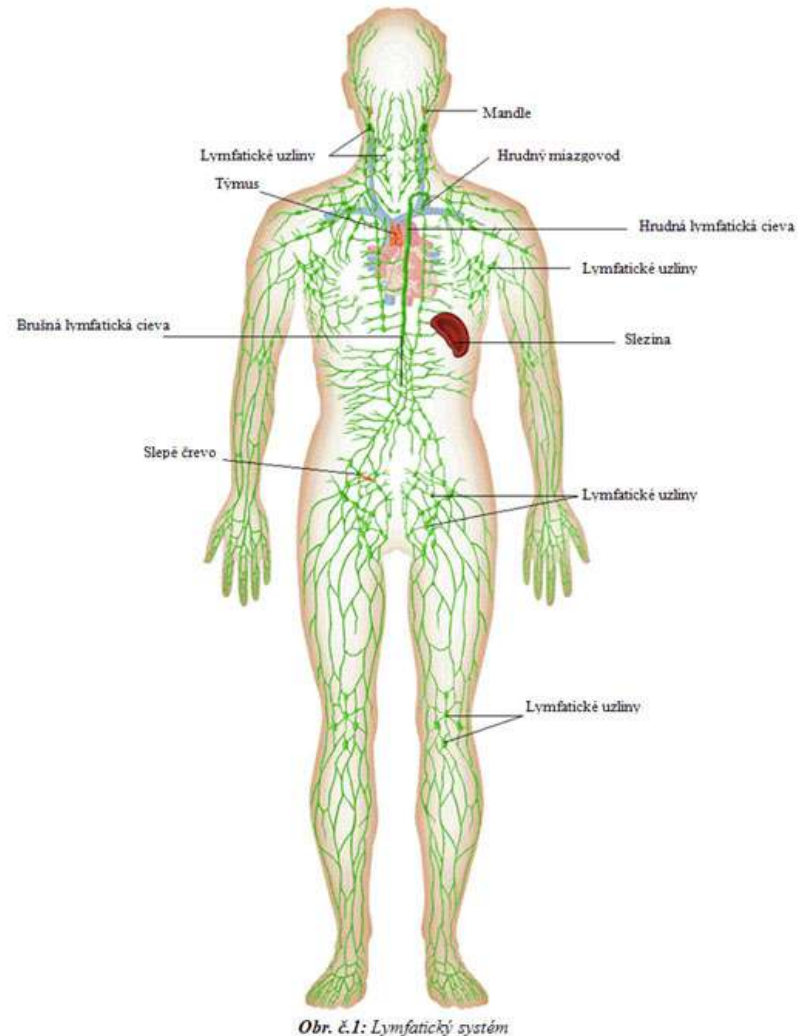
3.1 Anatomie lymfatického systému

Lymfatická (mízní) soustava tvoří jednosměrnou dráhu z mezibuněčných prostor do krve. Je tvořena lymfou, lymfatickými cévami a orgány-lymfatické uzliny, slezina, kostní dřeň, thymus, tonzily a lymfoidní tkání.(9)

„Lymfa vzniká z tkáňového moku ve většině tkání jako bezbarvá, čirá tekutina“ (Naňka 2009, s. 136). „Do lymfy se vstřebávají bílkoviny, cholesterol a tuky ve formě mastných kyselin. Triglyceridy, proteiny, fosfolipidy a cholesterol, které jsou ve střevní stěně vstřebávány do lymfatických cév, jsou viditelné pouhým okem a působí mléčné zakalení lymfy v cévách z trávicího traktu“ (Naňka 2009, s. 136).

S tuky a s proteiny přecházejí do lymfy také vitamíny, rozpustné v tucích (A, D, E, K), dále steroidní hormony, železo, měď a vápník. (10)

Míza je v mízních uzlinách filtrována, zbavena cizích těles a obohacena o lymfocyty a přes systém lymfatických cév odváděna do žilního řečiště. Za 24 hodin se v těle vytvoří přibližně 3 litry lymfy.



Obr. č.1: Lymfatický systém

Obrázek 1 Lymfatický systém
Zdroj: (1)

3.1.1 Lymfatický cévní systém

„Lymfatický systém začíná v periférii téměř všech orgánů a tkání různě hustou sítí slepě zakončených mízních kapilár“(Kupka 2007, s. 129).

Lymfatické kapiláry jsou drobné kanálky kopírující žilní kapiláry, jejichž průměr je přibližně 100 μ m. (9) Spojují se vzájemnými anastomozami v síť, ze kterých se tvoří mízní kolektory. Ty obsahují chlopňový systém, který brání zpětnému toku lymfy. (10)

Všechny lymfatické cévy se spojují do dvou velkých mízních kmenů – hrudní mízovod a pravý lymfatický mízovod. Hrudní mízovod (ductus thoracicus) sbírá lymfu z dolních končetin, pánve, břicha, levé stěny hrudní, levé plíce, částečně i z orgánů mediastina, levé horní končetiny a z levé poloviny hlavy a krku. Do pravého lymfatického mízovodu (truncus lymphaticus dexter) proudí lymfa z pravé poloviny hrudníku a mediastina, pravé poloviny hlavy a krku a z části horní plochy jater. (13)

„Lymfatické cévy mají velké množství spojek jednak navzájem mezi sebou (lymfolyfatické) a jednak s žilním systémem (lymfo-venózní)“(Šimša 2010, s. 20).

Cévní lymfatický systém tvoří povrchové cévy, které odvádějí lymfu z kůže a podkoží a hluboké cévy, které kopírují na končetinách velké cévy a odvádějí lymfu ze svalů, kostí apod. Povrchový lymfatický systém je dominantní a zabezpečuje drenáž přibližně 80% lymfatické tekutiny. Mezi oběma lymfatickými cévními systémy se nachází velké množství spojek, které se mohou uplatnit při zhoršení funkce jednoho či druhého systému. (9)

3.1.2 Lymfatické uzliny

Lymfatické uzliny jsou shluky lymfoidních tkáně uložené v průběhu mízních cév a slouží jako filtr pro lymfu. Mají kulovitý nebo ledvinovitý tvar a jejich velikost se pohybuje od několika mm až po několik cm. (10)

Uzliny se mohou vyskytovat jednotlivě, ale častěji jsou uspořádány do skupiny nebo řetězců uzlin. Do uzliny vstupují aferentní lymfatické cévy a z uzliny vystupuje eferentní lymfatická céva. (10)

Každá uzlina má na povrchu vazivové pouzdro, které ji odděluje od okolí. Pod pouzdem je uložena kůra, v centru se nachází dřev. Celá uzlina je protkána sítí jemných vazivových retikulárních vláken. (10)

Mezi hlavní funkce uzlin patří produkce lymfocytů, filtrace lymfy a díky tvorbě T a B lymfocytů uzliny zabezpečují obrannou schopnost těla. (10)

Uzliny, které filtrují lymfu z určité oblasti (regionu) se nazývají regionální. Ty se mohou zvětšit zachycenými nádorovými buňkami, což může někdy pomoci při posuzování stádia nádorového bujení. (11)

3.1.3 Lymfatický systém a nádorová onemocnění

Lymfatickým systémem se v těle velmi často šíří rakovina. Každá část lidského těla má svou spádovou oblast, síť vzájemně propojených vlásečnic, které odvádějí mízu z příslušného orgánu do nejbližší lokalizované oblasti. Z ní vedou lymfatické spojky do dalších uzlin. Vytvářejí tak lymfatickou síť, kterou se mohou šířit nádorové buňky. (14)

Při dosažení určité velikosti může primární tumor proniknout do lymfatických cév. Lymfatickými cévami se maligní buňky šíří dál do lymfatických uzlin. Zde jsou zachyceny v subskapulárních sinusech. Po jisté době pak dochází k průniku nádorových buněk skrze uzlinu do vyšších etáží lymfatického systému a lymfaticko-venózními zkraty se mohou dostat i do systémové cirkulace a být zdrojem vzdálených metastáz. (15)

Nejprve jsou vždy postiženy spádové lymfatické uzliny (tzv. sentinelové), do kterých přitéká lymfa z postiženého orgánu, a později i vzdálenější. Typickým příkladem je rakovina prsu, která velmi brzy po svém vzniku metastazuje do uzlin v podpaží. (14)



Z tohoto důvodu se začaly hledat způsoby, jak tuto první spádovou uzlinu objevit. Důležitým poznatkem je skutečnost, že sentinelové lymfatické uzliny nádorové buňky vždy zadrží a uchová, a proto je možné ji detekovat. (15)

Obrázek 2 Metastázování karcinomu prsu do lymfatických uzlin
Zdroj: (2)

3.2 Scintigrafická detekce sentinelových uzlin

Radionuklidová lymfoscintigrafie je neinvazivní metoda umožňující zobrazení toku lymfy z místa aplikace lymfatickými cévami přes spádové uzliny a dále. V současné době se ve velké míře uplatňuje při detekci sentinelové uzliny u maligního melanomu, karcinomu prsu a u dalších nádorů. Provádí se na pracovišti nukleární medicíny pomocí techneciem značených koloidů. Na vyšetření navazuje chirurgický výkon.(15)

3.2.1. Princip scintigrafie

Scintigrafie je zobrazovací metoda, která umožňuje zobrazit distribuci radiofarmaka v organismu na základě zevní detekce gama záření vycházejícího z těla pacienta. (16)

Při scintigrafii je snímáno prostorové rozložení radiofarmaka ve vyšetřované tkáni. Akumulace radiofarmaka závisí na funkčním stavu vyšetřované tkáně. Scintigrafické zobrazení je založeno na známé farmakokinetice radiofarmaka v organismu. Pomocí scintilační kamery lze zobrazit distribuci radiofarmaka v cílové tkáni po určité době od aplikace nebo v průběhu času a ze získaných snímků hodnotit funkci. (12)

Typy scintigrafických záznamů

- **Statická scintigrafie**

Jedná se o prostý dvourozměrný scintigram, kdy se snímá rozložení radiofarmaka ve vyšetřované oblasti po určité době od aplikace. (12)

Planární scintigrafie – 2D zobrazení distribuce radiofarmaka

Tomografická scintigrafie – 3D zobrazení (SPECT, PET)

- **Dynamická scintigrafie**

Série dvourozměrných (statických) snímků, které zachycují jednotlivé fáze průchodu radiofarmaka vyšetřovanou oblastí. (12)

3.2.2 Scintilační kamera (Gama kamera) – princip a schéma

Scintilační kamera je přístroj snímající fotony záření gama a převádějící je na elektrické impulzy.

Skládá se z :

- kolimátoru**
- scintilačního krystalu**
- světlovodu**
- soustavy fotonásobičů**
- vyhodnocovací a zobrazovací aparatury** (17)

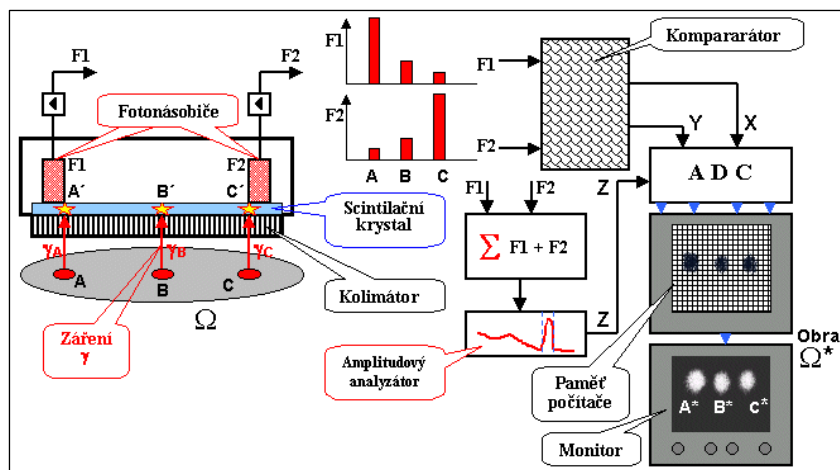
Kolimátor je obvykle olověná deska s mnoha otvory mající různý tvar, velikost a směr podle typu a jeho použití. Vymezuje rozsah zorného pole kamery a směr fotonů dopadajících na krystal.(18) Kolimátor ovlivňuje prostorovou rozlišovací schopnost a citlivost kamery. Je umístěn mezi detektorem a pacientem. (17)

Scintilačním krystalem je jodid sodný aktivovaný thaliem. Je uzavřen v olověném a světlotěsném krytu. (12)

Nad krystalem je uloženo několik desítek fotonásobičů, které jsou ke krystalu připojeny pomocí světlovlodiče. Ten usnadňuje převod světelných fotonů ze záblesků v krystalu. (12)

Scintilační krystal, světlovod, soustava fotonásobičů, odporová matice a část elektronických obvodů jsou stíněny olověným pouzdem a tvoří hlavu kamery. (17) Ta je

umístěna na masivní stojanu (gantry). Pod detektorem se pak nachází vyšetřovací lůžko. (16)



Obrázek 3 Schéma scintilační kamery

Zdroj: (3)

Foton záření gama po průchodu kolimátorem v krystalu vyvolá záblesk. Vzniklé světelné fotony se šíří všemi směry a dopadají na fotokatody jednotlivých fotonásobičů. Na výstupu fotonásobiče se vytvoří proudový nebo napěťový impulz.(18) Impulzy z jednotlivých fotonásobičů jsou vedeny do komparátoru, kde se porovnávají jejich amplitudy a vytvářejí se souřadnicové impulzy X a Y. Ty udávají polohu záblesku v krystalu, a tím i místo v těle pacienta odkud byl foton gama vyzářen. (16)

Kromě určení polohy scintilace probíhá také analýza intenzity záblesku, která je úměrná energii záření gama absorbované ve scintilátoru a je generován signál Z. Tento proces zajišťují sumační obvody, které sčítají velikosti odezev jednotlivých fotonásobičů. Takto vytvořený signál dále putuje do amplitudového analyzátoru. Pro každý záblesk je určena tedy nejen jeho poloha, ale i energie fotonu gama, který tento záblesk vyvolal. (16)

Pokud energie fotonu gama spadá do uživatelem přednastaveného energetického okna, zaznamená se tento impulz v obrazové matici na místě o souřadnicích X,Y. Poloha záblesku

v krystalu odpovídá určité poloze místa vyzáření fotonu z těla pacienta a obraz v počítači je obrazem těchto míst, zachycuje se rozložení radiofarmaka v těle pacienta. (16)

3.2.3 Definice a význam sentinelové uzliny

Koncepce sentinelové uzliny vychází z předpokladu existence jedné mízní uzliny v lymfatickém povodí tumoru, do které se nádorové buňky šíří nejdříve. Tato uzlina je tedy potenciální zásobárnou nádorových buněk a její ponechání může vést k zakládání dalších metastáz. (15)

Definována je jako „ *první přímá lymfatická uzliny nebo uzliny v lymfatickém povodí daného tumoru, do které je nádor drénován a v níž se objevují metastázy.*“ (Neoral 2012, s. 17)

Sentinelová uzlina (sentinel = stráž) je lymfatická uzlina, která s primárním nádorem přímé spojení ve formě lymfatické cévy. (19)

Stav této uzliny nejlépe odráží eventuální diseminaci nádorového procesu do regionálních mízních uzlin. (12)

Identifikace, následný odběr a podrobné vyšetření sentinelové uzliny má dva základní významy: **Význam pro diagnostiku a staging**

U histologicky nejednoznačných stavů může, při eventuální přítomnosti metastázy, potvrdit malignitu. Biopsie sentinelové uzliny je schopna objevit metastázu v uzlině i při velikosti, kterou jiná metoda nezobrazí. (20)

Přítomnost nádorových buněk v této uzlině je velmi významným prognostickým faktorem. Její vyšetření umožňuje lépe určit stádium onemocnění a přesněji zařadit onkologického pacienta v TNM klasifikaci, a tím také pomoci při rozhodování o vhodném léčebném postupu. (19)

Význam pro chirurgický výkon

Standardní léčba maligních melanomů zahrnuje chirurgickou excizi s bezpečným lemlem zdravé tkáně a disekci axily, inguiny a ilických uzlin. (9)

U invazivního karcinomu prsu je základem chirurgické léčby kompletní odstranění tumoru s negativními okraji mastektomií nebo prostřednictvím konzervativního výkonu. Součástí těchto výkonů je axilární lymfadenektomie v I a II etáži s minimálním ziskem deseti uzlin. (15)

Disekci uzlin provází celá řada komplikací, které mohou být časné, ale i dlouhodobé:

- zvýšená míra protrahované až dlouhodobé lymfatické a serózní sekrece a s tím spojená větší náchylnost k infekcím
- zánět podkoží a lymfatik
- obtížné hojení
- poranění nervových struktur s následnými neurologickými poruchami (poruchy citlivosti, parestézie)
- trvalé neurologické poruchy, zejména v souvislosti s poškozením interkostobrachiálního nervu
- web syndrom – bolesti při abdukci, omezení hybnosti v ramenním kloubu, viditelné pruhy na povrchu paže
- lymfedém (akutní, chronický) (9)

Lymfedém představuje nejvíce obávanou komplikaci. Vzniká pod místem poškození a ztížené průchodnosti mízního řečiště a šíří se do periferní končetiny. Příčinou je hromadění lymfy před překážkou a nemůže pokračovat v odtoku. (21) Objevuje se v 5% - 30% v závislosti na rozsahu operačního výkonu. Jeho výskyt se zvyšuje s počtem odstraněných uzlin, s množstvím maligních uzlin a s odstraněnými uzlinami III etáže. (15)

Z těchto důvodů se začaly hledat jiné metody, které by umožnily určit přesný stav axily a zároveň by tato rizika eliminovaly. Alternativou lymfadenektomie se stává metoda biopsie sentinelové uzliny. (22)

Biopsie sentinelové uzliny

Při biopsii sentinelové uzliny je možné použít jednodenní (scintigrafie a chirurgický výkon v jeden den) či dvoudenní protokol. K detekci sentinelové uzliny se využívají dvě metody – značení pomocí modrého barviva (patentní modř) nebo značení pomocí ^{99m}Tc-koloidu. Při identifikaci lze použít jednu nebo současně obou metod značení, což se v mnoha provedených studiích ukazuje jako nejvýhodnější, protože zvyšuje úspěšnost záchytu sentinelové uzliny. (15)

Pacientovi je nejprve do okolí tumoru nebo jizvy po něm aplikován koloid značený techneciem. Způsob aplikace závisí na typu a lokalizaci tumoru.(23) Bezprostředně po aplikaci nebo s odstupem 1-2 hodin po aplikaci radiofarmaka (podle typu onemocnění) je provedena lymfoscintigrafie, kde se zobrazí aktivní uzliny.(15) Poté je pacient převezen na operační sál. Těsně před chirurgickým výkonem je mu do stejného místa vstříknut roztok

patentní modři a za zhruba 10 minut je provedena incize modře zbarvených uzlin. Ještě předtím se ale pomocí speciální sondy, která dokáže měřit intenzitu záření vysílanou označenou uzlinou, vyhledá místo s maximální aktivitou.(23) Biopťová uzlina se následně odesílá k histologickému vyšetření.

Hlavní přínos pro chirurgický výkon spočívá v tedy v možnosti vynechání náročné lymfadenektomie u pacientů bez lymfatických metastáz a tím i snížení jeho poškození.(22) Není-li v sentinelové uzlině prokázán metastatický proces, pak s největší pravděpodobností nebudou postiženy ani další uzliny a nemocného lze ušetřit kompletní disekce axily.(15) Tím se výrazně zkrátí doba operace i sníží riziko komplikací. Lymfadenektomii je možné omezit pouze na identifikaci a biopsii sentinelové uzliny a teprve v případě jejího metastatického postižení axilární disekci provést. (15)

Biopsie sentinelové uzliny se nedoporučuje u klinicky pozitivních axilárních uzlin, protože se uzlina vyplněná nádorem nemusí zobrazit. (9)

Vyšetření a odstranění sentinelové uzliny představuje jednu z nejnovějších metod v diagnostice a léčbě nádorů.

3.2.4 Lymfoscintigrafie sentinelové uzliny

Předoperační lymfoscintigrafie umožňuje prokázat skupiny potenciálně rizikových uzlin. Vytváří mapu, podle které chirurg může provést jejich cílenou identifikaci a následné histologické vyšetření s minimální zátěží pro pacienta. (9)

3.2.4.1 Cíl lymfoscintigrafie sentinelové uzliny

Cílem scintigrafie sentinelové uzliny je vyhledat a zobrazit první spádové uzliny, které drénují oblast nádoru a mohou být místem výskytu metastáz. Umožňuje orientačně určit počet sentinelových uzlin v jednotlivých spádových oblastech. (9)

Lymfoscintigrafie může zobrazit i tzv. intranzitní uzliny nebo poukázat na sentinelovou uzlinu v neobvyklých lokalitách. (9)

Vyznačení polohy sentinelové uzliny usnadňuje chirurgovi její vyhledání. (9)

3.2.4.2 Historie metody

Představa o lymfatické drenáži kůže pochází již z 19. století a vychází se Sapeyových prací, kde popsal metodu mapování lymfatik za pomoci injekce rtuti. O několik let později popsal hlavní drenážní cesty do axil a třísel a vertikální a horizontální zóny, ve kterých mezi

sebou spádové oblasti přechází. Tyto zóny se dodnes používají jako hrubá orientace pro lymfatický spád. (24)

V roce 1950 Walker poprvé použil radioaktivní nosič k mapování lymfatického spádu a poté Sherman vypracoval techniku lymfoscintigrafie s intradermální aplikací koloidu. K mapování bylo použito koloidu zlata, ale vzhledem k jeho vysoké radiační zátěži se ukázal jako problematický. (24)

Pravděpodobně kdo jako první použil termín „sentinelová uzlina“ byl Dr. Ernest A. Gould, který tuto uzlinu popsal u karcinomu příušní žlázy. (24)

Za autora koncepce sentinelové uzliny je však považován Ramon M. Cabañas, který ji zavedl do praxe v roce 1992 ve své práci o karcinomu penisu. Vyšetřoval lymfatickou drenáž u karcinomu penisu pomocí lymfografie a zjistil, že se vyskytuje spádová uzlina, která drénuje tumor. (15)

První zkušenosti s touto technikou u karcinomu prsu přinesl v roce 1993 Krag, který za použití radiokoloidu detekoval značenou uzlinu gama sondou. U melanomu se o použití této metody zasadil Donald L. Morton. (15)

O další rozvoj a popularizaci této metody se velkou mírou zasloužil Armando Giuliano, který k detekci sentinelové uzliny použil isosulfanovou modř. (15)

3.2.4.3 Indikace

Indikací jsou maligní tumory, pro jejichž stádiování a terapii je nutné určení a vyšetření sentinelové uzliny.

- maligní melanom
- karcinom prsu
- postupně se indikace rozšiřují i na další typy nádorů, např. karcinom vulvy, děložního hrdla, penisu, prostaty, dutiny ústní, rekta apod.

3.2.4.3.1 Maligní melanom

Maligní melanom patří mezi vzácně se vyskytující malignity, avšak s výrazně vzrůstající incidencí. Vyskytuje se převážně u osob ve středním věku.

Melanom je vysoce zhoubný kožní nádor, který vychází z melanoblastů, tj. nezralých melanocytů a řadí se mezi neuroektodermální nádory. (25)

Nejčastěji se vyskytuje na kůži, dále také v tkáních oka a vzácně na sliznicích. Ve většině případů melanony vznikají v souvislosti se slunečním zářením, a proto se často objevují na hlavě, krku a končetinách.(15)

Typy melanonů:

- povrchově se šířící melanom – nejčastější typ
- nodulární melanom
- akrolentiginózní melanom
- lentigo maligna melanom

Etiologické faktory

- expozice UV záření – nejvíce ohroženi jsou jedinci s fototypem kůže I a II, tzn. jedinci se světlou pletí a světlými vlasy
- pozitivní rodinná anamnéza
- velký počet névů (mateřských znamének)

V raném stádiu melanom vypadá jako mateřské znaménko, ale s nepravidelnými okraji a nepravidelným zbarvením, které svědí, někdy bolí a postupně se zvětšující. V pokročilém stádiu ulceruje a je většinou je tmavě zbarvený. (23)

Maligní melanom má tendenci k lymfatickému metastázování nejen přímo do regionálních uzlin, ale i tvorbou metastáz v průběhu lymfatických cév, které se klinicky označují jako satelity a intranzitní metastázy.(15) Metastazující maligní melanom má nepříznivou prognózu a často končí smrtí nemocného.



Obrázek 4 Maligní melanom
Zdroj: (4)

Lokalizace sentinelových uzlin u melanomu

U melanonů na trupu a končetinách se většina sentinelových uzlin nachází v axilách a inguinách. Méně často jsou lokalizovány v oblasti ilických uzlin a velmi vzácně pak v oblasti popliteální. (15)

Pro melanomy v oblasti hlavy a krku a v některých případech i v horní části hrudníku jsou spádovými uzlinami krční a nadklíčkové uzliny. (15)

3.2.4.3.2 Karcinom prsu

Karcinom prsu je nejčastějším maligním onemocněním u žen v České republice. Jeho incidence stále stoupá a je pozorován i její přesun do mladších věkových skupin.

Etiologie není přesně známá, ale existuje řada rizikových faktorů, které ke vzniku tohoto onemocnění přispívají :

- věk (nad 50 let)
- genetické faktory (mutace v oblasti genu BRCA1 a BRCA2)
- pozitivní rodinná anamnéza
- časná menarche (před 11 rokem)
- první porod po 35 roce
- pozdní menopauza
- benigní onemocnění prsu
- iradiace
- užívání estrogenních preparátů (27)

Histologická klasifikace

- **premaligní změny** – duktální, lobulární atypická hyperplazie
- **maligní neinvazivní** – duktální karcinom in situ, lobulární karcinom in situ
- **maligní invazivní** – duktální karcinom (nejčastější), lobulární karcinom, inflamatorní karcinom a další histologické typy (sarkomy, lymfomy) (26)

Projevy

- změny tvaru prsu
- bulka v prsu
- vtažení kůže bradavky
- sekrece z bradavky
- zvětšení axilárních uzlin

Zhoubný nádor prsu je tvořen nahromaděním nádorových buněk. Lymfatickou cestou se nádorové buňky šíří z primárního nádoru do spádových lymfatických uzlin. Zde se mohou objevit různá stadia vývoje metastáz. Mohou to být jednotlivé maligní buňky nebo mohou metastázy vyplňovat celou uzlinu. (15)

Lymfatická drenáž prsu

Většina mízních cév v oblasti prsu vede do mízních uzlin v podpaží. Mezi prsem a axilárními uzlinami se nachází skupina uzlin pektorálních. Leží zhruba v místě 3. mezižebří a často bývá jako první postižena metastázami – sentinelová uzlina. (15)

Z mediální třetiny prsu je lymfa odváděna do uzlin parasternálních, umístěných podél sternu na vnitřní ploše hrudní stěny. (15)

Z hlubší části mléčné žlázy je lymfa odváděna do uzlin supraklavikulárních. (15)

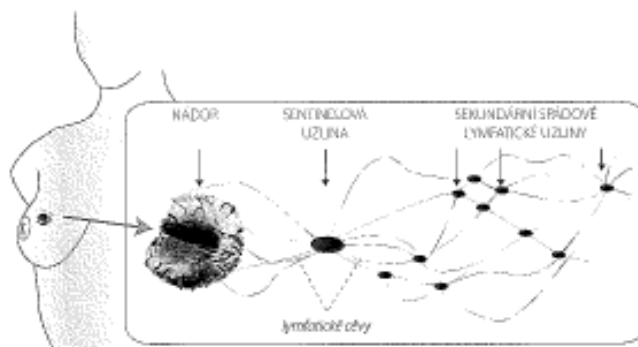
Z toho vyplývá, že se nádorové buňky šíří z primárního tumoru do těchto spádových uzlin, z nichž jsou nejčastěji postiženy axilární uzliny. (15)

Axilární uzliny se dělí podle etáží na :

- I. etáž – uzliny laterálně od malého prsního svalu
- II. etáž – uzliny pod malým prsním svalem
- III. etáž – uzliny mediálně od malého prsního svalu (15)

V axilárních uzlinách jsou nejprve metastázami postiženy uzliny I. etáže a postupně se šíří do vyšších etáží. (15)

Parasternální uzliny, které představují sekundární regionální drenážní oblast, se nacházejí podél a. mammaria interna. Zde se metastázy tvoří především se současným postižením axilárních uzlin. (15)



Obrázek 5 Koncept sentinelové uzliny

Zdroj: (5)

„Stav lymfatických uzlin je stále nejdůležitějším prognostickým faktorem a je zcela zásadní pro přesné určení stadia onemocnění.“ (Neoral 2012, s. 60)

Za nepříznivý prognostický faktor se považuje postižení uzlin podél a. mammaria interna. (15)

3.2.4.4 Kontraindikace

Mezi hlavní kontraindikace u lymfatického mapování a detekce sentinelové uzliny patří:

- alergie na radiofarmakum (9)
- přítomnost lymfadenopatie (9)
- stav po regionální radioterapii v oblasti lymfatické drenáže nádorem postiženého orgánu a/nebo chemoterapii (15)
- gravidita / laktace (v těhotenství lze vyšetření provést z vitální indikace. Při laktaci je vhodné kojení přerušit na dobu 12 hodin) (9)
- předchozí operační výkon (15)
- nádory větší než 5 cm (15)
- multifokální/multicentrické nádory (9)
- známky postižení axily (9)
- věk nad 70 let (15)

3.2.4.5 Radiofarmakum

Jako radiofarmakum se využívají ^{99m}Tc – značené koloidy.

- ^{99m}Tc – koloid humánního sérového albuminu
- ^{99m}Tc – sulfur koloid
- ^{99m}Tc – rhenium koloid

^{99m}Tc je radionuklid s energií 140 keV a poločasem rozpadu 6 hodin. ^{99m}Tc se vyrábí v ^{99}Mo – ^{99m}Tc generátoru. Základem generátoru je skleněná, olovem stíněná kolona, která obsahuje oxid hlinitý s adsorbovaným mateřským radionuklidem ^{99}Mo . Molybden ve formě molybdenanu se při výrobě zakotví na koloně, kde se přeměňuje s poločasem 66 hodin na technecium.(12) Technecium se z kolony odloučí promytím generátoru sterilním fyziologickým roztokem do stíněné sterilní lahvičky. Tento postup se nazývá eluce.(28) Slabě vázané technecium se z kolony vymyje ve formě technecistanu sodného, molybdenan pevně vázaný na oxid hlinitý v koloně zůstává pro další použití.(12) Použitelnost generátoru je asi 14 dní.

Ideální radiofarmakum:

- musí být snadno dostupné
- musí mít přiměřenou cenu
- musí mít dostatečně vysokou měrnou aktivitu (12)

3.2.4.6 Příprava pacienta k vyšetření

Speciální příprava není potřebná. Poučení pacienta o průběhu vyšetření. Pacient může normálně snídat i vzít si své léky.

3.2.4.7 Aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru). (29)

Aplikace RF do blízkosti tumoru – intradermální aplikace u maligního melanomu, peritumorózní, nebo subkutanní (zřídka intratumorózní) aplikace u karcinomu prsu a jiných malignit. (29)

Podle velikosti morfy se ^{99m}Tc – koloid aplikuje intradermálně nebo méně vhodně subkutánně do okolí tumoru z jednoho nebo více vpichů. Velikost aplikované aktivity se pohybuje v rozmezí 50 – 100 MBq, objem je 6-8 ml. (15)

3.2.4.8 Mechanismus transportu radiofarmaka

Nosič radiofarmaka je fagocytován makrofágy a transportován do uzliny. Biokinetika je závislá na velikosti částic. U větších částic, s velikostí kolem 200 až 300 nm, je intenzita odtoku pomalejší. Nižší vychytávání radiofarmaka může způsobit selhání metody. Menší částice (20-100 nm) jsou rychleji vychytávány a transportovány. (20) Preferovaná velikost částic je kolem 80 – 100 nm. (15)

Transport je rychlý, v řádu minut je radionuklid vychytán v regionální mízní uzlině, kde díky velikosti částic setrvává, i když malá část radiofarmaka může proniknout do uzlin vyšších etáží. (15).

3.2.4.9 Provedení vyšetření

Ke snímkování se používají jedno- nebo více detektorové gamakamery opatřené kolimátorem s vysokým rozlišením a pro nízké energie. Podle rychlosti lymfatické drenáže se volí dynamické nebo statické snímání. Detektorem gamakamery se sleduje tok lymfy a zaznamenává se první zřetelná uzlina. (9)

Vyšetření se provádí obvykle vleže na zádech, ale u melanomu na zádech lze ještě doplnit snímky v poloze vleže na břiše. Poloha má odpovídat poloze jako při operaci, a proto je nutná domluva s chirurgem. (9)

3.2.4.9.1 Provedení vyšetření u maligního melanomu

U maligního melanomu se ^{99m}Tc -koloid vstříkne intradermálně nebo subkutánně do okolí tumoru. Malý objem radiofarmaka se aplikuje nejlépe inzulinovou injekcí 4-8 vpichy asi 0,5 – 1 cm od okraje melanomu nebo jizvy po jeho excizi. Doporučuje se místo aplikace jemně masírovat k urychlení lymfatické drenáže a zvýšení pravděpodobnosti zobrazení sentinelové uzliny.(9)

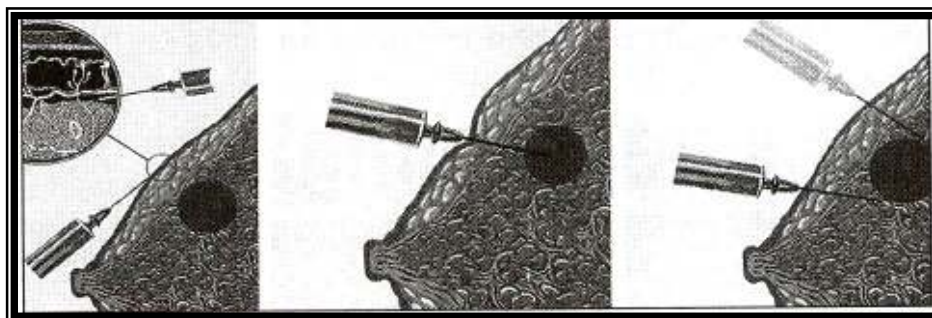
Vyšetření je vhodné zahájit patnáctiminutovou dynamickou scintigrafií bezprostředně po aplikaci koloidu. Poté se provádí série statickým scintigramů, s odstupem 30 minut od aplikace, z přední, zadní, boční nebo šikmé projekci v závislosti na lokalizaci nádoru. (9)

U pacientů s maligním melanomem na končetinách musí zorné pole zahrnovat i kubitální nebo popliteální oblast, protože se zde mohou nacházet intranzitní uzliny, které jsou rovněž uzlinami sentinelovými.(9) U lézí lokalizovaných na trupu je nutné snímkovat obě axily a třísla. Je možné využít scintigrafii v režimu celotělová scintigrafie. (29)

V případě úspěšné identifikace sentinelové uzliny se její přesná lokalizace vyhledá pomocí bodového zdroje a toto místo se poté nesmývatelnou barvou vyznačí na kůži pacienta.(9)

3.2.4.9.2 Provedení vyšetření u karcinomu prsu

Způsob aplikace radiofarmaka se u karcinomu prsu různí dle zkušeností pracoviště i samotného nálezu a je stále předmětem diskuzí. Aplikovat je možno peritumorózně, subkutánně a nebo intratumorózně. Peritumorózní podání koloidu může zobrazit větší počet uzlin mimo axilu než v případě povrchové aplikace, a je proto považována za přesnější při staging hlouběji uložených nádorů a extraaxilárních uzlin. (9)



Obrázek 6 Způsoby aplikace radiofarmaka u karcinomu prsu (zleva subdermální, intratumorózní a peritumorózní aplikace)

Zdroj: (5)

Radiofarmakum se aplikuje několika vpichy (2-6) do okolí tumoru velmi tenkou jehlou. Místo vpichu se sterilně překryje a je opět vhodná jemná masáž po dobu několika minut.

Doba snímkování se odvíjí od místa aplikace a velikosti použitých částic koloidu. U povrchové aplikace je odtok lymfatickým systémem velmi rychlý, proto se bezprostředně po aplikaci snímá dynamicky. Dynamická scintigrafie se provádí v poloze vleže na zádech s horní končetinou v 90° abdukci. Detektor se sklání podle lokalizace tumoru do cca 30° pravé či levé přední šikmé projekce. Zorné pole kamery zahrnuje axilu, sternum a supraklavikulární oblast. Po intradermální aplikaci se většina sentinelových uzlin zobrazí do 30 minut. V případě, že se uzlina při dynamickém snímání nezobrazí, doplní se vyšetření pětiminutovými statickými scintigramy za 2-4 hodiny od aplikace. (9)

Po intra- nebo peritumorózní aplikaci je k zobrazení sentinelových uzlin větší časový odstup. V rozmezí 1-2 hodin po podání radiofarmaka se provádí statická scintigrafie v přední, přední šikmé nebo boční projekci. Zobrazuje se záchyt radiofarmaka v sentinelové uzlině. Snímá se oblast axily v poloze jako na operačním sále po dobu 5 minut. (9)

Jakmile se sentinelová uzlina zobrazí, vyznačí se její lokalizace pomocí bodového zdroje a zakreslí se nesmývatelným fixem na kůži pacienta. (9)

3.2.4.9.3 Ostatní nádorová onemocnění

Technika vyhledávání a biopsie sentinelové uzliny se postupně rozšiřuje i na ostatní typy nádorů, příkladem je karcinom vulvy, hrdla děložního, penisu nebo nádory v oblasti hlavy a krku a další.

3.2.4.9.3.1 Karcinom vulvy

Technika je obdobná jako u maligního melanomu. Po intradermální nebo submukózní aplikaci se odtok radiofarmaka sleduje dynamickou scintigrafií, která se provádí bezprostředně po aplikaci. Následně se doplňuje sérií statických snímků. (9) U intraparenchymové aplikace, kdy je drenáž pomalejší, se využívá pouze statická scintigrafie s časovým odstupem od aplikace radiofarmaka.(15) Aplikovaná aktivita se pohybuje v rozmezí 20-60 MBq (podle zvoleného protokolu). Tento postup se uplatňuje i u karcinomu penisu. (9)

3.2.4.9.3.2 Nádory orofaciální oblasti

Mezi nádory v orofaciální oblasti náleží karcinomy dutiny ústní, orofaryngu, hypofaryngu a hrtanu. Nejdůležitějším prognostickým faktorem u této skupiny nádorových onemocnění jsou metastázy v krčních uzlinách. (9)

Radiokoloid je aplikován tenkou jehlou 2 až 6 vpichy do okolí tumoru. Aplikovaná aktivita se pohybuje okolo 40 až 100 MBq. Ihned po aplikaci se provádí dynamická scintigrafie, protože se sentinelová uzlina u nádorů hlavy a krku zobrazuje většinou během prvních pár minut. (9)

Pacient při vyšetření leží na zádech s mírně zakloněnou hlavou. Po zobrazení sentinelové uzliny se dynamická studie ukončí a doplní se statickým snímáním v přední a boční, případně v boční projekci, a to za 15, 30. a 60 minut po aplikaci.(9)

Přestože již byly provedeny studie využití této metody téměř u všech nádorových onemocnění, jejich zavedení do standardní praxe je stále na samém počátku kvůli pomalému ověřování výsledků. Výjimku tvoří karcinomu vulvy, u něhož se provedení předoperační lymfoscintigrafie doporučuje. (24)

3.2.4.9.4 SPECT/CT v předoperační detekci sentinelové uzliny

Problém se zobrazením sentinelové uzliny může nastat např. nachází-li se tato uzlina v blízkosti místa aplikace nebo v atypickým či extra-axilárních lokalizacích, dále pak u starších pacientů nebo pacientů s nadváhou. V těchto případech může úspěšnost předoperační identifikace sentinelové uzliny zvýšit využití hybridního zobrazovacího přístroje SPECT/CT. (9)

SPECT je tomografická scintigrafie (Single Photon Emission Copmputerised Tomography – jednofotonová emisní počítačová tomografie), která se realizuje jako série planárních obrazů vyšetřovaného místa, snímaných pod mnoha různými úhly (0°-360°) detektorem kamery obíhajícím kolem pacienta. Kombinace SPECT a CT pak umožňuje fúzi anatomických a funkčních obrazů. (12)

3.2.4.10 Radiační zátěž pacienta

Radiační zátěž pacienta závisí na aplikované aktivitě a také na místě aplikace radiofarmaka,(15) dále také na poločasu rozpadu použitého radionuklidu, druhu a energii emitovaného záření a farmakokinetice radioindikátoru. Vyhláška SÚJB č. 307/2002 Sb. ve znění vyhlášky č. 499/2005 Sb., příloha č. 9 o požadavcích pro zajištění radiační ochrany,

uvádí pro jednotlivá vyšetření diagnostické referenční úrovně (DRÚ). DRÚ udávají aplikovanou aktivitou radiofarmaka, která by neměla být překračována u pacienta o hmotnosti 70 kg. Při scintigrafii sentinelové uzliny je DRÚ 150 MBq, vyšší aktivitu lze podat pouze v přísně indikovaných a zdůvodnitelných případech, např. při nutnosti delšího časového odstupu mezi scintigrafií a chirurgickým výkonem. (29)

Radiační zátěž se vyjadřuje efektivní dávkou udávanou obvykle v mSv na 1 MBq. Při aplikované aktivitě 50 MBq ^{99m}Tc – koloidu do oblasti prsu je efektivní dávka přibližně 1 mSv. (29) Je srovnatelná s klasickým rentgenovým vyšetřením a podstatně nižší než např. u CT vyšetření břicha. (15)

Aktivita radiofarmaka aplikovaná pacientovi musí být tedy volena tak, aby zaručila potřebnou diagnostickou informaci a zároveň představovala co nejnižší radiační zátěž pro nemocného.

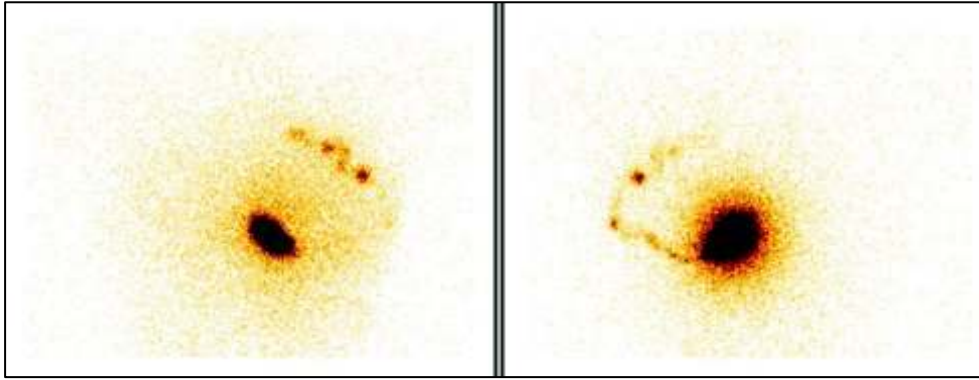
Při scintigrafii sentinelové uzliny u karcinomu prsu jsou orgánem s nejvyšší absorbovanou dávkou plíce, při vyšetření levého prsu také myokardu. U melanomu záleží na jeho lokalizaci, ale oproti prsu je nižší. (9)

3.2.4.11 Závěr

Asi v 5-10% případů nedojde k zobrazení sentinelových uzlin. (31)

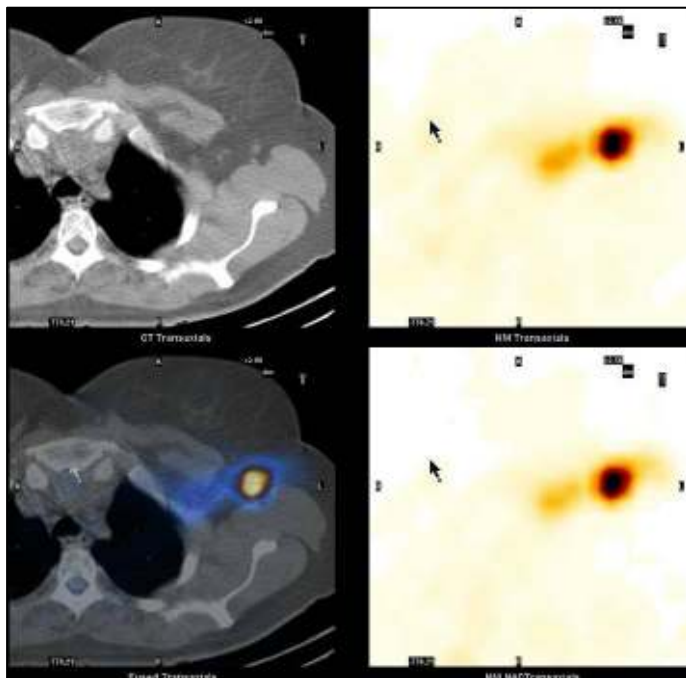
Průběh vyšetření je závislý na rychlosti odtoku radiofarmaka z místa aplikace. (9)

Komplikací mohou být falešně negativní uzliny, které jsou označeny jako sentinelové, neobsahují metastázy, jsou hodnoceny jako negativní, ale v ostatních non-sentinelových uzlinách se metastázy vyskytují. (15)



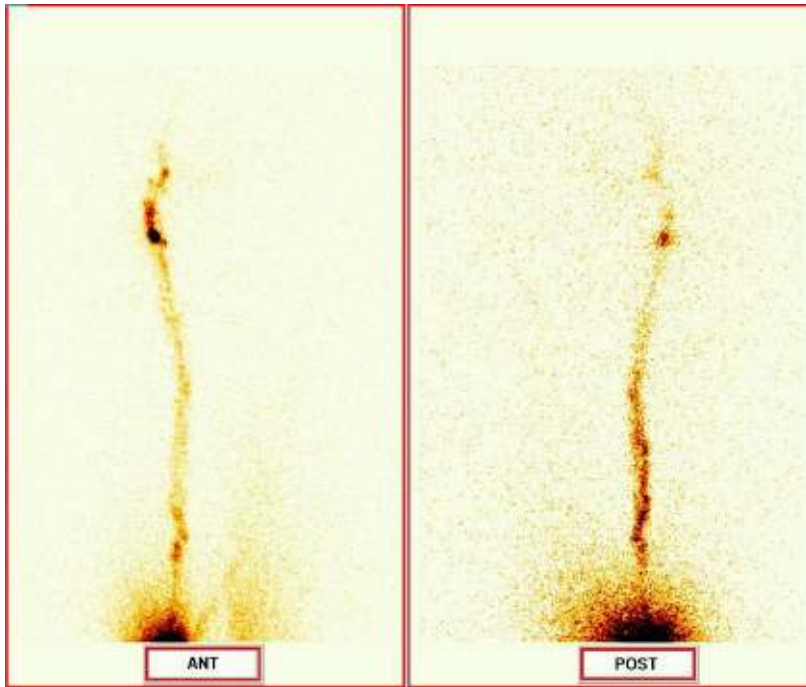
Obrázek 7 Přední a zadní projekce, melanom na zádech, sentinelová lymfatická uzlina(SLU) v levé axile

Zdroj: (6)



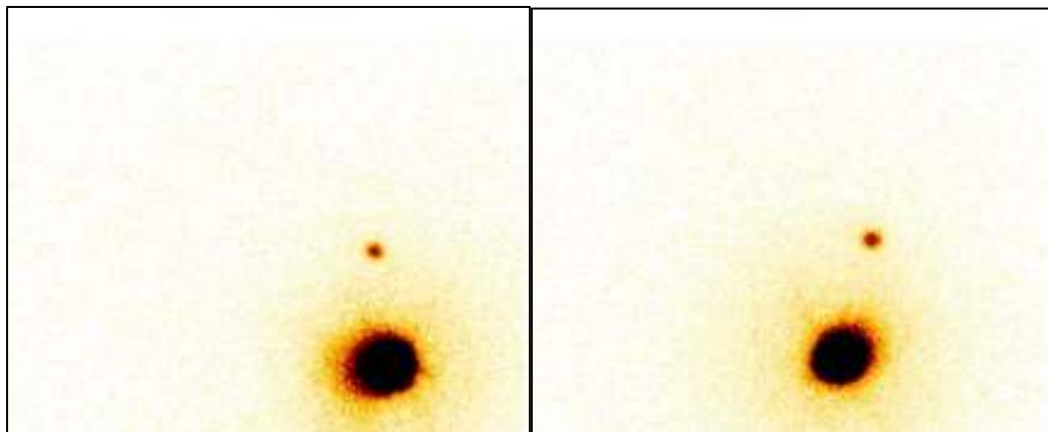
Obrázek 8 SPECT/CT, melanom na zádech, SLU v levé axile

Zdroj: (6)



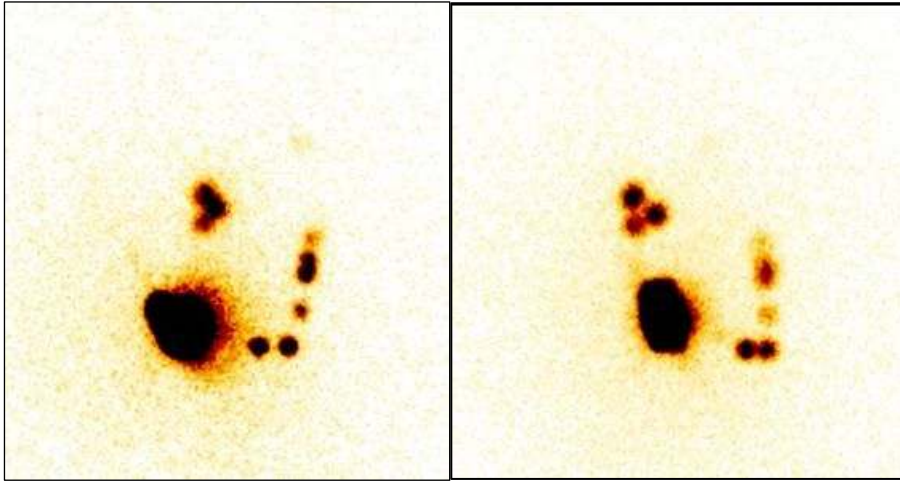
Obrázek 9 Přední a zadní projekce, melanom na pravém bércei, SLU v pravém třísle

Zdroj: (6)



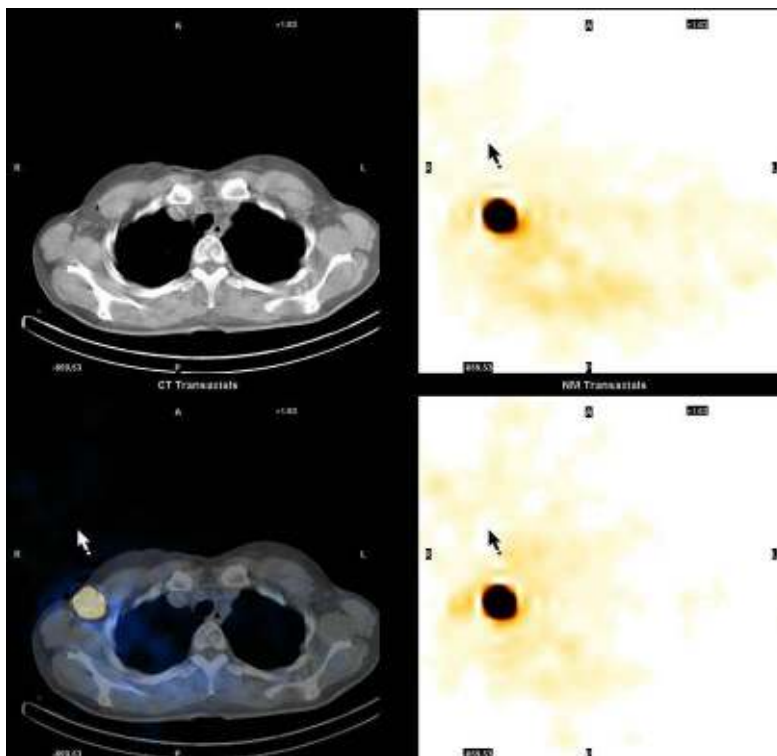
Obrázek 10 Přední a přední šikmá projekce, karcinom prsu vlevo, SLU v levé axille

Zdroj: (6)



Obrázek 11 Přední a přední šikmá projekce, karcinom prsu vpravo, SLU v pravé axile a vnitřní lymfatický mammární řetězec

Zdroj: (6)



Obrázek 12 SPECT/CT u stejného pacienta

Zdroj: (6)

3.3 Úloha radiologického asistenta při scintigrafické detekci sentinelových uzlin

Radiologický asistent je nedílnou součástí týmu na oddělené nukleární medicíny. Je to právě on, kdo provádí vyšetření a poskytuje tak lékaři potřebné diagnostické informace a za průběh a kvalitu vyšetření je odpovědný. Je zvyklostí, že na jednom pracovišti jsou přítomni dva radiologičtí asistenti.

1. V úvodu vyšetření radiologický asistent poučí pacienta o tom, že mu lékař aplikuje radioaktivní látku a za určitou dobu od aplikace bude teprve provedeno samotné snímání. Poté předloží pacientovi k podpisu informovaný souhlas s vyšetřením. (uveden v příloze).

Dále je pacient poučen o nutnosti zvýšeného příjmu tekutin po dobu 24 hodin od aplikace radiofarmaka, aby se rychleji vyloučilo z organismu. Po tuto dobu by měl také omezit kontakt s malými dětmi a těhotnými ženami.

2. Při aplikaci radiofarmaka asistuje lékaři, ošetří místo vpichu a předvede pacientovi jakým způsobem by si měl místo vpichu masírovat.
3. V ovladovně zaeviduje pacienta do počítače – jméno, příjmení, rodné číslo a pohlaví, a zvolí příslušný vyšetřovací protokol.
4. Uvede pacienta do vyšetřovny. Vyptá se ho znovu na jeho celé jméno a rok narození, aby nedošlo k záměně pacienta.

Poučí ho, co vše si musí odložit jakou polohu má na vyšetřovacím lůžku zaujmout. Pomocí pásu na suchý zip pak pacienta na lůžku zafixuje. Poučí ho o průběhu a významu vyšetření.

5. Pomocí ovladače nastaví detektory kamery a lůžko do požadované pozice. Pacienta upozorní, že se k němu detektory těsně přiblíží, ale že se nemusí obávat, že by se ho dotkly. Znovu ho upozorní, aby se nehýbal, čímž byl došlo k rozmazání obrazu.
6. Poté spustí snímání.
7. Snímání se provádí v několika projekcích. Radiologický asistent musí vždy znovu přednastavit pozici detektoru.
8. Během vyšetření kontroluje pacienta a případně se ho vyptá, zda nepocítuje nějaké obtíže.
9. Po skončení vyšetření lékař zhodnotí nasnímané obrazy a na základě nálezu rozhodne, zda je nutné doplnit vyšetření např. o SPECT či SPECT/CT příslušné oblasti.

Následuje zakreslení sentinelové uzliny. Přípravu bodového zdroje má na starosti radiologický asistent. Lékař pak pomocí bodového zdroje lokalizuje přesnou polohu sentinelové uzliny a radiologický asistent pak toto místo označí na kůži nesmývatelným fixem. Tento postup se několikrát opakuje, proto je nutné, aby druhý radiologický asistent v ovladovně na pokyn „vyčistil“ obrazovku, aby lékař mohl uzlinu znovu lokalizovat.

10. Po zakreslení vyveze pacienta z přístroje, odpoutá ho a sdělí mu, že výsledky vyšetření budou zaslány lékaři, který si toto vyšetření vyžádal, případně na oddělení, ze kterého pacient přichází.
11. Zkompletuje protokol a odešle ho do PACSu.
12. Na vyšetřovacím lůžku vymění jednorázovou podložku a připraví ho pro dalšího pacienta.

Radiologický asistent musí přistupovat k pacientům přistupovat citlivě a své služby poskytovat se zachováním lidské důstojnosti. Zabezpečuje pacientovo právo na soukromí a je povinen zachovat důvěrné informace o zdravotním stavu nemocného v tajnosti. Osoby, zajímající se o zdravotní stav nemocného, odkazuje na lékaře. Pokud se na onemocnění vyptává sám nemocný, odkazuje ho též na lékaře. (5)

Měl by mít základní anatomické znalosti a umět provést první pomoc v případě náhlé alergické reakce. Dbá na pořádek a čistotu a dodržuje hygienické zásady.

Pracuje s vyspělou a velmi drahou přístrojovou technikou, a proto musí zvládnout bezchybnou obsluhu přístroje, dodržovat návody k obsluze a znát jednotlivé vyšetřovací postupy. Samostatně provádí jednotlivé zobrazovací postupy dle pokynů lékaře.

Radiologický asistent pracuje se zdroji ionizujícího záření a je nutné, aby respektoval příslušné předpisy a fyzikální zákony záření (5), jinak by mohl ohrozit zdraví nejen pacienta, ale i své. Je odpovědný za ochranu pacienta, a chrání sebe i ostatní před nezbytným ozářením.

Podrobuje se pravidelným lékařským prohlídkám a účastní se školení v oblasti radiační ochrany. Výkon tohoto povolání vyžaduje neustálé prohlubování teoretických i praktických znalostí. (5)

3.3.1 Radiační ochrana pracovníků v nukleární medicíně

Pracovníci na oddělení nukleární medicíny jsou v důsledku manipulace s otevřenými zářiči vystaveni jednak zevnímu ozářením a jednak i případné možnosti vnitřní kontaminace.

(32) Vnitřní kontaminace by nikdy neměla nastat, dochází k ní při porušení bezpečnostních pravidel.

Mezi základní zdroje zevního ozáření patří příprava radiofarmaka, vlastní příprava těchto látek a pacienti s aplikovaným radiofarmakem. Vnitřní kontaminace je pak způsobena radioaktivními látkami, které se dostanou do organismu. Příčinou může být kontaminace oděvu a částí těla pracovníka v důsledku znečištění povrchů laboratoří a vyšetřoven radioaktivními látkami. (33)

Radiologický asistent musí proto znát základní metody ochrany před zářením a využívat je. Před externím zářením je to ochrana časem, vzdáleností a stíněním.

Ochrana časem

„ Radiační zátěž pracovníků roste s dobou, po kterou pobývá v blízkosti zdroje ionizujícího záření.“ (Hušák 2009, s. 64)

- u přípravy radiofarmaka je nutná rychlá a promyšlená příprava
- střídání pracovníků
- rychlé a přesné napolohování pacienta
- nepobývat v blízkosti zdroje záření, kdy to není bezpodmínečně nutné

Ochrana vzdáleností

„ Využívá skutečnosti, že dávka resp. dávkový příkon záření gama nebo rentgenového záření klesají s druhou mocninou vzdálenosti od zdroje ionizujícího záření.“ (Hušák 2009, s. 64)

- manipulovat s lahvičkami s radiofarmaky za pomoci nástrojů (pinzety, peány,...), které mají dlouhé rukojeti
- udržovat určitou vzdálenost od těla pacienta

Ochrana stíněním

„ Ochrana stíněním se realizuje tím, že mezi zdroj záření a pracovníka se umístí vrstva vhodného materiálu, která podstatně zeslabuje svazek záření a tím i dávku.“ (Hušák 2009, s. 66)

- vyšetřovny se od ovladoven oddělují stínící stěnou s pozorovacím okénkem z Pb skla nebo vhodnými zástěnami

Ochrana před vnitřní kontaminací

- používání ochranných pracovních pomůcek (gumové rukavice)
- práce v digestoři

Radiologičtí asistenti na odděleních nukleární medicíny jsou pro účely monitorování a lékařského dohledu zařazováni do kategorie A. Vyhláška SÚJB č. 307/2002 Sb. ve znění vyhlášky č. 499/2005 Sb. o radiační ochraně definuje pracovníky kategorie A jako radiační pracovníky, kteří by mohli obdržet efektivní dávku vyšší než 6 mSv ročně nebo ekvivalentní dávku vyšší než 3/10 limitu ozáření pro oční čočku, kůži a končetiny.

Radiační pracovníci kategorie A musí povinně nosit osobní dozimetry. Osobní filmový (termoluminiscenční, polovodičový) dozimetr se zpravidla nosí na přední levé straně hrudníku. Musí měřit všechny druhy záření podílející se na zevním ozáření pracovníka při nakládání se zdroji ionizující záření. Udává osobní dávkový ekvivalent v hloubce 10 mm pod povrchem těla.(32) Pracovníci, kteří jsou vystaveni zvýšené expozici rukou, jsou vybaveni navíc prstovými termoluminiscenčními dozimetry. Ty udávají osobní dávkový ekvivalent v hloubce 0,07 mm pod povrchem těla a obvykle se nosí na vnitřní straně prsteníku té ruky, která je při práci více exponována.(32) Vyhodnocovací období je zpravidla 1 měsíc.

Povinnost nosit osobní dozimetry je stanovena v programu monitorování, který se vypracovává pro každé pracoviště, které využívá zdroje ionizující záření.

Pro radiační pracovníky jsou stanoveny následující limity ozáření :

- pro součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření
50 mSv za kalendářní rok
100 mSv za 5 za sebou jdoucích kalendářních roků
- **150 mSv** za kalendářní rok pro ekvivalentní dávku v oční čočce
- **500 mSv** za kalendářní rok pro průměrnou dávku v 1 cm² kůže
- **500 mSv** za kalendářní rok pro ekvivalentní dávku na ruce a nohy

Veličiny radiační ochrany

Absorbovaná dávka

Množství energie absorbované jednotkou hmotnosti.

Jednotkou je 1 J/kg, která se nazývá **1 Gray**. (12)

Ekvivalentní dávka

Součin radiačního váhového faktoru a střední (průměrné) dávky v orgánu.

Jednotkou je **1 Sievert**. (12)

Dávkový ekvivalent

Součin dávky v určitém bodě ve tkáni a jakostního faktoru záření.

Jednotkou je **1 Sievert**. (12)

Osobní dávkový ekvivalent

Je dávkový ekvivalent v daném bodě pod povrchem těla v měkké tkáni a hloubce (0,07 mm; 10 mm). Představuje základ pro určení radiační zátěže pracovníků se zářením. Vypočítává se z něho efektivní dávka.

Jednotkou je **1 Sievert**. (12)

Efektivní dávka

Součet součinů hodnot ekvivalentních dávek v jednotlivých tkáních či orgánech a jednotlivých tkáňových váhových faktorů (faktor vyjadřující radiosenzitivitu tkání). Vyjadřuje radiační zátěž pracovníků i pacientů.

Jednotkou je **1 Sievert**. (12)

Radiační a tkáňové váhové faktory jsou uvedeny v příloze č. 5 vyhlášky SÚJB č. 307/2002 Sb. ve znění vyhlášky č. 499/2005 Sb.

Pro pracovníky kategorie A se zajišťují následující lékařské prohlídky:

- **vstupní preventivní lékařská prohlídka**
- **periodická preventivní lék. prohlídka** – min. 1x ročně
- **mimořádná preventivní prohlídka** – v případě, kdy došlo k překročení limitů ozáření
- **následná preventivní lékařská prohlídka** (30)

4. Praktická část

Úloha radiologického asistenta při scintigrafii sentinelové uzliny u karcinomu prsu

Pacient : žena

Diagnóza : C 502 ca prsu

Radiofarmakum : ^{99m}Tc -lympho scint

Aplikovaná aktivita : 60 MBq

Aplikace RF : peritumorózně 4 vpichy



Fotografie 1 Příprava bodového zdroje

Zdroj: (1)

Před zahájením vyšetření radiologický asistent připraví bodový zdroj, který je určen k lokalizaci sentinelové uzliny. Pracuje v gumových rukavicích a digestoři, kde odšroubuje spodní díl, „kuličku“, zdroje. V případě, že je v ní zbytek radionuklidu, tento obsah pomocí buničiny odsaje.

Pomocí injekční jehly natáhne do stříkačky velmi malé množství technecia, které následně opatrně vstříkne do kuličky a opět zašroubuje. Použitou buničinu a rukavice uloží do míst tomu určených.



Fotografie 2 Příprava bodového zdroje

Zdroj: (1)

Před snímkováním radiologický asistent zadá do počítače údaje o pacientce – jméno, příjmení, rodné číslo a zvolí protokol pro scintigrafii sentinelové uzliny. Poté vyzve pacientku, aby si odložila do půl těla a odstranila z oblasti zájmu všechny kovové předměty (např. řetízky, brýle). Poučí ji o průběhu a době vyšetření a jakou polohu na lůžku má zaujmout.

Pacientka leží na zádech a horní končetinu na postižené straně má v 90° abdukci, což je také operační poloha. Upozorní ji, že je důležité, aby se během snímání nehýbala. Po uložení zaveze asistent pacientku pod detektor gamakamery, hlavou směrem do gantry, tak aby zorné pole kamery zahrnovalo oblast zájmu a spustí první sérii statických snímků v přední projekci.



Fotografie 3 Snímání v přední projekci

Zdroj: (1)

Po skončení prvního snímání asistent nastaví detektory do polohy pro přední šikmou projekci. Přední šikmá projekce se provádí s horním detektorem v úhlu 45° směrem k postižené straně. A spustí opět snímání.

Ovladač na gantry je na dlouhém kabelu, lze jej vzít do ruky a odstoupit od pacienta.



Fotografie 4 Spuštění akvizice

Zdroj: (1)



Fotografie 5 Snímání v přední šikmé projekci

Zdroj: (1)

Během celého snímání se radiologický asistent nachází v ovladovně a pacientku kontroluje pozorovacím okénkem.



Fotografie 6 Pomůcky k zakreslení sentinelové uzliny

Zdroj: (1)

Po skončení druhé statické studie, v případě, že dojde k zobrazení sentinelové uzliny, lékař pomocí bodového zdroje lokalizuje sentinelovou uzlinu. Asistent pak toto místo označí nesmývatelným fixem na kůži pacientky. Tím je celé vyšetření ukončeno.



Fotografie 7 Lokalizace a zakreslení sentinelové uzliny

Zdroj: (1)

5. Diskuze

Cílem mé bakalářské práce bylo popsat úlohu radiologického asistenta při scintigrafické detekci sentinelových uzlin. Práci jsem rozdělila na dvě části – teoretickou a praktickou.

Teoretická část je věnována obecným informacím o problematice sentinelové uzliny a radiologického asistenta a vychází ze studia odborné literatury a praktická část je zaměřena na úlohu radiologického asistenta při scintigrafii sentinelové uzliny u konkrétního vyšetření. Zvolila jsem si karcinom prsu a toto vyšetření jsem měla možnost také sama několikrát provést.

Scintigrafie sentinelové uzliny se provádí na pracovišti nukleární medicíny. Pacientovi je aplikováno radiofarmakum v určitém objemu a o určité aktivitě, které se v sentinelové uzlině vychytá. Tento záchyt je poté snímán gamakamerou. Při úspěšné detekci se bodovým zdrojem lokalizuje přesná poloha sentinelové uzliny a nesmývatelným fixem se zakreslí na kůži pacienta pro chirurgovu snadnější orientaci. Způsob aplikace radiofarmaka i zvolená aktivita se různí podle typu onemocnění i podle zkušeností pracoviště. Jsou vydávány standardy pro jednotlivá vyšetření, ale pracoviště tyto standardy upravují dle svých možností. Pro karcinom prsu se doporučuje aplikovat radiofarmakum peritumorózně, subkutánně a zřídka intratumorózně. V praxi i v odborné literatuře jsem se převážně setkala pouze s aplikací peritumorózní. S výraznějšími rozdíly mezi tím, co je popisováno v odborné literatuře a praxí jsem se nesešla.

Radiologický asistent je nedílnou součástí týmu na oddělení nukleární medicíny. Je to právě on, kdo provádí vyšetření a poskytuje tak lékaři potřebné diagnostické informace a za průběh a kvalitu vyšetření je odpovědný. Pracuje s vyspělou a velmi drahou přístrojovou technikou, a proto musí zvládnout bezchybnou obsluhu přístroje, dodržovat návody k obsluze a znát jednotlivé vyšetřovací postupy. Samostatně provádí jednotlivé zobrazovací postupy dle pokynů lékaře. Při úspěšné detekci sentinelové uzliny napomáhá lékaři s její lokalizací a zakresluje polohu sentinelové uzliny.

Radiologický asistent pracuje se zdroji ionizujícího záření a je nutné, aby respektoval příslušné předpisy a fyzikální zákony záření, jinak by mohl ohrozit zdraví nejen pacienta, ale i své. Je odpovědný za ochranu pacienta, a chrání sebe i ostatní před nezbytným ozářením. Je nutné, aby znal a dodržoval základní metody ochrany před zářením, protože v nukleární medicíně je, oproti dalším pracovištím, kde se využívá zdrojů ionizujícího záření, vystaven vlivu záření mnohem více, neboť zdrojem zevního ozářením je i samotný pacient, se kterým

přichází do kontaktu. S tímto jsem na počátku praxe měla problémy. Uvědomit si, že pacient je zdrojem záření a proto je důležité od něho udržovat značný odstup.

Může se zdát, že je úloha radiologického asistenta při scintigrafii jednoduchá a spočívá pouze v jejím provedení, na základě vlastních zkušeností mohu říci, že je okolo vyšetření spousta dalších věcí, na které musí asistent myslet. Poučuje pacienta o průběhu a významu vyšetření, proto je nutné aby uměl s nemocným hovořit tak, aby mu plně porozuměl. Musí si neustále uvědomovat přítomnost záření a chránit své zdraví, vzdělávat se a přizpůsobovat se novým požadavkům na provedení konkrétního vyšetření apod.

6. Závěr

Radiologický asistent své znalosti a dovednosti uplatňuje na všech pracovištích, kde se provádí radiologické zobrazovací a ozařovací postupy a samostatně je provádí. Tento obor mohl vzniknout díky řadě významným objevů. Nejvýznamnější z nich je objev rentgenového záření německým fyzikem W. K. Röntgenem v roce 1895 a objev radioaktivity na přelomu 19. a 20. stol. H. Becquerel.

Vyšetření a odstranění sentinelové uzliny představuje jednu z novějších metod v oboru diagnostiky a léčby nádorových onemocnění. Sentinelová („strážní“) uzlina je definována jako první spádová lymfatická uzlina, sbírající lymfu z primárního tumoru. Hraje klíčovou roli při šíření nádoru, protože je tzv. „první na ráně“. Pokud je zasažena, šíří se skrz ni nádorové buňky dál do organismu. Stav této uzliny je tedy velmi významným prognostickým faktorem a nejlépe odráží eventuální diseminaci nádorového procesu do regionálních lymfatických uzlin. Identifikace, následný odběr a podrobné vyšetření sentinelové uzliny má význam pro diagnostiku a staging, kdy umožňuje lépe zařadit pacienta v TNM klasifikaci, i pro chirurgický výkon.

Hlavní přínos pro chirurgický výkon spočívá v možnosti vynechat náročnou lymfadenektomii u pacientů bez lymfatických metastáz. Tím se výrazně zkrátí doba operace i sníží riziko komplikací. Lymfadenektomii je možné omezit pouze na identifikaci a biopsii sentinelové uzliny a teprve v případě jejího metastatického postižení axilární disekci provést.

Jednou z metod detekce sentinelové uzliny je předoperační lymfoscintigrafie. Lymfoscintigrafie sentinelové uzliny se provádí na oddělení nukleární medicíny. Je to neinvazivní metoda, která spočívá v aplikaci radioindikátoru, který se v této uzlině následně vychytá a je možné ji detekovat pomocí gamakamery v různých projekcích. V současné době jsou k tomuto vyšetření indikováni pacienti s maligním melanomem a karcinomem prsu.

Snímání provádí radiologický asistent a je odpovědný za jeho provedení i kvalitu. Poučuje pacienta o průběhu a významu vyšetření, proto je nutné aby uměl s nemocným hovořit, tak aby mu plně porozuměl. Zajišťuje, že si pacient správně odloží a zaujme správnou polohu na lůžku. V průběhu vyšetření pak neustále pacienta kontroluje.

Zásadní je i jeho role v radiační ochraně. Musí znát základní metody ochrany před zářením a efektivně je využívat a je povinen, v rámci osobního monitorování, nosit osobní dozimetr za účelem průběžné kontroly, zda nebyly překročeny limity ozařování, které se pro radiační pracovníky stanovují.

7. Použitá literatura

1. ČVUT. Fakulta biomedicínského inženýrství: Radiologický asistent [online]. [cit. 2013-03-05]. Dostupné z: www.fbmi.cvut.cz/uchazeci/studium/bakalarsky-program/radiologicky-asistent
2. MPSV ČR. Národní soustava povolání: Radiologický asistent [online] [cit. 2013-03-04]. Dostupné z: katalog.nsp.cz/karta_p.aspx?id_jp=15090
3. ČESKO. Zákon č. 105/2011 Sb. o podmínkách získávání a uznávání způsobilosti k výkonu nelékařských zdravotnických povolání a k výkonu činností souvisejících s poskytováním zdravotní péče a o změně některých souvisejících zákonů. In: Sbírka zákonů. 2011, částka 40. Dostupné z: www.komorzat.cz/./105-2011.pdf
4. ČESKO. Vyhláška č. 55/2011 Sb. o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků. In: Sbírka zákonů. 2011, částka 20. Dostupné z: www.fnkv.cz/vyhlaska_55-r-2011.pdf
5. CHUDÁČEK, Zdeněk. Radiodiagnostika. Martin SK: Osveta, 1993. ISBN 80-217-0571-X.
6. TŮMA, Stanislav. Století rentgenu. Pelikán [online]. 1995, č. 3 [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <http://www.lf2.cuni.cz/projekty/pelikan/peli0395/rtg1.htm>.
7. ULLMAN, Vojtěch. Jaderná a radiační fyzika: Radioaktivita. AstroNuklFyzika [online]. [cit. 2013-03-19]. Dostupné z: astronuklfyzika.cz/JadRadFyzika2.htm
8. KUBÍNEK, Roman. Historie zobrazovacích metod v medicíně [online]. [cit. 2013-03-04]. Dostupné z: apfyz.upol.cz/./historie.pdf
9. ŠIMŠA, Jaromír. Sentinelová uzlina: lymfadenektomie u solidních nádorů. Praha: Maxdorf, 2010, 312 s. Jessenius, ISBN 978-807-3452-131.
10. NAŇKA, Ondřej, Miloslava ELIŠKOVÁ a Oldřich ELIŠKA. Přehled anatomie. 2., dopl. a přeprac. Vyd. Editor Lubomír Houdek. Praha: Karolinum, 2009, xi, 416 s. ISBN 978-802-4617-176.
11. ROKYTA, Richard. Fyziologie: pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech. 1. vyd. Praha: ISV nakladatelství, 2000, 359 s. ISBN 80-85866-45-5.
12. KUPKA, Karel, KUBINYI Jozef a Martin ŠÁMAL. Nukleární medicína. 1.vyd. Praha: P3K, c2007, 185 xiv s. ISBN 978-80-903584-9-2.
13. URBÁNEK, Jan et. al. Nukleární medicína. 4. uprav. a dopl. vyd. Jilemnice : Gentiana, 2002, 154 s., čb. obr., příl. ISBN 80-86527-05-0.
14. ARNDT, Tomáš. Lymfatický systém. In: Celostní medicína [online]. 2012 [cit.2013-04-02]. Dostupné z: www.celostnimedicina.cz/lymfaticky-system.htm

15. NEORAL, Čestmír a Tomáš BOHANES. Biopsie sentinelové uzliny. 1. vyd. Editor Lubomír Houdek. Praha: Galén, 2012, 141 s. ISBN 978-807-2628-827.
16. ULLMAN, Vojtěch. Radioisotopová scintigrafie: Scintilační kamery. AstroNuklFyzika [online]. [cit. 2013-04-]. Dostupné z: astronuklFyzika.cz/Scintigrafie.htm
17. BAKOS, Karel. Nukleární medicína. 2. přeprac. vyd. Jilemnice: Gentiana, 1996, 155, x s. ISBN 80-902133-3-2.
18. KLINIKA NUKLEÁRNÍ MEDICÍNY Lékařské fakulty UP. Scintilační kamera – základní konstrukce [online]. Olomouc: Univerzita Palackého, 2007 [cit. 2013-04-18]. Dostupné z: <http://www.lf.upol.cz/menu/struktura-lf/kliniky/klinika-nuklearni-mediciny/pedagogicka-cinnost/fyzikalni-zaklady-zobrazovani-v-nuklearni-medicine-a-radiacni-ochrana/scintilacni-kamera-planarni-a-spec/scintilacni-kamera-zakladni-konstrukce/>.
19. FERANEC R., OTEVŘEL P., FRGALA T., A. DÖRR. Mapování lymfatických uzlin a biopsie sentinelové uzliny u pacientek s karcinomem endometria. Klinická onkologie [online]. 2007, roč. 20, č. 2, s. 199 - 204 [cit. 2013-04-08]. ISSN 1802-5307. Dostupné z: www.linkos.cz/casopis-klinicka-onkologie/archiv/detail/cislo/2007-04-15-2/.
20. BENEŠ, Petr, Jindřich MACHÁČEK, Jan CINCIBUCH, Pavel KORANDA a Karel C'WIERTKA. Vyšetření sentinelové uzliny u maligního melanomu. In: Interní medicína pro praxi [online]. 2004 [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: www.internimedicina.cz/artkey/int-200304-0002.php.
21. WALD, Martin. Sekundární lymfedém po onkochirurgické terapii. In: Interní medicína pro praxi [online]. 2002 [cit.2013-04-20]. Dostupné z: www.solen.cz/pdfs/int/2002/05/02.pdf.
22. ČERVINKA, Vladimír, Karel ŠŤASTNÝ, Jiří ŠILLER et al. Sentinelová uzlina v praxi. Onkológia [online]. 2006, roč. 1, s. 259-261 [cit. 2013-04-12]. ISSN 1336-8176. Dostupné z: www.solen.sk/pdf/Cervinka.pdf.
23. ARENBERGER, Petr. Maligní melanom a ostatní nádory kůže. Česká onkologická společnost České lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně [online]. 2006 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.linkos.cz/maligni-melanom-spinaliom-bazaliom-c43-44-d03/maligni-melanom-a-ostatni-nadory-kuze/>.
24. FAIT, Vuk. Sentinelová biopsie a možnosti využití v současné onkochirurgii. Klinická onkologie [online]. 2008, roč. 21, č.1, s. 5-19 [cit. 2013-04-10]. ISSN 1802-5307. Dostupné z: www.linkos.cz/casopis-klinicka-onkologie/archiv/detail/cislo/2008-02-15-1/.
25. MAČÁK, Jiří a Jana MAČÁKOVÁ. Patologie. 1. vyd. Praha: Grada, 2004, 347 s., 24s. barev. příl. ISBN 80-247-0785-3.

26. ŠLAMPA, Pavel. Radiační onkologie v praxi. 3. aktualit. vyd. Brno: Masarykův onkologický ústav, 2011, 319 s. ISBN 978-80-86793-19-1.
27. MASARYKŮV ONKOLOGICKÝ ÚSTAV. Nádory prsu [online]. [cit. 2013-04-06]. Dostupné z: www.mou.cz/nadory-prsu/t2160
28. MYSLIVEČEK, Miroslav. Nukleární medicína. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007, 131 s. Skriptum (Univerzita Palackého). ISBN 978-80-244-1723-3.
29. ČESKO. Standardy zdravotní péče – „Národní radiologické standardy – nukleární medicína“. Scintigrafie sentinelových uzlin. In: Věstník MZ ČR. 2011, roč. 2011, částka 9. Dostupné z: www.mzcr.cz/Legislativa/obsah/2011_2162_11.htm/.
30. ČESKO. Vyhláška č. 499/2005 Sb. o radiační ochraně. In: Sbirka zákonů. 2005, částka 174. Dostupné z: www.sujb.cz/legislativa/provadeci-predpisy/vyhlasiky-sujb/.
31. ÚNM. Scintigrafie sentinelové uzliny [online]. Praha: Ústav nukleární medicíny 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze [cit. 2013-04-06]. Dostupné z: <http://unm.lf1.cuni.cz/vysetreni/37.htm/>.
32. HUŠÁK, Václav. Radiační ochrana pro radiologické asistenty. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2009, 138 s. ISBN 978-80-244-2350-0.
33. KLINIKA NUKLEARNÍ MEDICÍNY Lékařské fakulty UP. Radiační ochrana pracovníků [online]. Olomouc: Univerzita Palackého, 2007 [cit. 2013-04-17]. Dostupné z: <http://www.lf.upol.cz/menu/struktura-lf/kliniky/klinika-nuklearni-mediciny/pedagogicka-cinnost/fyzikalni-zaklady-zobrazovani-v-nuklearni-medicine-a-radiacni-ochrana/radiacni-ochrana/radiacni-ochrana-pracovniku/>
34. POVÝŠIL, Ctibor a Ivo ŠTEINER. Obecná patologie. 1.vyd. Praha: Galén, 2011, xiii, 290 s. ISBN 978-80-7262-773-8.
35. FAIT, V., V. CHRENKO a J. GATĚK. Sentinelová biopsie a neoadjuvatní chemoterapie. Klinická onkologie [online]. 2005, roč. 18, č. 3, s. 77-79 [cit. 2013-04-18]. ISSN 1802-5307. Dostupné z: www.linkos.cz/casopis-klinicka-onkologie/archiv/detail/cislo/2005-06-15-3/.
36. COUFAL, O. Biopsie sentinelové uzliny u multifokálních a multicentrických karcinomů prsu. Klinická onkologie[online]. 2007, roč. 20, č. 4, s. 283-286 [cit. 2013-04-12]. ISSN 1802-5307. Dostupné z: www.linkos.cz/casopis-klinicka-onkologie/archiv/detail/cislo/2007-08-15-4/.
37. PRAUSOVÁ, Jana. Karcinom prsu-problém i v 21. století. In: Interní medicína pro praxi [online]. 2010 [cit 2013-04-05]. Dostupné z: www.solen.cz/pdfs/int/2010/01/05.pdf

Zdroje obrázků:

1. ZDRAVIE-SK.EU. Lymfatický systém [online]. [cit. 2013-03-09]. Dostupné z: compex.zdravie-sk.eu/lymfaticky-system.php
2. MAČÁK, Jiří a Jana MAČÁKOVÁ. Patologie. 1. vyd. Praha: Grada, 2004, 347 s., 24s. barev. příl. ISBN 80-247-0785-3.
3. ULLMAN, Vojtěch. Radioisotopová scintigrafie: Scintilační kamery. AstroNuklFyzika [online]. [cit. 2013-04-]. Dostupné z: astronuklfyzika.cz/Scintigrafie.htm
4. ARENBERGER, Petr. Maligní melanom a ostatní nádory kůže. Česká onkologická společnost České lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně [online]. 2006 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.linkos.cz/maligni-melanom-spinaliom-bazaliom-c43-44-d03/maligni-melanom-a-ostatni-nadory-kuze/>.
5. ŠIMŠA, Jaromír. Sentinelová uzlina: lymfadenektomie u solidních nádorů. Praha: Maxdorf, 2010, 312 s. Jessenius, ISBN 978-807-3452-131.
6. ONM Hradec Králové, doc. MUDr. Jiří Doležal Ph.D.

Zdroje fotografií:

1. ONM Hradec Králové

8. Přílohy

Příloha 1: Souhlas pacienta/ky – zákonného zástupce s aplikací radiofarmaka a následným vyšetřením na gamakameře



Fakultní nemocnice, Sokolská 581, 500 05 Hradec Králové
Tel.: 495 831 111 IČO: 00179906
Oddělení nukleární medicíny - 6681
Tel.: 495 832 337

**Souhlas pacienta/tky – zákonného zástupce
s aplikací radiofarmaka a následným vyšetřením na gamakameře**

Pacient/ka:
příjmení jméno titul

Rodné číslo: **Pojišťovna:**

Zákonný zástupce:
(otec, matka) příjmení jméno titul

Doprovod hospitalizovaného v jiném zdravotnickém zařízení:

.....
příjmení jméno titul pracovní zařazení
(zdravotní sestra, zřízenec)

Plánovaný výkon: **Scintigrafie sentinelové uzliny**

Radiofarmakum: **^{99m}Tc-lympho scint**

Vážená paní, vážený pane,

na základě Vašeho zdravotního stavu doporučil Váš ošetřující lékař scintigrafické vyšetření na našem oddělení. Vyšetření se provádí na gamakameře po předchozí aplikaci radiofarmaka (léku označeného radioaktivním izotopem), obvykle nitrožilní. Zobrazení záchytu radiofarmaka umožňuje posoudit stav orgánů, přítomnost patologických ložisek apod.. Dle potřeby je scintigrafie doplněna nízkodávkovým CT. Interval mezi aplikací a vyšetřením závisí na typu výkonu. Vyšetření způsobuje nevelkou radiační zátěž organismu.

Nežádoucí vedlejší účinky (alergické reakce) se po aplikaci radiofarmak vyskytují zcela ojediněle. Pokud by se objevily po odchodu z našeho oddělení, obraťte se na svého ošetřujícího lékaře nebo pohotovost v místě bydliště, event. na Oddělení urgentní medicíny FN HK (495834120 nebo 495834130).

Před vyšetřením sdělte případné alergie v minulosti, u žen v reprodukčním věku těhotenství, podezření na těhotenství, kojení.

V den vyšetření je doporučen zvýšený příjem tekutin. Po vyšetření není nutné omezení obvyklého způsobu života, nedochází ke změně pracovní způsobilosti, není třeba měnit Váš léčebný režim. Po celý den vyšetření, je třeba omezit kontakt s malými dětmi a těhotnými ženami.

Podrobnější dotazy Vám ochotně zodpoví lékař aplikující radiofarmakum nebo jiný lékař oddělení.

Byl/a jsem srozumitelně seznámen/a s průběhem vyšetření. Byly mi zodpovězeny všechny mé otázky, a to srozumitelně, včetně všech rizik či komplikací.

Prohlašuji, že jsem lékařům nezamlčel/a žádné údaje o svém zdravotním stavu (včetně alergií), mně známé, které by mohly nepříznivě ovlivnit průběh vyšetření. Současně prohlašuji, že v případě výskytu neočekávaných komplikací, vyžadujících neodkladné provedení dalších zákroků nutných k záchraně mého života nebo zdraví souhlasím s tím, aby byly provedeny veškeré další potřebné a neodkladné výkony nutné k záchraně mého života nebo zdraví.

**Souhlasím s plánovaným vyšetřením dne: v
..... hodin**

Podpis:

.....

Aplikace radiofarmaka

Čas:

Způsob: i.v. s.c. jiný:

Místo: kubitální žíla vpravo vlevo

 předloktí vpravo vlevo

 dorsum ruky vpravo vlevo

 dorsum nohy vpravo vlevo

 jiné

Lékař/ka provádějící poučení a aplikaci radiofarmaka. Lékařské ozáření schválil/a lékař/ka:

– jmenovka a podpis:

.....