

UNIVERZITA PARDUBICE  
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2014

Jana Hejdová

Univerzita Pardubice

Fakulta zdravotnických studií

Úloha radiologického asistenta při terapii karcinomu štítné žlázy a  
tyreotoxikózy radiojódem

Jana Hejdová

Bakalářská práce

2014

Univerzita Pardubice  
Fakulta zdravotnických studií  
Akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jana Hejlová**  
Osobní číslo: **Z11285**  
Studijní program: **B5345 Specializace ve zdravotnictví**  
Studijní obor: **Radiologický asistent**  
Název tématu: **Úloha radiologického asistenta při terapii karcinomu štítné žlázy a tyreotoxikózy radiojódem**  
Zadávající 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. **MERKUNOVÁ, A. Základy funkční somatologie (fyziologie): poznámky k přednáškám.** 2. vyd. Hradec Králové: Gaudamus, 2007, 134 s. ISBN 978-80-7041-837-6
2. **KUPKA, K., KUBINYI, J., ŠÁMAL, M. a kol. Nukleární medicína.** Praha: Nakladatelství P3K, 2007. ISBN 978-80-903584-9-2
3. **MYSLIVEČEK, M., MYSLIVEČEK, M., HUŠÁK, V. Nukleární medicína.** 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007, 131 s. Trendy soudobé endokrinologie. ISBN 978-802-4417-233.
4. **KRAFT, O., PEKÁREK, J. Radiofarmaka.** 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě. ISBN 978-80-7464-183-1
5. **LÍMANOVÁ, Z., LÁNKOVÁ, J., ZAMRAZIL, V. Funkční poruchy štítné žlázy.** Berlin-chemie menarini, 2008. ISBN 978-80-88998-24-2
6. **LÍMANOVÁ, Z., MYSLIVEČEK, M., HUŠÁK, V. Štítná žláza.** Trendy soudobé endokrinologie. 1. vyd. Praha: Galén, 2006, 371 s. ISBN 80-726-2400-8
7. **VLČEK, P., NEUMANN, J. Karcinom štítné žlázy: pooperační sledování nemocných.** Praha: Maxdorf, 218 s. ISBN 80-859-1250-3

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Jiří Kulíš**

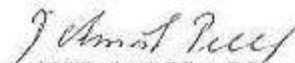
Katedra informatiky, managementu a radiologie

Datum zadání bakalářské práce:

**1. října 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**9. května 2014**

  
prof. MUDr. Arnošt Pollant, DrSc.  
děkan

L.S.

  
Ing. Jana Holá, Pa.D.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. března 2014

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 na mojí práci se 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 § 60odst.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 okolnosti až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 14.4.2014

Jana Hejdová

**Poděkování:**

Ráda bych poděkovala vedoucímu své bakalářské práce panu Ing. Jiřímu Kulířovi, za klidný a trpělivý přístup, za odbornou pomoc a hlavně za cenné rady a připomínky, které mi v průběhu zpracování práce poskytl. Dále bych chtěla poděkovat oddělení nukleární medicíny ve FNHK za možnost fotodokumentace jednotlivých vyšetření. V neposlední řadě, patří velké díky mé rodině za podporu a pomoc po celou dobu mého studia na vysoké škole.

**Anotace:**

Tématem bakalářské práce je úloha radiologického asistenta při terapii onemocnění štítné žlázy radiojódem. Práce je rozdělena do dvou částí, teoretické a praktické. Teoretická část se zabývá anatomií a fyziologií štítné žlázy, stručnou charakteristikou jednotlivých onemocnění, léčebnými postupy a radiofarmaky. V praktické části je popsána úloha radiologického asistenta jednak při jednotlivých vyšetřeních a jednak při aplikaci léčebně terapeutických dávek a také je připojena fotodokumentace.

**Klíčová slova:** karcinom štítné žlázy, radiojód, tyreotoxikóza, radiologický asistent, radiofarmaka

**Annotation:**

The subject of this bachelor assignment is to point out the role of a radiological assistant during a therapy where thyroid gland is affected by radio-iodine. The subject is divided into two parts - theoretical and practical. The theoretical part includes anatomy and physiology of thyroid gland, basic characteristics of particular illnesses, medical processes and radio pharmaceuticals. The practical part describes the role of a radiological assistant during individual examinations and applications of therapeutic remedies, photo gallery included below.

**Key words:**

Carcinoma of thyroid gland, radio-iodine, thyrotoxicosis, radiological assistant, radio pharmaceuticals

## OBSAH

Úvod.....	13
Cíl.....	14
1. Radiologický asistent.....	15
1.1 Právní vymezení oboru Radiologický asistent.....	15
2. Teoretická část.....	17
2.1 Štítná žláza.....	17
2.1.1 Anatomie štítné žlázy.....	17
2.1.2 Fyziologie štítné žlázy.....	18
2.2 Onemocnění štítné žlázy.....	19
2.2.1 Karcinom štítné žlázy.....	19
2.2.2 Anaplastický karcinom.....	19
2.2.3 Medulární karcinom.....	20
2.2.4 Papilární karcinom.....	20
2.2.5 Folikulární karcinom.....	20
2.3 TNM klasifikace.....	21
2.4 Tyreotoxikóza.....	22
2.4.1 Graves Basedowova (GB) nemoc.....	22
2.4.2 Nodonózní struma.....	22
2.4.3 Toxický adenom.....	23
2.5 Radiofarmaka.....	23
2.5.1 Lékové formy a aplikace radiofarmak.....	23
2.6 Typy ionizujícího záření.....	24
2.6.1 Interakce ionizujícího záření s hmotou.....	25
2.7 Radiojód.....	26
2.7.1 Fyzikální vlastnosti $^{131}\text{I}$ .....	26
2.7.2 Výroba a získávání $^{131}\text{I}$ .....	26
2.7.3 Biokinetika $^{131}\text{I}$ v těle.....	27



2.7.4	Kontrola aktivity $^{131}\text{I}$ před aplikací pacientům .....	27
2.7.5	Léčba radiojódem .....	28
2.7.6	Komplikace léčby radiojódem.....	28
2.7.7	Kontraindikace léčby radiojódem .....	29
2.7.8	Pacienti po léčbě radiojódem .....	30
2.8	Přístroje pro scintigrafii.....	30
2.8.1	Gama kamera.....	30
2.8.2	Scintilační krystal .....	31
2.8.3	Fotonásobič .....	31
2.8.4	Kolimátory.....	31
2.9	Hybridní systém SPECT/CT .....	33
2.10	Vyšetření prováděná při terapii a léčbě $^{131}\text{I}$ .....	34
2.10.1	Akumulační test štítné žlázy.....	34
2.10.2	Diagnostická scintigrafie štítné žlázy.....	34
2.10.3	Post-terapeutická scintigrafie štítné žlázy s $^{131}\text{I}$ .....	36
2.10.4	Periodická kontrola s $^{99}\text{Tc}$ -MIBI.....	38
2.10.5	Další možné metody v diagnostice nádorů štítné žlázy .....	39
2.11	Radiační ochrana .....	39
2.11.1	Principy v radiační ochraně.....	39
2.11.2	Kategorizace pracovišť nukleární medicíny.....	40
2.11.3	Kategorizace pracovníků.....	41
2.11.4	Kontrolované pásmo.....	41
2.11.5	Sledované pásmo .....	41
2.11.6	Ochrana před ionizujícím zářením .....	42
2.11.7	Monitorování pracovníků .....	43
2.11.8	Veličiny radiační ochrany .....	43
2.12	Radiační ochrana pracovníků na lůžkové části .....	44
2.12.1	Pokyny pro pacienta před propuštěním z nemocnice po léčbě $^{131}\text{I}$ .....	44
3.	PRAKTICKÁ ČÁST .....	46
3.1	Příprava pacienta před zahájením léčby.....	46
3.2	Kontrola přístroje před akumulacním testem.....	46

3.3	Akumulační test .....	47
3.4	Scintigrafie štítné žlázy .....	49
3.5	Podání léčebné kapsle .....	51
3.6	Celotělová scintigrafie s <sup>131</sup> I.....	53
3.7	Celotělová scintigrafie s <sup>99m</sup> Tc-MIBI.....	55
4.	Diskuze .....	57
5.	Závěr .....	59
6.	Seznam použité literatury .....	60
7.	Přílohy.....	63

## Seznam obrázků:

Obrázek 1 Anatomie štítné žlázy .....	18
Obrázek 2 Schéma jaderné reakce vyvolené částicí ostřelující jádro .....	27
Obrázek 3 Princip scintilační kamery .....	30
Obrázek 4 Kolimátor s paralelními otvory .....	32
Obrázek 5 Kolimátor pinhole.....	32
Obrázek 6 Normální nález při scintigrafii ŠŽ.....	35
Obrázek 7 Nález G-B choroby při scintigrafii .....	36
Obrázek 8 Nález hyperfunkčního adenomu při scintigrafii ŠŽ .....	36
Obrázek 9 Metastázy karcinomu ŠŽ na krku, v levé plíci a mediastinálních lymf. uzlinách.....	37
Obrázek 10 Metastázy karcinomu ŠŽ v krčních a mediastin. lymf. uzlinách a v obou plících.....	38

## Seznam fotografií

Fotografie 1 Kolimátory na pracovišti nukleární medicíny .....	33
Fotografie 2 Kontrolované pásmo.....	41
Fotografie 3 Sledované pásmo .....	42
Fotografie 4 Kontrola přístroje .....	47
Fotografie 5 Fantom štítné žlázy.....	48
Fotografie 6 Akumulační test pacienta .....	48
Fotografie 7 Akumulační snímání impulzů z krevního řečiště .....	49
Fotografie 8 Kapsle s radiojódem .....	52
Fotografie 9 Digestoř pro přípravu roztoku $^{131}\text{I}$ .....	52
Fotografie 10 Zadávání údajů pacienta do počítače.....	50
Fotografie 11 Uložení pacienta při scintigrafii ŠŽ.....	51
Fotografie 12 Celotělová scintigrafie s $^{131}\text{I}$ .....	54
Fotografie 13 Pracovní prostor RA v průběhu vyšetření .....	55
Fotografie 14 Statický scintigram na ŠŽ s $^{99}\text{Tc-MIBI}$ .....	56

## **SEZNAM ZKRATEK:**

ŠŽ – Štítná žláza

NM – Nukleární medicína

RA – Radiologický asistent

MBq- Megabequerel

IZ- Ionizující záření

T4 –Tyroxin

T3 –Trijodtyronin

keV – kiloelektronvolt

RF – Radiofarmakum

<sup>131</sup>I – Radiojód

I – Jód

U – Uran

Pu – Plutonium

PTC – Papilární karcinom

FTC – Folikulární karcinom

MTC – Medulární karcinom

CA - karcinom

## ÚVOD

Radiologický asistent je pracovník, který nachází své uplatnění zejména v oborech, kde se využívá ionizující záření. Do těchto oborů patří radiodiagnostika, nukleární medicína a také radioterapie.

Náplň práce radiologického asistenta spočívá v ovládnutí technických přístrojů, provádění radiologických zobrazovacích i kvantitativních postupů, aplikaci ionizujícího záření, která je prováděná za účelem diagnostiky, léčby a také následné ošetrovatelské péči, která vzniká v souvislosti s radiologickými výkony.

Odborná způsobilost k výkonu povolání radiologického asistenta je získána ukončením akreditovaného bakalářského studia studijního oboru radiologický asistent nebo po ukončení tříletého studia diplomovaný radiologický asistent na vyšších zdravotnických školách.

Moje práce se bude zejména zabývat úlohou radiologického asistenta při terapii karcinomu štítné žlázy. V teoretické části se budu zabývat anatomí a fyziologií štítné žlázy, poté rozdělím nádory štítné žlázy podle vhodnosti zahájení terapeutické léčby. V dalších kapitolách se budu věnovat samotným vyšetřením štítné žlázy, popíši úlohu radiologického asistenta při provádění vyšetření a zaměřím se na užívaná radiofarmaka.

V praktické části budou popsány jednotlivá vyšetření, jejich průběh a ke každému vyšetření přiložím fotodokumentaci.

## **CÍL**

Cílem práce je na základě studia odborné literatury a mých poznatků z praxí prováděných během studia, popsat činnost radiologického asistenta při terapii karcinomu štítné žlázy a léčbě tyreotoxikózy.

# 1. RADIOLOGICKÝ ASISTENT

Radiologický asistent je nelékařský zdravotnický odborník.,,Provádí radiologické zobrazovací postupy a ozařovací techniky, včetně radiologických postupů používaných při lékařském ozáření ve zdravotnických zařízeních na pracovištích radiodiagnostických, radioterapeutických, nukleárně medicínských a na dalších pracovištích, kde se provádějí radiologické výkony u pacientů.“[cit: MPSV ČR. Národní soustava povolání: Radiologický asistent, [online], cit. 2014-03-06. Dostupné z: katalog.nsp.cz/karta\_p.aspx?id\_jp=15090]

## 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. Radiologický asistent získá odbornou způsobilost absolvováním:

- akreditovaného bakalářského studijního oboru pro přípravu radiologických asistentů,
- tříletého studia na vyšší odborné škole v oboru diplomovaný radiologický asistent, pouze však, pokud studium prvního ročníku bylo nejpozději zahájeno ve školním roce 2004/2005,
- střední zdravotnické školy v oboru radiologický laborant. Studium prvního ročníku muselo být zahájeno nejpozději ve školním roce 1996/1997.

Činnost radiologického asistenta upravuje vyhláška č. 55/2011 Sb., o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků (konkrétně § 7). RA bez odborného dohledu a indikace může:

- „a) provádět a vyhodnocovat zkoušky provozní stálosti zdrojů ionizujícího záření a souvisejících přístrojů ve všech typech zdravotnických radiologických pracovišt’,
- b) zajišťovat, aby lékařské ozáření nebylo v rozporu se zásadami radiační ochrany, a v rozsahu své odborné způsobilosti vykonávat činnosti při zajišťování optimalizace radiační ochrany, včetně zabezpečování jakosti,
- c) vykonávat činnosti zvláště důležité z hlediska radiační ochrany, pokud splní požadavky jiného právního předpisu,
- d) provádět specifickou ošetrovatelskou péči poskytovanou v souvislosti s radiologickými výkony,



*e) přejímat, kontrolovat a ukládat léčivé přípravky, manipulovat s nimi a zajišťovat jejich dostatečnou zásobu,*

*f) přejímat, kontrolovat a ukládat zdravotnické prostředky a prádlo, manipulovat s nimi a zajišťovat jejich dezinfekci a sterilizaci a jejich dostatečnou zásobu.*

Radiologický asistent dále může jako aplikující odborník bez odborného dohledu na základě indikujícího lékaře provádět jednotlivé lékařské ozáření, a to:

*a) skiagrafické zobrazovací postupy včetně screeningových,*

*b) peroperační skiaskopii*

*c) kostní denzitometrii;*

Za tyto vyšetření RA nese klinickou zodpovědnost.

RA může provádět bez odborného dohledu na základě indikujícího lékaře praktickou část jednotlivého lékařského ozáření, především jeho konkrétní provedení. Přitom může:

*a) provádět radiologické zobrazovací postupy používané při lékařském ozáření,*

*b) asistovat a instrumentovat při postupech intervenční radiologie,*

*c) provádět léčebné ozařovací techniky,*

*d) provádět nukleárně medicínské zobrazovací i nezobrazovací postupy*

Následně přebírá případnou klinickou zodpovědnost.

RA na základě indikace bez odborného dohledu může:

*a) provádět léčebné a zobrazovací výkony, které využívají jiné fyzikální principy než ionizující záření,*

*b) aplikovat léčivé přípravky nutné k provedení výkonů podle písmene a) nebo podle odstavce 2 trávícím traktem, dýchacími cestami, formou podkožních, kožních a nitrosvalových injekcí.“*

[Česká republika: Vyhláška č. 55/2011 Sb., 14.3.2011, o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků [online].[2014-03-02]. Dostupné z

<http://www.mzcr.cz>]

## 2. TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Štítná žláza

#### 2.1.1 Anatomie štítné žlázy

Štítná žláza má tvar písmene H, tento tvar vzniká srůstem dvou laloků, lobus sinister et lobus dexter. Laloky jsou uloženy při bocích hrtanu a horní části průdušnice, přibližně v oblasti C5- Th1 a spojuje je isthmus.(5)

*„Laloky štítné žlázy mají obvykle tvar trojboké pyramidy s kaudálně zaoblenou bází a s hrotem mířícím kraniálně. Vnitřní plocha laloku je přiložena k boku hrtanu a trachey a dozadu dosahuje až k boku jícnu. Zevní plochy laloku jsou kryty kaudálními svaly jazyčky, oblé zadní strany laloků dosahují na obou stranách k nervově cévnímu svazku krčnímu. K zadním plochám laloku jsou přiloženy žlázy příštítné.“ (Čihák 2002, str.353)*

Hmotnost štítné žlázy je přibližně 30-40 gramů. Rozměry laloku jsou: šířka 2-4 cm, délka 5-8 cm, tloušťka 1,5-2,5 cm. Isthmus je dlouhý 1,5 cm, stejně je široký a 0,5 cm tlustý. Velikost i hmotnost ŠŽ se liší podle pohlaví a věku. Zbarvení štítné žlázy bývá červenohnědé až červenofialové.

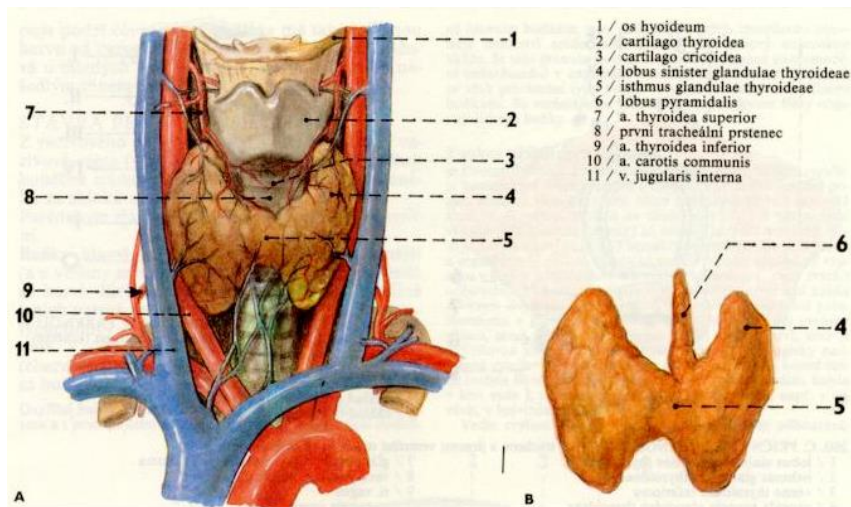
Žláza má své pouzdro nazývané capsula fibrosa, toto pouzdro se dělí na dva listy: povrchové pouzdro tzv. capsula externa a vazivové pouzdro tzv. capsula propria. V prostoru mezi listy jsou cévní pleteně štítné žlázy.

Cévní zásobení štítné žlázy obstarávají dva páry arterií: a. thyroidea superior, a. carotis externa a a. thyroidea inferior z a. subclavia. Žilní zásobení se sbíhá do pleteně mezi povrchovým a vazivovým pouzdrem, odtud krev odtéká přes vv. thyroideae superiores a vv. thyroideae mediae do v. jugularis interna, přes vv. thyroideae inferiores do v. brachiocephalica sinistra.

Štítná žláza je tvořena z folikulů, jsou to nepravidelné váčky, jejichž stěna je vystlána vrstvou epitelových buněk. Epitel může být krychlový, cylindrický nebo také plochý. Folikuly vyplňuje koloid, jehož hlavní součástí je glykoprotein thyreoglobulin.

Thyreoglobulin je tvořen folikulárními buňkami, které aktivně přijímají jód. Ve formě jodidu dojde ke spojení s aminokyselinou tyrosinem, jako monojódtyrosin a dijódtyrosin a ty jsou nadále při navázání na thyreoglobulin spojeny ve vlastní účinné hormony štítné žlázy (dijódthyronin, trijódthyronin a thyroxin).

Dalšími důležitými orgány jsou příštítná tělíska, která jsou uložena na zadní straně laloku štítné žlázy. Velikost i tvar odpovídá tvaru čočkového zrna. Příštítná tělíska produkují parathormon, který zvyšuje hladinu vápenatých iontů v krvi. (1,5,6)



**Obrázek 1 Anatomie štítné žlázy**

Zdroj: (Číhák, 2002, str.355)

### 2.1.2 Fyziologie štítné žlázy

Štítná žláza je integrální součástí endokrinního systému. Produkuje hormony tyroxin (T4) a trijodtyronin (T3). Hormon T3 vzniká ve žláze nebo odštěpením jódu ve tkáních, hormon T4 je zásobní formou v krvi a přeměňuje se na T3 v játrech a ledvinách.

Hormony jsou stříhány v koloidu v neúčinné formě, uvolňují se podle potřeby organismu. K uvolňování hormonů dochází tak, že folikulární buňky přijmou koloid do lysosomu, poté lysosomové proteázy uvolní hormon ze spojení s bílkovinou a hormony tak přejdou do kapilár. Tvorbu i uvolňování hormonů štítné žlázy ovlivňuje tyreostimulační hormon tyreotropin (TSH), jde o glykoprotein, produkováný a vylučovaný tyreotropními buňkami adenohipofýzy. Tyreotropin stimuluje všechny fáze jódového metabolismu.

Nedílnou součástí hormonů štítné žlázy je kalcitonin, který slouží k regulaci metabolismu vápníku. Kalcitonin produkují folikulární a parafolikulární buňky ŠŽ.

Na řízení sekrece hormonů štítné žlázy se uplatňuje složitá zpětná vazba, tj. hypothalamus uvolňuje liberiny, které stimulují výdej tropinu z adenohipofýzy a tropiny zprostředkují produkci hormonů řízenou periferní endokrinní žlázou.

Aby docházelo k tvorbě hormonů, potřebuje štítná žláza jód, ten získává z krevní plazmy. Bohatým zdrojem jódu je mořská sůl a ryby.

Mezi účinky hormonů ŠŽ patří:

1. Ovlivňují spotřebu kyslíku a produkci tepla ve tkáních
2. Snižují cholesterol
3. Zvyšují ztráty vápníku a fosfátů moči
4. Zvyšují citlivost tkání k jiným hormonům
5. Stimulují srdeční frekvenci
6. Jsou nutností pro růst a zrání kostí a reprodukčních orgánů
7. Zvyšují dráždivost nervové soustavy

Hormony ŠŽ prakticky zasahují do integrity celého organismu, jsou nutné pro správnou funkci a regulaci většiny metabolických procesů, pro správné vedení nervových vzruchů, ovlivňují metabolismus glycidů, tuků a bílkovin. (1,3,5)

## **2.2 Onemocnění štítné žlázy**

### **2.2.1 Karcinom štítné žlázy**

Karcinom štítné žlázy dělíme do 3 základních skupin:

- 1) karcinom anaplastický
- 2) karcinom medulární
- 3) karcinom diferencovaný (folikulární, papilární)

Pouze diferencovaný karcinom ŠŽ je vhodný pro léčbu radiojódem. Diferencovaný karcinom dále dělíme na papilární a folikulární karcinom. Dělí se podle převládajících struktur nebo podle typu buněčných jader. Diferencovaný karcinom má mimořádně dlouhý vývoj a je nádorem hormonálně dependentním, tj. významnou roli při vzniku a vývoji hraje TSH. Útlum hladiny TSH v plazmě může v některých případech vést k útlumu nebo k regresi nádoru. Diferencovaný karcinom je schopen převzít za určitých podmínek schopnost normální tkáně vytvářet tyreoidální hormony.(4,10)

### **2.2.2 Anaplastický karcinom**

Anaplastický karcinom (dále ATC) vychází z epiteliálních buněk. ATC má velmi rychlý zhoubný průběh, proto je řazen mezi nejagresivnější lidské nádory. Vyskytuje se převážně u starších osob mezi 60-80 rokem, s dlouhodobou anamnézou endemické strumy, která se začala zvětšovat. Pro nádor je charakteristická invaze do okolí s postižením dýchacích cest, kůže a nervově cévních svazků. Pouze u malého procenta je v době diagnózy nádor

ohraničen na ŠŽ, jsou zde časné vzdálené metastázy do plic, pleury, kosti a mozku. Medián přežití po stanovení diagnózy je v rozmezí 3-7 měsíců.

### **2.2.3 Medulární karcinom**

Medulární karcinom (dále MTC), vychází z parafolikulárních neboli C-buněk štítné žlázy. Tvoří přibližně 3-12% všech nádorů ŠŽ a neakumuluje radiojód. Nádor se projevuje jako studený uzel ve štítné žláze. Nádor metastazuje hlavně do jater, plic a kostí. MTC se může vyskytovat sporadicky (75-80%) nebo také familiárně (20-25%).

### **2.2.4 Papilární karcinom**

Papilární karcinom (dále PTC) představuje 44-81% tyreoidálních nádorů, je častým nálezem i u dětí a mladistvých. Vzniká z folikulárních buněk, které syntetizují tyreoglobulin. Vyskytuje se ve všech věkových kategoriích, nejčastěji však okolo 40. roku věku. PTC často zakládá mikrometastázy a šíří se přes pouzdro do okolních struktur. Lokální invaze PTC postihuje dýchací cesty, jícen, krční cévy, nervové struktury, kůži, svaly. U méně diferencovaných forem může docházet k jednostrannému i oboustrannému útlaku dýchacích cest i jícnu, většinou onemocnění zůstává omezeno na ŠŽ.

Karcinom se projevuje jako pomalu rostoucí, tuhý, pohyblivý izolovaný uzel. PTC bývá často zjištěn jako náhodný nález při tyreoidektomii pro jiné onemocnění. Většina nemocných má prokazatelné mikrometastázy a to nejčastěji v lokalizaci plicní a kostní, v ojedinělých případech jde o postižení mozku a jater.

Agresivita PTC je poměrně nízká a průběh onemocnění je mírnější. Poměr výskytu papilárního karcinomu žen k mužům je 3:1. Ženy mají lepší prognózu než muži.

### **2.2.5 Folikulární karcinom**

Výskyt folikulárního karcinomu (dále FTC) byl po zavedení jodace snížen ve prospěch papilárního karcinomu a to v poměru 30:70. Nejčastější výskyt je zaznamenán u pacientů ve věku nad 40 let. Onemocněním jsou častěji postiženy ženy.

Tvoří přibližně 15-20% maligních tyreoidálních nádorů. Riziko onemocnění zvyšuje nález Graves-Basedowovy choroby. Folikulární karcinom je zapouzdřen, i když se jedná o agresivní formy. Projevuje se jako solitární uzel ŠŽ a klasifikuje se podle prorůstání pouzdrem do cév. Má sklon k tvorbě vzdálených metastáz v kostech a plících. Primární tumor i metastázy dobře akumuluje radiojód a šíří se hematogenní cestou.

(10,17)

### **Rizikové faktory karcinomu štítné žlázy:**

- předchozí strumektomie bez substituční léčby
- jiná onemocnění štítné žlázy
- předchozí radiační zátěž
- pozitivní rodinná anamnéza
- jódový deficit

(19)

## **2.3 TNM klasifikace**

Představuje nejvíce používaný způsob klasifikace šíření nádorů.

### **„T- primární nádor**

*Pro diferencované karcinomy a medulární karcinomy*

*T1- nádor 2 cm nebo méně v největším rozměru, omezen na štítnou žlázu*

*T2- nádor větší než 2 cm, ne však více než 4 cm v největším rozměru, omezen na štítnou žlázu*

*T3- nádor větší než 4 cm, omezen na štítnou žlázu nebo s minimálním šířením mimo štítnou žlázu*

*T4a- nádor se šíří mimo pouzdro štítné žlázy a postihuje jakoukoliv z následujících struktur: podkožní měkké tkáně, larynx, tracheu, jícen, n. laryngeus recurrens*

*T4b- nádor postihuje prevertebrální fasii, cévy mediastina nebo obrůstá a. carotis*

*Pro anaplastický karcinom:*

*T4a- nádor jakékoliv velikosti omezen na štítnou žlázu*

*T4b- nádor se šíří mimo štítnou žlázu*

### **N-regionální mizní uzliny**

*NX- regionální mizní uzliny nelze zhodnotit*

*NO- v regionálních mizních uzlinách nejsou metastázy*

*N1a- metastázy uzlin etáže IV (podle Robbinse)*

*- metastázy v pretracheálních a paratracheálních , včetně prelaryngeálních a mizní uzlině delfské/Poirierově*

*N1b- metastázy v jiných jednostranných, oboustranných nebo druhostranných krčních či horních mediastinálních mizních uzlinách*

### **M- vzdálené metastázy**

*MX- vzdálené metastázy nelze hodnotit*

*MO- nejsou vzdálené metastázy*

*M1- vzdálené metastázy"*(Šlampa, Petera, str. 114)

## **2.4 Tyreotoxikóza**

Tyreotoxikóza není samostatné onemocnění, zahrnuje více typů onemocnění lišící se příčinou a klinickým obrazem. Nejčastěji se jedná o Gravesovu-Basedowovu chorobu a nondózní strumu. Souhrnně lze říci, že se jedná o nemoci způsobené zvýšenou funkcí ŠŽ čili o hypertyreózu.

### **2.4.1 Graves Basedowova (GB) nemoc**

Graves-Basedowova nemoc (dále GB) je specifické imunogenní onemocnění a tyreotoxikóza je hlavní fází tohoto onemocnění. Projevuje se jako hyperfunkce ŠŽ. Choroba může mít různý průběh, od velmi prudkého až k pozvolně rozvíjejícímu se, v rámci i několika měsíců. GB vyžaduje velmi dlouhou léčbu, po ukončení léčby může dojít k víceleté až k trvalé remisi, k relaci, či se z nemoci vyvine hypotyreóza.

Příčina nemoci je vyvolána působením protilátek, které se vážou na TSH receptory a stimulují ŠŽ.

Léčba radiojódem je vhodná u starších osob. O druhu léčby rozhoduje endokrinolog. Po určení etiologie je léčba zahajována vyššími dávkami tyreostatik, s postupným snižováním, dle klinického stavu.

(6,10)

### **2.4.2 Nodonózní struma**

Nodonózní struma je multifaktoriální onemocnění, trvalého charakteru. Jde o stav, kdy je štítná žláza zvětšená a jsou v ní přítomné uzly (adenomy). Funkce štítné žlázy však není porušena. Hyperfunkce nastane v okamžiku, kdy se klidové uzly stanou aktivní. U tohoto typu onemocnění nemusí být struma hmatná, uzel či více uzlů bývá zanořeno, proto je důležité vyšetřovat při polknutí. U uzlů je potřeba hodnotit počet, velikost a strukturu. Důležitý je včasný nález uzlů, jelikož mohou způsobit nádorové bujení. Mezi nejčastější diagnostické metody patří bioptické vyšetření s tenkou jehlou pod ultrazvukovou kontrolou.

Rizikovým faktorem pro vznik strumy může být i kouření, díky thiocyanátu přítomnému v cigaretovém kouři. Naopak hormonální antikoncepce a přiměřená konzumace alkoholu riziko strumy statisticky snižuje.

Terapie radiojódem vede ke zmenšení strumy o 40-60% během jednoho až dvou let.  
(10)

### 2.4.3 Toxický adenom

Toxický adenom je onemocnění, při kterém ve štítné žláze vznikne izolovaný uzел, ten pomalu roste a vymyká se řízené funkci ŠŽ. Může způsobit nadměrný výdej hormonů, kdy dojde k utlumení normální činnosti tkáně ŠŽ. (9)

## 2.5 Radiofarmaka

Český lékopis definuje radiofarmakum jako léčivý přípravek, který je připraven k použití a obsahuje jeden nebo více radionuklidů (radioaktivních izotopů) užívaných pro lékařské účely.

Radiofarmakum je radioaktivní látka, aplikovaná člověku buď k terapeutickým, nebo diagnostickým účelům. Při výrobě, přípravě či manipulaci je nutné plnit zvláštní požadavky, které nejsou u jiných léčiv obvyklé.

Radiofarmakum obsahuje dvě základní složky:

- 1) Farmakum - ve funkci nosiče, je voleno na základně své specifické distribuce a chování v lidském organismu, musí mít vztah k danému orgánu či tkáni.
- 2) Radionuklid – jako účinná složka, která se naváže na vhodný nosič.

RF obsahují radionuklid buď ve formě organické, nebo anorganické. Radionuklidy mají proměnlivý obsah látky nesoucí vlastní účinek přípravku, a to díky vlivu radioaktivní přeměny, která se s časem exponenciálně snižuje. Důležitou vlastností radionuklidů je poločas přeměny, druh a energie ionizujícího záření. (2)

### 2.5.1 Lékové formy a aplikace radiofarmak

Mezi nejčastější aplikační formy radiofarmak patří podání parenterální, perorální, inhalační a topické. Podávané radiofarmakum nesmí být toxické, musí být bezpečné a jeho záření musí být snadno detekovatelné, absorbovaná dávka musí být co nejnižší.

Na dané farmakum se naváže vhodný radionuklid, po podání finálního radiofarmaka lze hodnotit fyziologickou funkci, anebo morfologickou strukturu daného orgánu či systému.

V klinické praxi jsou nejčastěji používána parenterální radiofarmaka. Jsou podávány ve formě roztoku, koloidní disperze a suspenze. Intravenózně se zejména aplikují roztoky, molekulární, iontové a koloidní disperze a suspenze. Subkutánně se podávají koloidní disperze. Plyny a roztoky se aplikují intralumbálně.



Pravé roztoky obsahují radioaktivně značenou sloučeninu a rozpouštědlo, dále obsahují látky upravující osmotický tlak, aktuální aciditu, stabilizační přísady a v případě potřeby bakteriostatické látky.

Disperze radioaktivních koloidů bývají stabilizovány želatinou, jsou vyráběny hromadně, jako koloidní disperze anorganických prvků a albuminových mikročástic. Pro diagnostické účely se používají koloidy značené Techneciem, následně jsou z krevního řečiště vychytávány buňkami retikuloendoteliálního systému.

Suspenze s obsahem radionuklidů se aplikují intravenózně. Optimální velikost částic je 20- 50  $\mu\text{m}$ . Jedná se o suspenze částic lidského albuminu značené techneciem, které se získají tepelnou denaturací.

Perorální radiofarmaka jsou podávána ve formě emulzí, roztoků, ale i pevných látek. Tekuté přípravky jsou na pracoviště dodávány ve skleněných lékovkách. Tuhé látky pro podání per os jsou zpravidla aplikovány v želatinových tobolkách.

Další možná aplikace je inhalace radioaktivního plynu (např. Krypton). K inhalaci kryptonu se používá generátorový systém.

(2)

## 2.6 Typy ionizujícího záření

Ionizující záření dělíme na přímo a nepřímo ionizující. U přímo ionizujícího záření se jedná o elektricky nabitě částice, které mají dostatečnou kinetickou energii, aby mohly vyvolat přímou ionizaci (protony, elektrony, částice alfa, deuterony, pozitrony). Nepřímo ionizující záření je záření částic bez náboje, které nemohou ionizovat, ale při interakci s látkou uvolňují sekundární záření, které již je schopno ionizovat (fotony, neutrony, záření X).

Ionizující záření dělíme dále na korpuskulární (přeměna alfa, přeměna  $\beta^+$ , přeměna  $\beta^-$ , elektrony, pozitrony) a elektromagnetické záření (záření X, záření gama, elektronový záchyt, izomerní přechod). (16)

U léčby tyreotoxikózy a terapie karcinomu štítné žlázy se využívá radiofarmakum, které emituje  $\beta^-$  záření a gama záření.

### Přeměna $\beta^-$

K rozpadu  $\beta^-$  dochází u jader, které mají přebytek neutronů. Při přeměně  $\beta^-$  je z mateřského jádra emitován elektron. Neutron se přemění na proton, elektron a antineutrino, proton zůstává v jádře, zatímco elektron a antineutrino vyletí z jádra. Počet protonů v jádře se zvýší o jeden a dceřiný nově vzniklý nuklid se v periodické tabulce prvků posune o jedno

místo doprava. Uvolněná energie se rozdělí mezi elektron a antineutrino. Přeměna  $\beta^-$  je v nukleární medicíně charakteristická pro radionuklidy  $^{133}\text{Xe}$ ,  $^{131}\text{I}$ . (3, 16)

### Záření gama

Při přeměně alfa a beta vzniká dceřiné jádro, které je v energeticky excitovaném stavu (tj. má více energie než ve stavu základním). Při přechodu do základního stavu se jádro zbaví přebytečné energie ve formě kvant gama záření. Při této přeměně se nemění počet protonů ani počet neutronů v jádře. (3)

## **2.6.1 Interakce ionizujícího záření s hmotou**

### Interakce záření $\beta^-$

*„Elektron při průletu hmotným prostředím atomy ionizuje nebo excituje. Při těchto interakcích mění elektron směr své dráhy. Při průchodu elektronu prostředím může vznikat brzdné záření. Je to elektromagnetické záření a počet fotonů je závislý na energii elektronů a protonovém čísle prostředí.“* (Kupka, 2007, str.21)

### Interakce záření $\gamma$

Při průchodu hmotným prostředím interaguje gama záření s prostředím nejčastěji fotoefektem nebo Comptonovým rozptylem.

### Comptonův rozptyl

Při Comptonově rozptylu předá primární foton gama záření část své energie elektronu prostředí a zbylou energii nese nově vzniklý sekundární foton gama. Sekundární foton pak ztrácí svou energii fotoefektem nebo Comptonovým rozptylem.

### Fotoefekt

Při fotoelektrickém efektu předá foton gama celou svou energii elektronu v obalu a sám zaniká. Místo po uvolněném elektronu zaplňuje elektron ze vzdálenější vrstvy a dochází k uvolnění charakteristického X záření. Pravděpodobnost fotoefektu je vysoká u nízkoenergetického gama záření. (3)

## 2.7 Radiojód

V České republice se první diagnostická a terapeutická aplikace radiojódů uskutečnila r. 1951 ve Výzkumném ústavu endokrinologickém. Od roku 1959 došlo díky vzniku lůžkového oddělení v Nemocnici Motol a Výzkumnému ústavu endokrinologickém k dalšímu rozšíření využití radioizotopu. Léčbu a diagnostiku karcinomu štítné žlázy započal v r. 1954 Šilink a od roku 1959 byly léčebné metody rozvíjeny Němcem a jeho skupinou. (19)

### 2.7.1 Fyzikální vlastnosti $^{131}\text{I}$

Tento radionuklid má fyzikální poločas přeměny 8,04 dne. Jedná se o smíšený beta a gama zářič. Záření beta<sup>-</sup>(energie 606 keV) se využívá pro léčbu, díky krátkému dosahu ve tkáni umožňuje lokalizovaně ozářit cílovou tkáň bez významného účinku na okolní zdravou tkáň. Maximální dosah záření beta v měkké tkáni je 2,4mm a střední dosah je 0,5mm.

Přítomnost gama záření (energie 364keV) je výhodná při sledování zevní biokinetiky  $^{131}\text{I}$  v těle, nevýhodou však je, že gama záření významně přispívá k radiační zátěži pacientů a také personálu na oddělení nukleární medicíny.

Aplikovaná aktivita radiojódů při léčbě diferencovaného karcinomu štítné žlázy je od 3,4 do 10 GBq. Radiojód se podává per os a to buď ve formě želatinových kapslí, nebo izotonického roztoku  $\text{Na}^{131}\text{I}$ . (20)

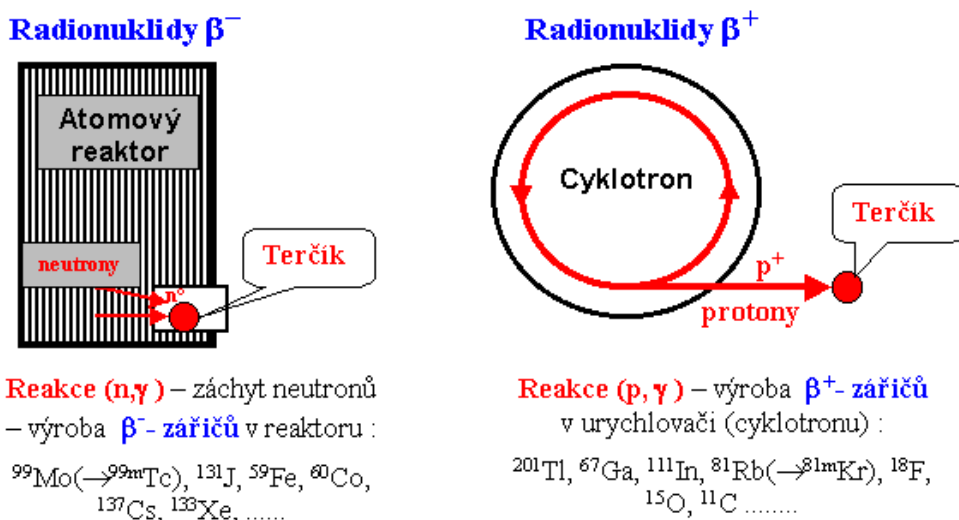
### 2.7.2 Výroba a získávání $^{131}\text{I}$

Často používanou metodou výroby radionuklidů v jaderném reaktoru je ozařování uranu  $^{235}\text{U}$  neutrony, tato reakce vyvolá štěpení jader uranu na menší jádra, která jsou radioaktivní.



Z těchto štěpných produktů se pak izolují potřebné radionuklidy pomocí radiochemických metod (např.  $^{131}\text{I}$ ,  $^{99}\text{Mo}$ ,  $^{133}\text{Xe}$  a další). (21)

## VÝROBA RADIOISOTOPŮ



Obrázek 2 Schéma jaderné reakce vyvolené částicí ostřelující jádro

Zdroj: (1)

### 2.7.3 Biokinetika $^{131}\text{I}$ v těle

Po podání ingescí se dostává radiojód přes gastrointestinální trakt do krve. Zhruba 30% radiojódu vstupujícího do krve se vychytá ve štítné žláze, zbytek nevychyteného radiojódu se vyloučí močí, potem a perspirací. Jód se naváže na organické molekuly, tvořeny štítnou žlázou a poté dochází k postupnému vylučování. Biologický poločas vylučování radiojódu ze štítné žlázy je asi 80 dní, avšak předpokládá se, že jód v organické formě je rovnoměrně distribuován v orgánech měkkých tkáních (kromě ŠŽ) a uniká s biologickým poločasem 12 dní. Zhruba 10% se vyloučí stolicí a přibližně 90% je katabolizováno na anorganický jód, který se vrací zpět do tělesných tekutin. Tyto údaje platí pro model referenčního člověka.

Při karcinomu štítné žlázy se akumulace aplikované aktivity pohybuje od desetin % do 30%, záleží také na radikalitě chirurgického výkonu. Biologický poločas eliminace radiojódu ze štítné žlázy je velice individuální, během 48 hodin se z těla vyloučí až 95% podané aktivity (po totální a téměř totální tyreoidektomii). (20)

### 2.7.4 Kontrola aktivity $^{131}\text{I}$ před aplikací pacientům

Před každou terapeutickou aplikací je potřeba měřit aktivitu roztoků. Měření se provádí na měřiči aktivity se studnovou ionizační komorou (kalibrátor).

Pracovník zodpovědný za přípravu roztoků, stvrzuje svým podpisem správnost údaje o aktivitě na průvodním listě zářiče. Želatinové kapsle, mají deklarovanou aktivitu výrobcem.

Aplikace  $I^{131}$  nesmí převyšovat 20% a více aktivity plánované pro léčebný účel. (4)

### 2.7.5 Léčba radiojódem

Hlavní indikací je karcinom štítné žlázy, převážně karcinom papilární a folikulární. U nádorů anaplastických je terapie spíše paliativní a u medulárního karcinomu je radiojód neúčinný. Další významnou indikací je léčba autonomního hyperfunkčního uzlu, léčba hypertyreózy a léčba tyreotoxikózy.

Léčba karcinomu ŠŽ radiojódem je součástí kombinovaného léčebného postupu. Příprava k vyšetření: pacient musí vysadit užívání hormonů na 6 týdnů, omezit příjem jódu v potravě na 2 týdny, vyhnout se aplikaci jódových kontrastních látek na 3 týdny.

Cílem léčby radiojódem je destrukce mikrometastáz a zničení veškeré tyreoidální tkáně. Zničení tyreoidální tkáně umožňuje využívat tyreoglobulin jako nádorový marker, neboť po odstranění ŠŽ klesá jeho hladina na nízké hodnoty.

Terapeutické dávky při minimálním ponechaném reziduu jsou 3,7-4,4 GBq, tato dávka vede k destrukci drobných zbytků štítné žlázy. V případě recidivy nádoru je terapeutická dávka 5,5-7,4 GBq. Maximální dávka je do 10 GBq.

Za několik dní po podání terapeutické dávky se provádí diagnostická celotělová scintigrafie, která využívá složky gama záření emitovaného  $^{131}I$ . Jsou-li na scintigrafii přítomné metastázy, je v odstupu 3 měsíců indikována další ablační léčba  $^{131}I$  o aktivitě 3,7-10,0 GBq. Po této léčbě je opět provedena diagnostická scintigrafie. Pokud na ní nejsou přítomny metastázy je nasazena hormonální supresní léčba.(4,7,10,17)

Při léčbě tyreotoxikózy se aplikovaná aktivita pohybuje mezi 200-800 MBq per os. Po aplikaci se radiojód vychytává ve štítné žláze a je inkorporován do hormonů T3 a T4 a je vázán na thyreoglobulin. Vysoká koncentrace  $^{131}I$  vede k destrukci tyreoidální tkáně a ke snížení tvorby hormonů ŠŽ, které způsobují hyperfunkci.(16)

### 2.7.6 Komplikace léčby radiojódem

Léčebné podání radiojódu při léčbě tyreotoxikózy nebo nádorů štítné žlázy může mít za následek řadu komplikací. Rozdělujeme je na časné a pozdní účinky. Časné trvají několik dní po aplikaci  $^{131}I$ . Patří sem bolesti hlavy, nechutenství, zvracení, průjem, bolesti v epigastriu, sialodinitida. Tyto komplikace jsou zpravidla mírné a krátkodobé, objeví se v rozmezí 4-14 hodin a obvykle odezní do 36 hodin. Riziko nastává, pokud nemocný zvrací, neboť může dojít ke kontaminaci nemocného i okolí. Zvratky mají vysoký obsah radiojódu.

Časné hematologické změny byly sledovány hlavně u nemocných rakovinou štítné žlázy. Při aplikacích aktivit vyšších než 5 MBq a při opakovaném podávání radiojódů, může dojít k reverzibilnímu a v ojedinělých případech i k nereverzibilnímu útlumu kostní dřeně. Hematologická reakce je také závislá na typu metastatického poškození, nejzávažnější reakce je pozorována při kostních metastázách.

Mezi pozdní účinky patří vznik solidních nádorů, především maligní nádory močového měchýře a slinných žláz. Riziko nádorů stoupá až od celkové kumulativní dávky 18,5GBq.

Pozdní hematologické změny se u většiny nemocných objevily v období 6. měsíce po terapii. Jedná se o vznik leukémie, dále lehká anémie bez progresivního charakteru. Nejzávažnějším pozdním důsledkem léčby radiojódem může být rozvoj anaplastické anémie, protože se nedá předvídat a nedá se jí zabránit ani při opatrném léčebném postupu.

Další komplikací je poškození plodu při nerozpoznaném těhotenství. I přes veškerou opatrnost při rozhodování léčby radiojódem u žen ve fertilním věku, dochází k případům, kdy je ženě aplikovaná léčebná dávka v časném období těhotenství. Je-li radiojód aplikován v době před 74. dnem těhotenství, je plod ohrožen všeobecnými důsledky ozáření. U plodu ještě není přítomná funkce štítné žlázy. Je-li již v době podání léčebné aktivity štítná žláza plodu funkční, může dojít k úplné destrukci žlázy.

Častou komplikací je také radiační tyreoiditida, neboli zánět štítné žlázy. Nemocný udává pocit napětí na krku a bolesti při polykání, ale jen zcela ojediněle vede k závažnějším důsledkům. Doporučuje se léčba kortikoidy nebo přikládání studených obkladů.(17,18)

### **2.7.7 Kontraindikace léčby radiojódem**

Absolutními kontraindikacemi jsou gravidita a laktace u žen v reprodukčním věku. Proto musí být před zahájením léčby s jistotou ověřeno, že není těhotná. Pokud dojde k aplikaci léčebné aktivity radiojódů ženě po 8. týdnu po koncepci, je třeba uvažovat o přerušení gravidity. Dojde-li k aplikaci radiojódů do 8. týdne po koncepci, je přerušení gravidity doporučováno až při dávce v plodu převyšující 100mGy.

Pokud žena v reprodukčním věku byla léčena radiojódem, nedoporučuje se otěhotnění v době jednoho roku po léčbě. Vždy se však upozorňuje na to, že riziko abnormality plodu je vyšší než u ženy neozařené. U muže se nedoporučuje počít dítě v době 4 měsíců uplynulých od léčby radiojódem.

Další kontraindikací jsou psychicky nemocní pacienti, kteří by nebyli schopni dodržet zásady a léčebná opatření v době léčby. (4,18)

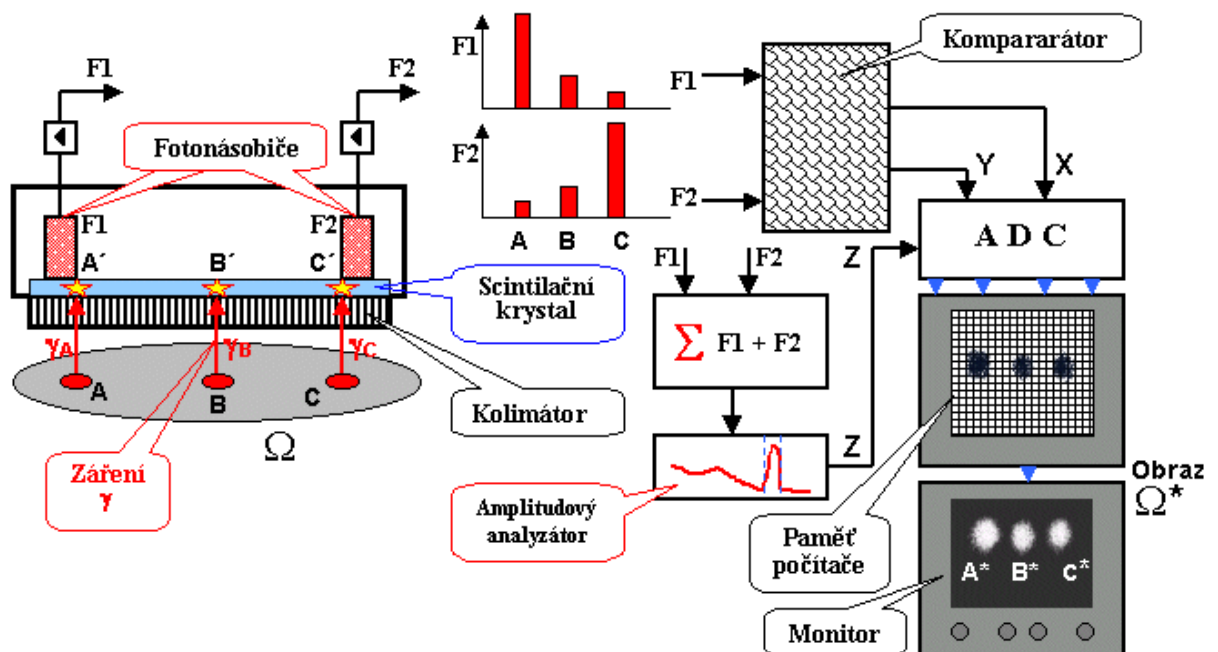
## 2.7.8 Pacienti po léčbě radiojódem

Pacienti po léčbě radiojódem jsou celoživotně sledováni. Časový odstup mezi jednotlivými kontrolami závisí na TNM klasifikaci. U pokročilých forem nádorů chodí pacienti na kontrolu v odstupe 6-12 měsíců, u nepokročilých forem se ke kontrolám přistupuje v desetiletých intervalech. Vývoj onemocnění je také monitorován klinickým vyšetřením: ultrasonografické vyšetření krku a sledováním hladiny tyreoglobulinu v seru. Pacienti jsou opakovaně přijímáni k hospitalizaci, k provedení celotělové scintigrafie po předchozím vysazení substitučně supresní hormonální terapie. Alternativou může být celotělová scintigrafie s  $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ , která nevyžaduje vysazení hormonální suprese. (3).

## 2.8 Přístroje pro scintigrafii

### 2.8.1 Gama kamera

Scintilační gama kamera, nazývaná též Angerova kamera, je přístroj, který se nejčastěji využívá na oddělení nukleární medicíny. Podle počtu detektorů se dělí na jednodetektorové nebo vícedetektorové. Kamera snímá fotony z celého zorného pole a převádí je na elektrické impulzy a pomocí nich vytváří scintigrafický obraz. Základní součásti jsou: scintilační krystal, fotonásobiče, kolimátor. (7,11)



Obrázek 3 Princip scintilační kamery

Zdroj: (1)

## 2.8.2 Scintilační krystal

Základní složkou detektoru je scintilační krystal, který je vyrobený z jodidu sodného a je aktivovaný thaliem NaI(Tl). Dojde-li k interakci fotonu gama s atomy krystalu, vznikají záblesky viditelného světla (scintilace). (7)

## 2.8.3 Fotonásobič

Další částí je fotonásobič, který je připojený k scintilačnímu krystalu a přeměňuje záblesky viditelného světla na elektrické impulzy. Během interakce viditelného světla s fotokatodou vznikne fotoelektron, ten dopadne na první dynodu a způsobí emisi dalších elektronů, na každé dynodě se počet elektronů znásobí, což vede k dobře měřitelnému elektrickému impulzu. Důležitým předpokladem je, aby na krystal dopadlo pouze kolmo letící kvantum gama záření. To zajišťuje olověný kolimátor, který obsahuje systém paralelních otvorů, který propustí pouze záření letící od místa vzniku ke krystalu kolmo, šikmo letící gama kvanta se zadrží v olověných přepážkách mezi otvory.(7,11)

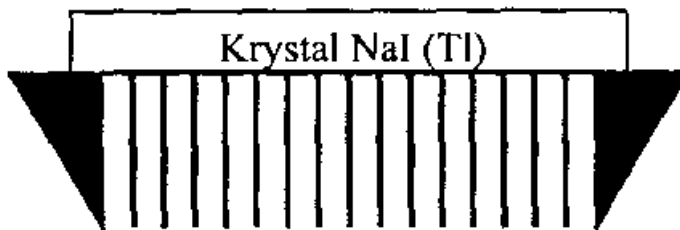
## 2.8.4 Kolimátory

Kolimátor je primárním členem scintilační kamery, přes který projde ionizující záření jako první. Funkcí kolimátoru je provést co nejdokonalější projekci distribuce radioaktivity ve vyšetřovaném objektu pomocí záření gama do roviny velkoplošného scintilačního detektoru. Jedná se o stínící clonu nejčastěji z olova nebo wolframu. Kolimátory dělíme podle konfigurace otvorů: paralelní, konvergentní, divergentní, pinhole. Dále podle energie záření gama: na nízké energie (160keV), střední energie (do 300keV) a vysoké energie (nad 400keV), podle rozlišovací schopnosti a citlivosti. Kolimátory pro vysoké energie mají mohutnější konstrukci a musí mít silnější přepážky mezi otvory, aby byla zabezpečena dostatečná absorpce záření gama přicházejícího ze šikmých směrů. Kolimátory pro střední energie se nejčastěji využívají k scintigrafii  $^{131}\text{I}$  (energie 364 keV). Kolimátory pro nízké energie se využívají pro scintigrafii s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  (energie 140keV). U kolimátorů pro nízké energie rozlišujeme také kolimátory s vysokou senzitivitou, kolimátory s vysokým rozlišením a kolimátory s ultra vysokým rozlišením. (16)



### Mnohoděrový kolimátor s paralelními otvory

Je nejčastějším využívaným typem. Skládá se z tisíce otvorů a jsou uspořádány tak, že jsou rovnoběžně s osou krystalu. Obraz má stejnou velikost jako předmět a výsledný obraz není převrácený.(13)

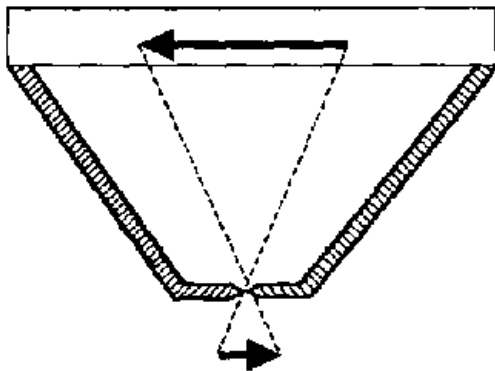


**Obrázek 4 Kolimátor s paralelními otvory**

Zdroj: (Mysliveček, 2007, str. 36)

### Kolimátor pinhole

Jedná se o kolimátor s jedním otvorem, který má v nejužší části 3-5 mm. Vytváří obrácený a zvětšený obraz zdroje. Velikost obrazu se mění podle vzdálenosti zdroje od kolimátoru. Kolimátor pinhole má vysokou rozlišovací schopnost při poměrně malé detekční účinnosti. Tento typ je vhodný pro vyšetření malých orgánů, např. štítné žlázy. (13)



**Obrázek 5 Kolimátor pinhole**

Zdroj: (Mysliveček,2007,str.36)



**Fotografie 1 Kolimátory na pracovišti nukleární medicíny**

Zdroj: (1)

## **2.9 Hybridní systém SPECT/CT**

Tento systém zahrnuje v jedné aparatuře vedle kamery SPECT rovněž vícedetektorový počítačový tomograf (CT). Je tak možné pořídit záznam výsledku funkčního a anatomického zobrazení jedním systémem v těsném sledu za sebou. Přístroj CT spojený se SPECT může být provozován ve dvou režimech:

- v tzv. nízkodávkovém režimu dovoluje korigovat obrazy SPECT na zeslabení záření gama ve tkáni a získat orientační morfologické obrazy CT s nízkým rozlišením;
- v plnohodnotném diagnostickém režimu obrazy CT s vysokým rozlišením, které podrobně informují o lokalizaci anatomických struktur; tento režim je ovšem spojen s vyšší efektivní dávkou pro pacienta.

[Fyzikální základy zobrazování v nukleární medicíně a radiační ochrana: Scintilační kamera a planární spect. [online]. [cit. 2014-03-31]. Dostupné z: [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-spect/#c9170](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-spect/#c9170)]

## 2.10 Vyšetření prováděná při terapii a léčbě<sup>131I</sup>

### 2.10.1 Akumulační test štítné žlázy

Rychlost a intenzita vychytávání radiojodu ve štítné žláze po podání per os, je ukazatelem její funkčnosti. Test slouží k výpočtu terapeutické dávky jódu pro léčbu diferencovaných karcinomů ŠŽ a také pro léčbu tyreotoxikózy.

Pacientovi je doporučeno přijít na vyšetření na lačno. Radiologický asistent připraví dva roztoky <sup>131</sup>I o aktivitě 37 kBq. První roztok pacient vypije a za 4 a 24 hodin se měří impulzy pomocí kolimované sondy v okolí štítné žlázy a na pozadí (ve FNHK na oddělení nukleární medicíny se měří pozadí na koleni pacienta, dle návodů od výrobce přístroje). Druhý roztok je vložen do fantomu stimulujícího štítnou žlázu. Za 4 a 24 hodin se měří četnost impulzů za stejných podmínek, jako byl vyšetřován pacient.

Výsledek se vyjadřuje v procentech. Normální akumulace štítné žlázy je 20-40% z podané aktivity. Snížená akumulace je méně než 20% a zvýšená akumulace vykazuje více jak 45% z podané aktivity.

Pokud je akumulace u pacienta po chirurgickém vynětí štítné žlázy větší než 5% za 24 hodin, svědčí to o příliš velkém ponechání rezidua žlázy a před zahájení léčbou radiojodem je doporučena reoperace.

(3,7,8,16)

### 2.10.2 Diagnostická scintigrafie štítné žlázy

Toto vyšetření slouží k zobrazení funkčního parenchymu štítné žlázy, neboť rozliší hormonálně aktivní a neaktivní uzly. Další indikací může být cílené vyšetření oblasti krku pacienta s diferencovaným karcinomem štítné žlázy, pátrání po metastatickém procesu, diagnostika hypertyreózy nebo také pooperační kontrola k určení velikosti reziduální tkáně u pacientů s karcinomem ŠŽ.

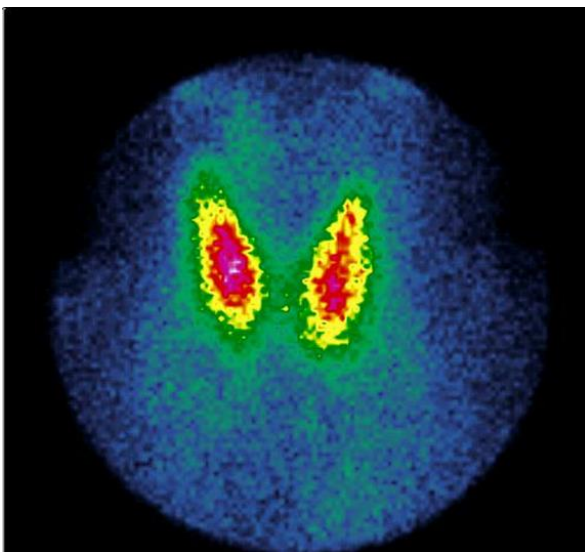
Příprava k vyšetření: pacient musí přerušit užívání léků, které interferují se záchytem radiofarmaka ve žláze (T3,T4), vysadit jód v potravě po dobu dvou týdnů. Pacient je vyšetřován vleže, krk je v dorzální flexi.

Jako radiofarmakum je použitý <sup>99</sup>Tc-pertechnetát disodný, který je následně vychytáván jodidovou pumpou na buněčné membráně tyreocytů. Toto radiofarmakum má vhodný poločas rozpadu tj. 6 hodin, emituje gama záření, jeho energie je 140 keV a pro pacienta vykazuje relativně nízkou radiační zátěž a je dobře dostupný. Nebo může být použitý <sup>123</sup>I- jodid sodný. Statická scintigrafie s <sup>99</sup>Tc-pertechnetátem disodným je prováděna za

15 minut od podání radiofarmaka, pokud je použit  $^{123}\text{I}$ - jodid sodný, statická scintigrafie se dělá za 30 minut od podání radiofarmaka.

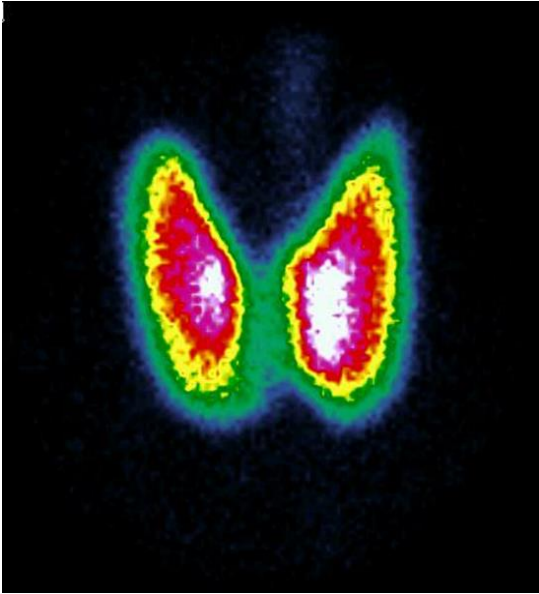
Při vyšetření se zaznamenávají statické scintigramy v přední a v přední šikmé projekci. K dosažení co nejvyššího prostorového rozlišení se používá kolimátor pinhole. Normální scintigram štítné žlázy, po podání radiofarmaka ukazuje typický motýlovitý tvar, lokalizovaný mezi jugulem a chrupavkou štítnou, s homogenním rozložením radiofarmaka. Pokud se nám zobrazí místo se sníženou akumulací radiofarmaka, tzv. fotopénické ložisko, jedná se o studené uzly. Studené uzly mohou být ukazatelem benigních adenomů, ale může jít také o léze maligní. Pokud dojde ke zvýšené akumulaci radiofarmaka a také k nezobrazení tyreoidální tkáně, jedná se o horké uzly. Tyto uzly vypovídají o hypertyreóze vyvolané autonomním adenomem. Dalším případem mohou být uzly teplé, v tomto případě akumulují radiofarmakum a současně zobrazí tkáň štítné žlázy. U těchto uzlů nejde jednoznačně posoudit etiologii nálezu.

(2,3,8,16)



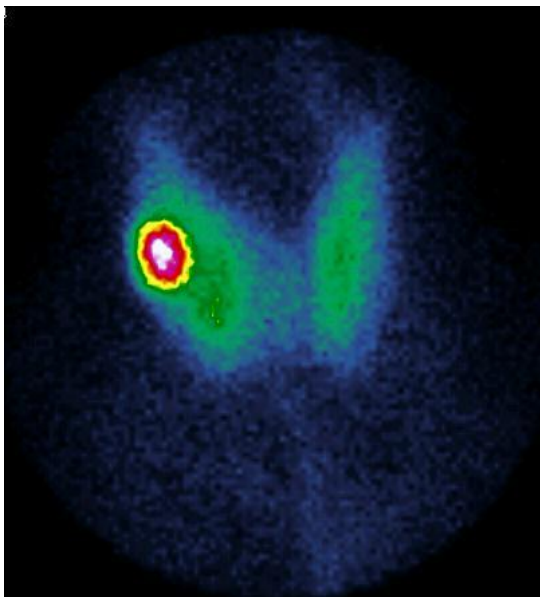
**Obrázek 6** Normální nález při scintigrafii ŠŽ

Zdroj: (2)



**Obrázek 7 Nález G-B choroby při scintigrafii**

Zdroj: (2)



**Obrázek 8 Nález hyperfunkčního adenomu při scintigrafii ŠŽ**

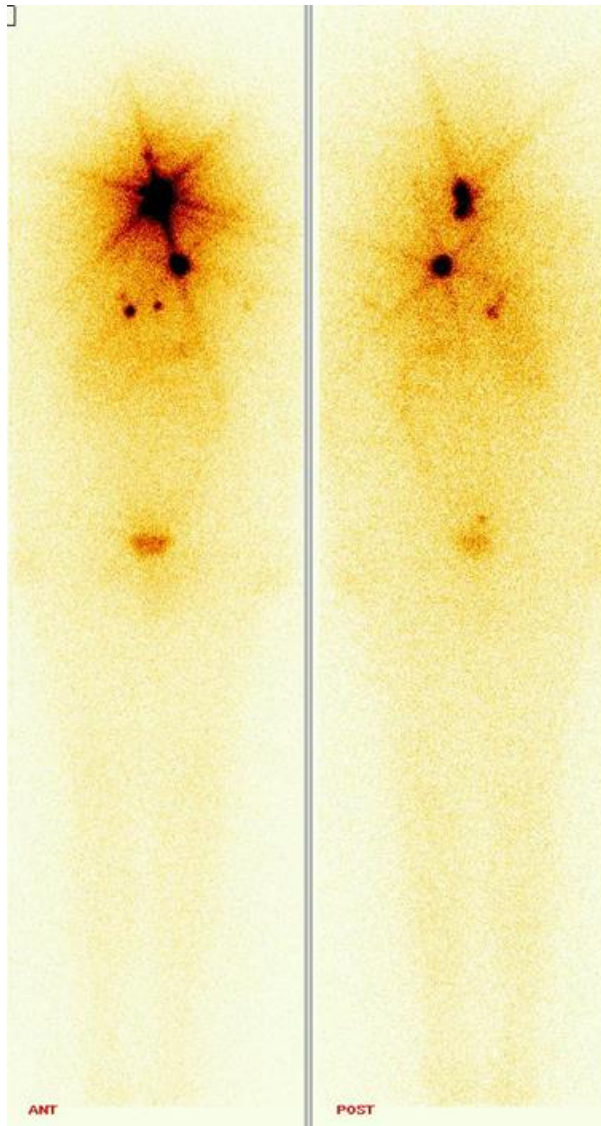
Zdroj: (2)

### 2.10.3 Post-terapeutická scintigrafie štítné žlázy s $^{131}\text{I}$

Za 3-6 dní od podání léčebné dávky radiojódu se provádí celotělová scintigrafie s  $^{131}\text{I}$  k vyloučení nebo potvrzení regionálních metastáz. Post-terapeutická scintigrafie ověří rozsah akumulace radiofarmaka v nádorové tkáni.

Toto vyšetření se dělá na gama kameře a je jej možno doplnit o vyšetření SPECT/CT.

(16)



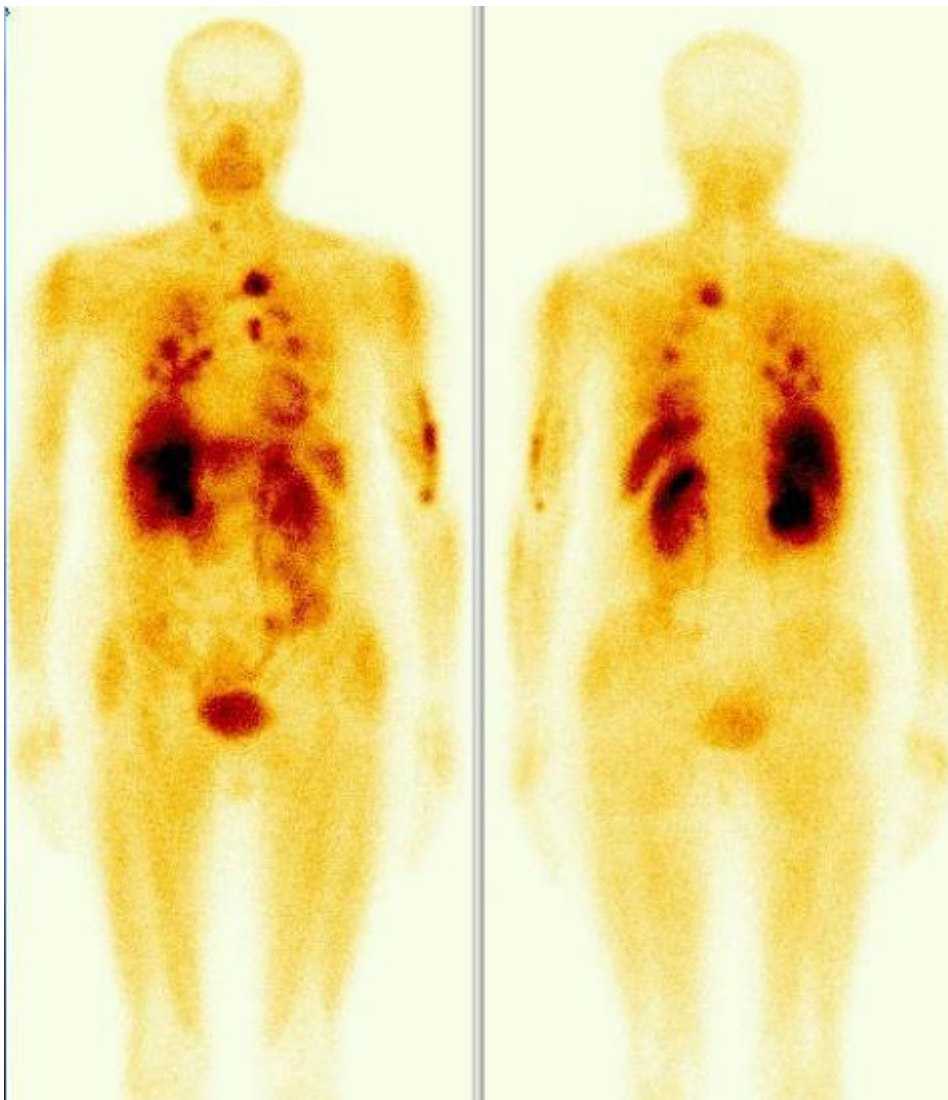
Obrázek 9 Metastázy karcinomu ŠŽ na krku, v levé plicí a mediastinálních lymf. uzlinách

Zdroj: (2)

#### 2.10.4 Periodická kontrola s $^{99}\text{Tc-MIBI}$

$^{99}\text{Tc-MIBI}$  má vysokou afinitu k tkáním bohaté na mitochondrie, mezi tyto tkáně patří celá řada benigních a maligních nádorů. Například: mozkové gliomy, karcinom prsu, karcinom plic, adenomy a karcinomy příštítných tělísek.

Příprava pacienta před vyšetřením není žádná. Aplikovaná aktivita  $^{99}\text{Tc-MIBI}$  je 800 MBq intra venózně. Celotělová scintigrafie se provádí za 15 minut od podání radiofarmaka. Vyšetření je možno doplnit také o SPECT/CT. (16)



Obrázek 10 Metastázy karcinomu ŠŽ v krčních a mediastin. lymf. uzlinách a v obou plicích

Zdroj: (2)

### **2.10.5 Další možné metody v diagnostice nádorů štítné žlázy**

Radioizotopové metody nejsou v diagnostice papilárního a folikulárního karcinomu příliš využívány. Nově se zkoušejí monoklonální látky proti tyreoglobulinu značené  $^{131}\text{I}$ . Běžná radiojódová scintigrafie nemá tak vysokou detekci pro určení vzdálených metastáz, proto se využívají značené protilátky. Diferencované karcinomy štítné žlázy mohou i po řadě let recidivovat, je nutné pacienty s tímto onemocněním monitorovat. Při monitorování pacientů můžeme využít metody, kdy není nutná hormonální substituce. Jedná se o celotělovou scintigrafii pomocí  $^{99}\text{Tc}$ -MIBI (methoxyisobutylisonitridu) či  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -tetrofosminu (Myoview). Je známo, že se radiofarmakum vylučuje v maligních i benigních formách nádru: v myokardu, v plicích, v mammě a v prostatě. (3)

## **2.11 Radiační ochrana**

Radiační ochrana je soubor opatření, které vedou k omezení pravděpodobnosti vzniku stochastických účinků na přijatelné minimum a k vyloučení vzniku deterministických účinků způsobené ionizujícím zářením. Zabývá se hodnocením expozic obyvatelstva a pracovníků z různých zdrojů ionizujícího záření a následným studiem důsledků ozáření.(13)

### **2.11.1 Principy v radiační ochraně**

#### **Zdůvodnění**

Princip zdůvodnění říká, žádná činnost vedoucí k ozáření osob nesmí být zavedena, pokud z ní neplyne dostatečný prospěch ozářeným jedincům nebo společnosti. Riziko újmy musí být co nejnižší a přínos vyšetření musí být větší než rizika, která by mohla nastat. (19)

#### **Princip optimalizace**

Při optimalizaci se využívá princip ALARA (As Low As Reasonably Achievable), určuje přípustné ozáření za různých okolností, které by vždy mělo být tak nízké, jak je za daných okolností možné dosáhnout. Jedná se o to, že při vyšetření bychom měli použít jenom tolik záření, abychom byli schopni udělat kvalitní vyšetření. (volně interpretováno)

#### **Limity dávek**

Kvalitním ukazatelem pro omezení ozáření jsou radiační limity. Jedná se o limity, jejichž překročení není přípustné. Rozdělujeme je do 4 skupin: na obecné limity, limity pro radiační pracovníky, limity pro učně a studenty a limity pro omezování ozáření ve zvláštních případech.



Obecné limity jsou platné pro obyvatele. Obecná efektivní dávka je 1mSv/rok a pro ekvivalentní dávku v oční čočce je to 15mSv/rok.

Limity pro radiační pracovníky jsou 20mSv/rok a 100mSv/5 let po sobě jdoucích. Ekvivalentní dávka v oční čočce nesmí překročit 150mSv/rok.

Limity pro učně a studenty (16-18 let) jsou 6mSv/rok. Limity ve zvláštních případech jsou určeny například pro rodinné příslušníky, kteří pečují o pacienty s aplikovanými radionuklidy doma. U dětí je dávka 1mSv/rok a u dospělých se jedná o dávku 5mSv/rok.

Do limitů se nezapočítává ozáření z přírodních zdrojů (11)

Lékařské ozáření pacienta nemá stanovené limity. V těchto případech jsou zavedeny diagnostické referenční úrovně pro jednotlivé typy vyšetření. Diagnostické referenční úrovně uvedené ve vyhlášce 307/2002 státního úřadu pro jadernou bezpečnost jsou: *„úrovněmi dávek, popřípadě úrovněmi aplikované aktivity používané při diagnostických postupech v rámci lékařského ozáření, jejichž překročení se při vyšetření dospělého pacienta o hmotnosti 70 kg při použití standardních postupů a správné praxe neočekává.“*

[cit: Vyhláška státního úřadu pro jadernou bezpečnost 307/2002, ze dne 13.6.2002: o radiační ochraně [online], dostupné z [http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/vyhlaskey/307\\_po\\_novele.pdf](http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/vyhlaskey/307_po_novele.pdf)]

#### **2.11.1.1 Zabezpečení zdrojů**

Zdroje záření by měly být zabezpečeny proti krádeži a neoprávněné manipulaci s nimi.

#### **2.11.2 Kategorizace pracovišť nukleární medicíny**

V České republice rozdělujeme pracoviště nukleární medicíny do I., II., III. kategorie podle charakteru práce a podle zpracovaných aktivit radionuklidů. Do I. kategorie patří zejména laboratoře, kde se provádí radioimunoanalytické metody a pracuje se s radionuklidy o nízké aktivitě. Do II. kategorie patří většina oddělení nukleární medicíny, kde nakládají s jednoduchými zdroji ionizujícího záření a do III. kategorie patří pracoviště s lůžkovým oddělením. Zde pracují pracovníci s radionuklidy o vysoké aktivitě, například  $^{131}\text{I}$  při léčbě onemocnění ŠŽ.(11)

### 2.11.3 Kategorizace pracovníků

Pro účely monitorování a lékařského dohledu se radiační pracovníci zařazují do kategorie A a B.

*„Pracovníky kategorie A jsou radiační pracovníci, kteří by mohli obdržet efektivní dávku vyšší než 6 mSv ročně nebo ekvivalentní dávku vyšší než tři desetiny limitu ozáření pro oční čočku, kůži a končetiny stanoveného v § 20 odst. 1 písm. c) až e) ; ostatní radiační pracovníci jsou pracovníky kategorie B. (Vyhláška státního úřadu pro jadernou bezpečnost o radiační ochraně, § 16)*

### 2.11.4 Kontrolované pásmo

Toto pásmo se vymezuje na úseku nukleární medicíny všude tam, kde se předpokládá, že roční efektivní dávka by mohla být vyšší než 6mSv/rok. Do kontrolovaného pásma jsou zahrnuty všechny úseky pracovišť nukleární medicíny, patří sem také vymírací místnost.

Do kontrolovaného pásma smí vstupovat pouze pracovníci kategorie A, osoby poučené o tom, jak se mají chovat, aby neohrozily zdraví své či ostatních osob. Do kontrolovaného pásma nesmí vstupovat ženy těhotné a osoby mladší 18 let. (14)



Fotografie 2 Kontrolované pásmo

Zdroj: (1)

### 2.11.5 Sledované pásmo

Vymezuje se na pracovišti všude tam, kde se předpokládá, že by obdržená dávka mohla být vyšší než 1mSv/rok. Na pracovišti nukleární medicíny je sledované pásmo vymezené například v čekárně. (11)



Fotografie 3 Sledované pásmo

Zdroj: (2)

### 2.11.6 Ochrana před ionizujícím zářením

Podle pravidel radiační ochrany se proti záření chráníme třemi způsoby a to: časem, stíněním a vzdáleností.

#### Ochrana časem

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

Každé pracoviště má rozdílnou radiační zátěž, tudíž ochrana časem spočívá i v pravidelném střídání pracovníků na jednotlivých úsecích.

#### 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, str. 66)

Mezi zdroj záření a pracovníka se umístí vrstva stínícího materiálu (olovo, wolfram), který zeslabí svazek záření.

#### 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, str. 64)

Pracovníci by se měli snažit, aby byli při práci od zdrojů co nejdále. Měli by používat při přípravě radiofarmak peány, pinzety a různé manipulátory. A měli by se snažit v přítomnosti naaplikovaného pacienta setrvat pouze po dobu nezbytně nutnou k provedení vyšetření.

### **2.11.7 Monitorování pracovníků**

Pracovníci kategorie A na odděleních nukleární medicíny nosí převážně filmové osobní dozimetry. Předepsané místo pro nošení je zpravidla na levé, přední části hrudníku. Filmový dozimetr se vyhodnocuje jednou za měsíc, je odeslán do beta a gama laboratoří Celostátní služby osobní dozimetrie ( dále CSOD). CSOD vyhodnotí dávky a informuje pracoviště a současně státní úřad jaderné bezpečnosti. Filmové dozimetry měří osobní dávkový ekvivalent, který je přepočítán na efektivní dávku, v níž je vyjádřen limit pro pracovníky vztahující se ke stochastickým účinkům.

Pracovníci vystavování vyšším expozicím nosí také prstové termoluminiscenční dozimetry.

Účelem měření radiační zátěže pracovníků pomocí osobní dozimetrie je kontrola, zda nebyly překročeny limity.

Do osobní dozimetrie patří také kontrola vnitřní kontaminace. Zejména na oddělení nukleární medicíny při manipulaci s roztoky  $^{131}\text{I-NaI}$ . Kontaminovaný vzduch je pracovníky vdechován a radiojód se dostává do jejich ŠŽ. Kontrola vnitřní kontaminace se zajišťuje pomocí kolimovaného scintilačního detektoru, ten se přikládá na oblast ŠŽ. (3)

### **2.11.8 Veličiny radiační ochrany**

#### Absorbovaná dávka D

Množství energie absorbované jednotku hmotnosti.

Jednotka: 1Gy- 1 Gray (12)

#### Efektivní dávka E

Je součet součinů ekvivalentních dávek a tkáňových váhových faktorů. Efektivní dávka hodnotí radiační zátěž pacientů a personálů.

Jednotka: 1 Sv- 1 Sievert. (12)

#### Ekvivalentní dávka $H_t$

Je součin střední (průměrné) absorbované dávky v orgánu a radiačního váhového faktoru.

Jednotka: 1 Sv- 1 Sievert (12)

### Dávkový ekvivalent H

Jedná se o součin absorbované dávky v bodě tkáně a jakostního činitele Q.

Jednotka: 1 SV- 1 Sievert. (12)

### Osobní dávkový ekvivalent $H_p(d)$

Osobní dávkový ekvivalent je dávkový ekvivalent v daném bodě pod povrchem těl v hloubce d.

Z osobního dávkového ekvivalentu je vypočítávána efektivní dávka.

Jednotka: 1 Sv- 1 Sievert (12)

## **2.12 Radiační ochrana pracovníků na lůžkové části**

Personál na lůžkovém oddělení, který ošetřuje nemocné léčené radiojódem musí dbát na to, aby v jejich přítomnosti pobýval co nejkratší nezbytně nutnou dobu. U pracovníků na lůžkovém oddělení se pravidelně kontroluje vnitřní kontaminace, díky těkavosti  $^{131}\text{I}$ . Kontroluje se pomocí scintilační jednotky s krystalem NaI (Tl) o tloušťce 50 mm s vhodným kolimátorem, která musí být ocejchovaná pomocí roztoku  $^{131}\text{I}$  o známé aktivitě. Scintilační jednotka se přiloží pracovníkovi ke krku na co nejkratší vzdálenost a provede se přeměření.

Při manipulaci s kontaminovaným prádlem je nutné dodržovat zásady radiační ochrany. Ložní prádlo musí pracovníci převlékat v pryžových rukavicích. Prádlo je nutné skladovat v plastových pytlík ve vymíracích místnostech.

Jehly, stříkačky, tampóny a jiný infekční materiál musí být uskladněny ve vymíracích místnostech pracoviště. Stejným způsobem se ukládá i neinfekční odpad např., ampule se zbytky radiojódu, prázdné obaly od kapslí. Tento odpad může být odstraněn jako neaktivní, pokud jeho měrná aktivita nepřevyšuje 3kBq/kg.

Odpadní voda znečištěná  $^{131}\text{I}$  je zachytávána v jímkách, tam se zadržuje po dobu, dokud objemová aktivita vody, jež může být vypuštěna do veřejné kanalizace, neklesne maximálně na hodnotu 450 Bq/l. (19)

### **2.12.1 Pokyny pro pacienta před propuštěním z nemocnice po léčbě $^{131}\text{I}$**

Pacient obdrží pokyny písemně i ústní formou. Pacient by měl po dobu deseti dnů dodržovat určitá opatření, jako jsou například:

- nepohybovat se, nesedět a nespát v blízkosti jiných osob v domácnosti i v práci

- vyhýbat se kontaktu s malými dětmi či s těhotnými ženami
- omezit dopravu veřejnými prostředky na minimum
- nenavštěvovat místa, kde je shromážděno více lidí
- používat jen svoje prádlo a oděvy
- dodržovat hygienu po použití WC, udržovat čistotu WC
- používat jen svůj jídelní příbor a své nádobí (20)

## **3. PRAKTICKÁ ČÁST**

### **3.1 Příprava pacienta před zahájením léčby**

Před zahájením léčby pacient obdrží pozvánku s poučením (viz. Příloha 2). Diagnózu předem stanoví endokrinolog a pacienta pošle na oddělení nukleární medicíny na léčbu. Léčba tyreotoxikózy trvá 4 dny, zatímco léčba diferencovaného karcinomu štítné žlázy trvá 6 dní.

První den se pacient nahlásí v kartotéce, tam si pacienta radiologický asistent převezme a doprovodí jej na lůžkovou část, která je součástí oddělení nukleární medicíny. Lékaři provedou vstupní kontrolu pacienta. Změří mu tlak, puls, naberou se krevní odběry, vyšetření na ultrasonografii apod.

Na lůžkovém oddělení znovu RA poučí pacienta o průběhu léčby o případných komplikacích, dále ho poučí, že musí používat ústavní oblečení, ručníky, kapesníky na jedno použití, poučí pacienta o močení v sedě, ať se jedná o muže či ženu, při případném ukápnutí moče, krve či zvracení vždy musí informovat personál. RA by měl pacienta také upozornit, že po aplikaci radiojódu se chování personálu z důvodu ochrany před ionizujícím zářením změní.

Po edukaci RA předá pacientovi informovaný souhlas s vyšetřením, pokud pacient se vším souhlasí, podepíše informovaný souhlas. RA by měl ponechat dostatečný prostor na případné dotazy pacienta.

### **3.2 Kontrola přístroje před akumulacním testem**

Před provedením akumulacního testu ŠŽ se provádí kontrola přístroje pomocí radioaktivního zářiče  $^{137}\text{Cs}$ . Kontrola přístroje patří mezi jednu z úloh RA.



**Fotografie 4** Kontrola přístroje

Zdroj: (1)

### **3.3 Akumulační test**

Radiologický asistent si svolá všechny pacienty, kteří mají v daný den absolvovat akumulaci test. Opět pacienty poučí o dodržování pitného režimu, častého vyměňování prádla a častém sprchování, neboť se  $^{131}\text{I}$  vylučuje potem a také močí.

RA připraví akumulaci roztok a dá jej pacientovi vypít. Odvede pacienta opět na pokoj a zhruba za 4 hodiny se provede akumulaci test. Nejprve se pomocí kolimované sondy přeměří fantom simulující ŠŽ a poté ve stejných časech a za stejných podmínek pacient.





**Fotografie 5 Fantom štítné žlázy**

Zdroj: (1)



**Fotografie 6 Akumulační test pacienta**

Zdroj: (1)



**Fotografie 7 Akumulační snímání impulzů z krevního řečiště**

Zdroj: (1)

### **3.4 Scintigrafie štítné žlázy**

Dalším krokem při léčbě štítné žlázy je scintigrafie na jednohlavé kameře. Důležité je upozornit pacienta na dodržení určitých pravidel před vyšetřením, zejména se musí vyvarovat užití jódu v jakékoliv podobě, který by mohl zablokovat akumulaci radionuklidu ve žláze.

Při příchodu pacienta je úlohou RA zadat jeho údaje do počítače a připravit jednohlavou kameru na vyšetření.

Před zahájením vyšetření podá RA pacientovi kelímek s čistou vodou, kterou by měl pacient vypít z důvodu pročištění slinných žláz.

Následně uloží RA pacienta na sůl a nastaví jej pod kolimátor pinhole. Při vyšetření ŠŽ u pacientů, kteří nejsou po chirurgickém odstranění ŠŽ se kolimátor nastaví do přímého kontaktu s kůží v oblasti ŠŽ, aby zvětšení bylo co největší. V případě, že se jedná o pacienta,

který již nemá ŠŽ nastavuje se kolimátor do vzdálenosti 2-3 prstů mezi kůží a kolimátorem a to z důvodu zobrazení většího okolí štítné žlázy či zobrazení rezidua.

Dalším úkolem RA je v závěru vyšetření označit jugulum, označí se pomocí kuličky, která je naplněna radiofarmakem. Jugulum se označuje pro lékaře, kvůli přehlednější orientaci na krku.



**Fotografie 8 Zadáání údajů pacienta do počítače**

Zdroj: (1)



**Fotografie 9** Uložení pacienta při scintigrafii ŠŽ

Zdroj: (1)

### **3.5 Podání léčebné kapsle**

Druhý den ráno si RA vezme pacienta do aplikační místnosti, kde mu před podáním kapsle popíše průběh léčby a způsob aplikace. Pacient opět musí podepsat informovaný souhlas (viz. Příloha 1). RA si posadí pacienta a nechá mu kapsli potěžkat, jelikož olověné krytí na kapsli je velmi těžké, tak aby nedošlo k nesprávné manipulaci. Vysvětlí pacientovi, že nesmí do skleněné trubice dýchat, z důvodu možnosti přilepení kapsle. Po edukaci ponechá RA pacientovi prostor pro případné dotazy.

RA přichystá kelímek s vodou a kapsli. Při manipulaci s kapsli se od RA očekává dodržování zásad radiační ochrany. RA by měl chránit sebe ochrannými pomůckami např., olověnou zástěrou a nepropustnými rukavicemi. Následně RA rozdělá kapsli dle návodu od výrobce a podá kapsli pacientovi, aby ji polknul per os, poté pacient odchází zpět na pokoj. Důležitou součástí podávání radiofarmak je také správná likvidace odpadu. Povinnosti RA je umístit prázdný obal od kapsle do vymírací místnosti, po doporučené době vymírání RA přeměří obal od kapsle měřičem kontaminace, pokud hodnoty neudávají žádnou aktivitu, lze s obalem od kapsle manipulovat jako s klasickým odpadem.

Dalším krokem je správné vedení dokumentace, kdy RA zapíše údaje o podání kapsle  $^{131}\text{I}$  do dokumentace na lůžkovém oddělení. Zapisuje se čas aplikace, způsob aplikace a forma radiofarmaka (kapsle či roztok).

Z důvodu těkavosti je nutné připravovat roztok  $^{131}\text{I}$  před aplikaci pacientům v digestoři.



**Fotografie 10 Kapsle s radiojódem**

Zdroj: (1)



**Fotografie 11 Digestoř pro přípravu roztoku  $^{131}\text{I}$**

Zdroj: (1)

Třetí a čtvrtý den pacient zůstává na lůžkovém oddělení. Pokud se jedná o léčbu tyreotoxikózy, kde se léčba nedoplnuje o celotělovou scintigrafii s  $^{131}\text{I}$  propouští se pacient po 4 dnech většinou domů. Podmínkou však musí být splnění limitu, kdy aktivita nesmí přesáhnout 250MBq. Aktivita v těle se odhaduje na základě měření dávkového příkonu v 1 m od těla pacienta ve výši hrudníku (250 MBq odpovídá dávkovému příkonu 12  $\mu\text{Sv/h}$ ). Měření pacienta se provede pomocí měřiče dávkového příkonu. Pokud se jedná o léčbu diferencovaného karcinomu ŠŽ, propouští se pacient většinou až 6 den od zahájení léčby.

### **3.6 Celotělová scintigrafie s $^{131}\text{I}$**

Poslední den před propuštěním pacienta domů se provede scintigrafické celotělové vyšetření s  $^{131}\text{I}$ , kde se využije složka gama záření v průkazu nebo vyloučení metastáz.

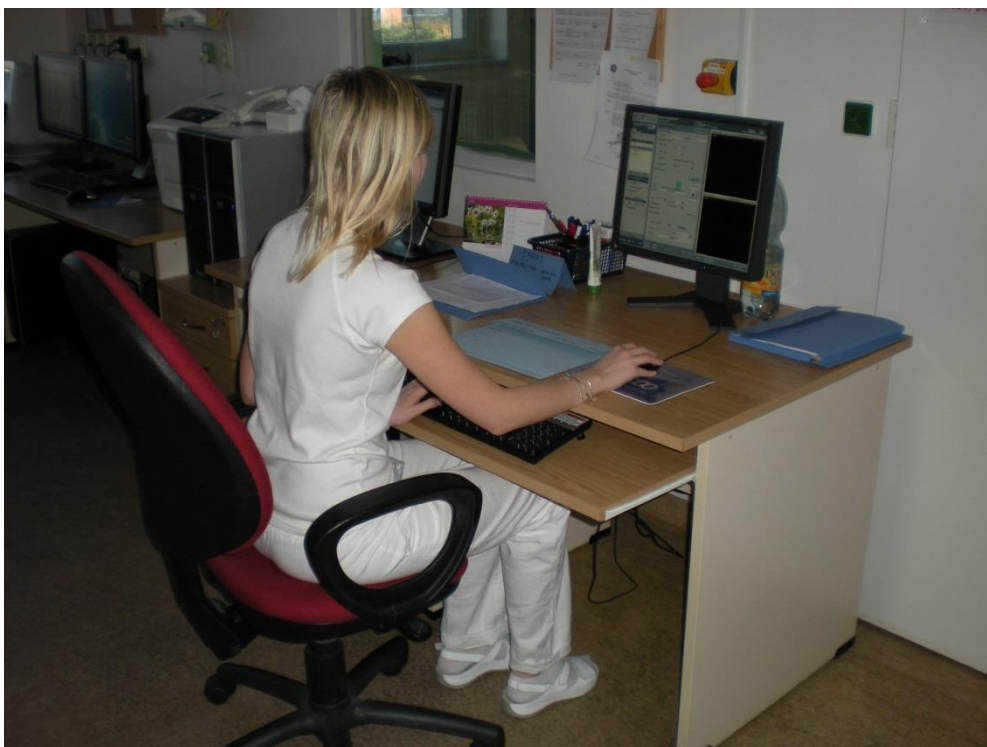
RA poučí pacienta o průběhu vyšetření. RA zapíše údaje o pacientovi do počítače, zadá také typ vyšetření a dané radiofarmakum. Následně zvolí správný typ kolimátoru, pro vyšetření s  $^{131}\text{I}$  se používá kolimátor pro střední a vyšší energie.

RA uloží pacienta na stůl, vhodné je dělat vyšetření bez polštářku, aby byla ŠŽ rozvinutá. Celotělová scintigrafie trvá přibližně 20-25 minut podle délky pacienta, vyšetření je možno doplnit o SPECT/CT.



**Fotografie 12 Celotělová scintigrafie s  $^{131}\text{I}$**

Zdroj: (1)



**Fotografie 13 Pracovní prostor RA v průběhu vyšetření**

Zdroj: (1)

### **3.7 Celotělová scintigrafie s $^{99m}\text{Tc-MIBI}$**

Toto vyšetření se provádí rok od uplynutí léčby. A následně jako kontrolní vyšetření pravidelně jednou za dva roky. Pravidelnost kontrol si určuje endokrinolog.

Úlohou RA při tomto vyšetření je edukovat pacienta o průběhu vyšetření, pakliže pacient se vším souhlasí, podepíše informovaný souhlas s vyšetřením (viz. Příloha 4).

RA zadá údaje o pacientovi do počítače a zvolí si vhodný protokol k vyšetření. Pozve si pacienta k vyšetření, pacient by si měl sundat veškeré kovové předměty z těla a poté si lehne na vyšetřovací stůl.

RA nastaví stůl s pacientem pod scintilační kameru, pacient musí ležet v oblasti, aby obě kamery snímaly mediastinum a krk a nastaví zvětšení. Následně si RA zaznamená údaje o poloze stolu (na kolik cm je stůl zajetý v gantry kamery). RA spustí statický obrázek, kdy musí hlídat 1000 kcts (kilocountes). Jakmile dosáhneme 1000 kcts, přeruší RA vyšetření a zapíše si čas. Poloha stolu a čas vyšetření je velice důležitý pro druhý statický obrázek, jelikož vyšetření se musí provádět za stejných podmínek. Mezi statickými obrázky se provede celotělové vyšetření. Možno doplnit také o SPECT/CT.



Po vyšetření RA poučí pacienta, že by se měl 24 hodin vyhýbat dětem a těhotným ženám. Také poučí pacienta o zvýšení příjmu tekutin.



**Fotografie 14 Statický scintigram na ŠŽ s  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI**

Zdroj: (1)

## 4. DISKUZE

Úlohou radiologického asistenta je nejen práce s přístrojovou technikou, příprava radiofarmak, ale i správné nakládání s kontaminovaným odpadem a podobně. Nedílnou součástí práce RA a podle mého názoru nejdůležitější rolizastává radiologický asistent v komunikaci s pacienty. Je to právě on, kdo doprovází pacienta na jednotlivá vyšetření během léčby, je to on, kdo předává informace o významu léčby, také o tom, co pacienta během vyšetření čeká. Musí být také empatický a připraven tišit obavy pacienta a měl by být schopen zodpovědět jakékoliv jeho dotazy.

Komunikace s pacienty po podání léčebné kapsle by se měla omezit pouze na nejnnutnější minimum, jelikož se pacient stává zdrojem záření. Tento fakt je v rámci mezilidských vztahů a komunikace velice obtížný. Pacient se cítí devalvován, bojí se, co jej čeká, také se bojí výsledku vyšetření, nebo má různá pohybová omezení, špatně slyší či vidí apod. Proto jsem ráda, že ze své vlastní zkušenosti v rámci praxí můžu říct, že se radiologičtí asistenti zachovali vždy velice lidsky a profesionálně a pokud to situace dovolila, vždy pacientovi podali pomocnou ruku, a to i přesto, že se sami vystavili zdroji záření.

Dále bych chtěla podotknout, že péče o pacienty léčené pro karcinom štítné žlázy je z hlediska organizačního i finančního značně náročná. Vybudování lůžkové části je velmi nákladné a podléhá přísným standardům z hlediska radiační ochrany. Lůžková část by měla být umístěna co nejdál od vyšetřoven se scintilačními kamerami a dalšími detekčními přístroji. Je nutné dobře odstínit podlahy a stropy. A při budování lůžkové části se doporučují jednolůžkové pokoje s dostatečně odstíněnými přepážkami mezi pokoji z baryového betonu.

Pro zajímavost uvádím další možnost léčby. V Číně byla provedena studie, kdy byl osmi onkologicky nemocným pacientům (7 s papilárním karcinomem, 1 s folikulárním karcinomem ŠŽ) podán lék Sorafenib. U 50% byla léčba částečně účinná a u 8 pacientů z 5 dosáhla léčba trvalé reakce. Tento lék měl výborné výsledky v léčbě plicních metastáz, oproti metastázám v lymfatických uzlinách, avšak léčebná dávka přípravku Sorafenib byla příliš vysoká a u pacientů se objevila řada nežádoucích účinků, jako je např., průjem, ztráta hmotnosti, hypertenze. (24)

Dne 22. listopadu 2013, byl Sorafenib schválen vládou Spojených států amerických - FDA, Food and Drug administration (přeloženo jako ústav pro kontrolu jídla a léčiv) také jako lék pro léčbu karcinomu štítné žlázy a pro léčbu metastáz. Jeho účinek spočívá

ve snižování rychlosti růstu rakovinných buněk a v přerušení cévního zásobení, které umožňuje jejich růst.

V České republice se používá Nexavar, který obsahuje léčivou látku Sorafenib a to zejména pro léčbu hepatocelulárního karcinomu a k léčbě zhoubných nádorů v pokročilém stádiu.

## 5. ZÁVĚR

Snahou mé práce bylo přiblížit budoucím studentům tohoto oboru rozsah a náplň práce radiologického asistenta, při terapii karcinomu štítné žlázy a při léčbě tyreotoxikózy.

Při psaní této práce jsem pracovala s odbornou literaturou a v praktické části jsem popsala postupy vyšetření podle oddělení, na kterém jsem vykonávala svou odbornou praxi.

Jelikož je RA během své práce, především při komunikaci s pacienty, při nastavení pacienta k vyšetření a také při přípravě radiofarmak a likvidaci odpadů neustále vystavován ionizujícímu záření, považuji kapitolu o radiační ochraně, jako důležitou součást mé práce. RA si musí neustále uvědomovat přítomnost ionizujícího záření, tudíž by měl dobře znát metody radiační ochrany a měl by se jimi řídit, aby efektivně chránil sebe, ostatní spolupracovníky a životní prostředí.

Závěrem bych chtěla říci, že práce radiologického asistenta je velice zajímavá a různorodá. Nejen, že je RA zodpovědný za způsob a kvalitu vyšetření, ale díky své práci může být součástí různých lékařských studií a výzkumů.

## 6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. MERKUNOVÁ, Alena. *Základy funkční somatologie (fyziologie): poznámky k přednáškám*. Vyd. 2., dopl. Hradec Králové: Gaudeamus, 2007, 134 s. ISBN 978-80-7041-837-6.
2. KRAFT, Otakar a Jan PEKÁREK. *Radiofarmaka*. Vyd. 1. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Lékařská fakulta, 97 s. ISBN 978-80-7464-183-1.
3. KUPKA, K.; KUBINYI, J.; ŠÁMAL, M. a kol. *Nukleární medicína*. Praha : Nakladatelství P3K, 2007. ISBN 978-80-903584-9-2 2.
4. NĚMEC, Jan. *Léčba nemocí štítné žlázy radiojodem*. Vyd. 1. Praha: Avicenum, 1974, 178 s
5. ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 2*. 2. vyd. GradaPublishing, 2002, 470 s. ISBN 80-247-0143-X.
6. LÍMANOVÁ, Zdeňka, Jaroslava LÁŇKOVÁ a Václav ZAM,RAZIL. *Funkční poruchy štítné žlázy*, Berlin-chemie menarini, 2008, 13 s. ISBN 978-80-86998-24-2
7. BLÁHA, Václav. *Nukleární medicína*. 2., přeprac. vyd. Praha: Karolinum, 90 s. ISBN 80-718-4369-5.
8. KORANDA, Pavel, Miroslav MYSLIVEČEK a Václav HUŠÁK. *Nukleární medicína v endokrinologii a terapie otevřenými zářiči*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 80-244-0415-X.
9. NĚMEC, Jan, Miroslav MYSLIVEČEK a Václav HUŠÁK. *Nemoci štítné žlázy*. 1. vyd. Praha: Laguna, 2002, 36 s. Rady nemocným (Laguna). ISBN 80-859-5201-7.
10. LÍMANOVÁ, Zdeňka, Miroslav MYSLIVEČEK a Václav HUŠÁK. *Štítná žláza*. 1. vyd. Praha: Galén, c2006, 371 s. Trendy soudobé endokrinologie. ISBN 80-726-2400-8.
11. MYSLIVEČEK, Miroslav, Miroslav MYSLIVEČEK a Václav HUŠÁK. *Nukleární medicína*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007, 131 s. Trendy soudobé endokrinologie, sv. 2. ISBN 978-802-4417-233.
12. DIENSTBIER, Zdeněk a Jindřich BROUSIL. *Nukleární medicína*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1988, 217 s.

13. BAKOS, Karel a Václav HUŠÁK. *Nukleární medicína: učebnice pro střední zdravotnické školy, obor radiologický laborant*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1985, 293 s.
14. ČESKO. Vyhláška č.499/2005 Sb. o radiační ochraně. In: Sběrka zákonů. 2005, částka 174. Dostupné z [http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/vyhlaskey/307\\_po\\_novele.pdf](http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/vyhlaskey/307_po_novele.pdf).
15. 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: Sběrka zákonů. 2011, částka 40. Dostupné z: [www.komorazt.cz/./105-2011.pdf](http://www.komorazt.cz/./105-2011.pdf)
16. DOLEŽAL, Jiří. Fyzika [online]. 2013, 08. 10. 2013 [cit. 2014-03-09]. Dostupné z: <https://portal.upce.cz/portal/moje-studium/materialy.html>
17. ŠLAMPA, Pavel a Jiří PETERA. *Radiační onkologie*. Praha: Karolinum, c2007. ISBN 978-802-4614-434.
18. HUŠÁK, Václav. *Radiační ochrana pro radiologické asistenty*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009, 138 s. ISBN 978-80-244-2350-0.
19. VLČEK, Petr a Jan NEUMANN. *Karcinom štítné žlázy: pooperační sledování nemocných*. Praha: Maxdorf, 218 s. ISBN 80-859-1250-3.

#### Internetové zdroje:

20. [http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/MP\\_terapie\\_stitne\\_zlazy.pdf](http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/MP_terapie_stitne_zlazy.pdf)
21. <http://astronuklfyzika.cz/>
22. <http://www.internimediceina.cz/pdfs/int/2003/06/08.pdf>
23. [http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/vyhlaskey/307\\_po\\_novele.pdf](http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/vyhlaskey/307_po_novele.pdf)
24. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=radioactive+iodine+treatment+thyroid+cancer>

#### Zdroje obrázků:

- 1) ULLMANN, Vojtěch. Radioisotopová scintigrafie: Scintilační kamery. AstroNuklFyzika[online]. [cit. 2014-02-19]. Dostupné z <http://www.astronuklfyzika.cz/strana2.htm>

2) DOLEŽAL, Jiří. Fyzika [online]. 2013, 08. 10. 2013 [cit. 2014-03-09]. Dostupné z: <https://portal.upce.cz/portal/moje-studium/materialy.html>

Zdroje fotografií:

1. FNHK oddělení nukleární medicíny

## 7. PŘÍLOHY

**Příloha 1:** Informovaný souhlas pacienta/tky s léčbou radiojódem pro onemocnění štítné žlázy

**Příloha 2:** Průvodní dopis a pozvánka k léčbě radiojódem

**Příloha 3:** Informovaný souhlas pacienta/tky s aplikací radiofarmaka  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetát scintigrafickém vyšetření štítné žlázy

**Příloha 4:** Informovaný souhlas pacienta/tky s aplikací radiofarmaka  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI při scintigrafickém vyšetření štítné žlázy





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



## Informovaný souhlas pacienta/tky s léčbou radiojodem pro onemocnění štítné žlázy

Pacient/ka: .....  
příjmení jméno titul

Rodné číslo: ..... Pojišťovna: .....

Radiofarmakum:  $^{131}\text{I}$  (Jodid sodný)

Vážená paní, vážený pane,

na základě Vašeho zdravotního stavu doporučil Váš ošetřující lékař léčbu radiojodem při hospitalizaci na lůžkách odd. nukleární medicíny v rámci Integrovaného oddělení klinické onkologie (IOKO) FN Hradec Králové.

### Co je léčba radiojodem:

Radioaktivní izotop jodu ( $^{131}\text{I}$ ) je vychytáván ve štítné žláze, případně nádorech vycházejících ze štítné žlázy. Svým beta zářením ozáří cílovou tkáň s minimálním ozářením okolních zdravých tkání.

### Indikace léčby:

- 1) Onemocnění štítné žlázy nádorového původu (diferencovaný karcinom) – provádí se po chirurgickém odstranění nádoru a tkáně štítné žlázy. Podaný radiojod svým zářením odstraní případné pooperační zbytky funkční tkáně štítné žlázy, event. i metastázy nádoru kdekoliv v těle. Podání radiojodu lze v případě potřeby opakovat.
- 2) Zvýšená činnost štítné žlázy (hyperthyreosa) – léčba radiojodem je alternativou medikamentosní léčby nebo operace, hlavně bývá indikována při neúčinnosti či nesnášenlivosti léků nebo rizikivosti operace.
- 3) Zmenšení výrazně zvětšené štítné žlázy – provádí se hlavně u starších pacientů, kde chirurgické řešení je nemožné či rizikové.

### Alternativy léčby radiojodem:

U diferencovaných karcinomů štítné žlázy je chirurgický zákrok a podání radiojodu jediným správným postupem. U nenádorových onemocnění štítné žlázy je alternativou dlouhodobá, často trvalá medikamentosní léčba nebo operace.

### Kontraindikace léčby radiojodem:

Absolutní kontraindikací je těhotenství a kojení. Relativní kontraindikací je neschopnost udržet moč, dále věk pod 30 let (u nenádorových onemocnění).

### Režim před podáním radiojodu:

Před plánovanou léčbou radiojodem musí pacient omezit příjem jodu v jakékoliv podobě, nesmí podstoupit rtg vyšetření s jodovou kontrastní dávkou a užívat léky či potravinové doplňky s jodem. O potřebě a době vysazení dalších léků Vás poučí ošetřující lékař (nejčastěji endokrinolog).

### Postup při léčbě radiojodem:

Léčba se provádí při hospitalizaci na speciálních jednolůžkových pokojích s odpady napojenými do vymíracích jímek. Po přijetí Vám bude provedeno vždy vyšetření krve, dále obvykle akumulací test jodu ve štítné žláze, scintigrafie a ultrazvukové vyšetření krku. Následně se podá ústy radiojod ve formě želatinových kapslí nebo roztoku. Doba hospitalizace je obvykle 5-8 dní, propuštění závisí na zbytkové radioaktivitě v těle. U pacientů léčených pro nádor se před propuštěním provede ještě celotělové zobrazení distribuce radiojodu pomocí gamakamery.

### **Možné komplikace a rizika:**

Vedlejší účinky léčby se vyskytují u menšího procenta pacientů léčených vyššími dávkami radiojodu. Může dojít k otoku a bolestivosti v oblasti štítné žlázy a slinných žláz, přechodnému nedostatku slin, přechodné ztrátě či změně chuti, zažívacím obtížím. Při opakované léčbě může dojít u mužů k přechodnému mírnému poklesu tvorby spermií, u žen k přechodnému snížení funkce vaječníků.

Ženám v reprodukčním věku se doporučuje odložit těhotenství na jeden rok od léčby, u mužů odložit početí dítěte na min. 4 měsíce od léčby.

### **Omezení vedlejších účinků léčby:**

Během hospitalizace se doporučuje více pít, cucat kyselé bonbony a častěji močit.

### **Režim při hospitalizaci:**

Po podání radiojodu se pacient vrací na pokoj, který neopouští a kde jsou zakázány návštěvy. Opustit pokoj může až po souhlasu ošetřujícího lékaře. Radiojod se z těla vylučuje převážně močí, v malé míře i stolicí, potem a slinami, proto pacient používá během hospitalizace jen WC, umyvadlo a sprchu ve svém pokoji a používá ústavní prádlo.

### **Režim po propuštění z nemocnice:**

Po dobu 10 dnů od propuštění je třeba dodržovat následující pokyny:

- Nepohybovat se, nesedět a nespát v blízkosti jiných osob doma i na veřejnosti, dodržovat odstup alespoň jeden metr.
- Důsledně se vyhýbat blízkému kontaktu s malými dětmi a těhotnými ženami, nezdržovat se s nimi v jedné místnosti.
- Pokud možno spát v místnosti sám.
- Omezit cesty veřejnými dopravními prostředky na minimum, nenavštěvovat místa kde je shromážděno více lidí (kino, divadlo apod.)
- Dodržovat osobní hygienu při použití WC, po použití 2x spláchnout, pečlivě si mýt ruce, denně se sprchovat, používat pouze svůj ručník a své ložní prádlo. Spodní prádlo prát odděleně.
- Pít hodně tekutin.

### **Pokud jste plně nepochopili textu, požádejte svého lékaře o vysvětlení.**

Byl/a jsem srozumitelně seznámen/a s mým zdravotním stavem a s jeho možným vývojem. Byl/a jsem poučen/a o možnostech vyšetření a léčby. Byly mi zodpovězeny všechny mé otázky, a to srozumitelně, včetně všech rizik či komplikací. Prohlašuji, že jsem shora uvedenému poučení a informacím plně porozuměl a **výslovně souhlasím s navrhovanou zdravotní péčí a s provedením konkrétně uvedených zdravotních výkonů.** Prohlašuji, že v případě výskytu neočekávaných komplikací vyžadujících neodkladné provedení dalších zákroků nutných k záchraně života nebo zdraví souhlasím, aby byly provedeny veškeré další potřebné a neodkladné výkony nutné k záchraně života nebo zdraví. Prohlašuji, že jsem lékařům nezamlčel/a žádné údaje o svém zdravotním stavu, mně známé, které by mohly nepříznivě ovlivnit moji léčbu nebo ohrozit mé okolí, zejména rozšířením přenosné choroby.

V Hradci Králové dne .....v.....hod .

.....  
Podpis pacienta/ky

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

– jmenovka a podpis: .....

**FAKULTNÍ NEMOCNICE**  
**IV. INTERNÍ HEMATOLOGICKÁ KLINIKA, SOKOLSKÁ 581**  
**500 05 HRADEC KRÁLOVÉ**

Přednosta kliniky : Prof. MUDr. Jaroslav Malý, CSc.  
tel. 495832686, fax. 495832011, email: [malv@fnhk.cz](mailto:malv@fnhk.cz)

---

V Hradci Králové dne

2012

Vážená paní (pane),

Váš ošetřující lékař Vám doporučil léčbu pomocí radiojódů.  
K přijetí jste objednan na den..... Dostavte se v uvedený den na  
ambulanci oddělení nukleární medicíny v přízemí pavilonu č.23 FNHK  
nejpozději do 9.00hod.

Po registraci budete přijat(a) na lůžkové oddělení endokrinologie a klinické  
onkologie ve 2.nadzemním podlaží téže budovy.

Hospitalizace probíhá na jednolůžkových pokojích, součástí je WC, sprcha,  
telefon, televize, připojení na internet. Pro přijetí si s sebou vezměte obuv na  
přezutí, toaletní potřeby, papírové kapesníky, knihu, časopisy, pletení aj...  
Doporučujeme si s sebou vzít dostatek tekutin z důvodu zvýšeného pitného  
režimu po aplikaci radiojódů. Nenoste prosím žádné prádlo na přestrojení,  
ručníky a žínky – vše v dostatečné míře obdržíte zde.

Délka hospitalizace je 5-8 dní.

Vzhledem k tomu, že po terapii radiojódem dle radiohygienických předpisů  
není možné cestovat prostředky veřejné hromadné dopravy, **zajistěte si prosím  
individuální odvoz** příbuznými či známými ( přesný termín bude včas  
oznámen.)

**V případě, že užíváte Carbimazol, Thyrozol, nebo Propycil vezměte si  
poslední dávku v pátek večer před přijetím, v sobotu a v neděli již ne.  
Euthyrox, Letrox nebo L-thyroxin vysad'te 4-6 týdnů předem (tak jak Vám  
bylo doporučeno).**Ostatní léky, které užíváte si přineste s sebou v originálním  
balení. V den příjmu dle stravovacího řádu FNHK dostanete pouze polévku  
večeři již celou.

V případě nejasností nebo nevyhovujícího termínu prosím kontaktujte registr na  
níže uvedeném čísle.

Přejeme Vám příjemný pobyt a bezproblémovou léčbu.

Prof. MUDr. Horáček Jiří, CSc.  
Vedoucí tyroidální jednotky  
II. interní klinika FNHK  
Email: [horacek@fnhk.cz](mailto:horacek@fnhk.cz)

Vladislava Propilková  
registr léčby radiojódem  
tel. 495834676. 498346 77



Fakultní nemocnice, Sokolská 581, 500 05 Hradec Králové - Nový 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 štítné žlázy**

**Radiofarmakum:** **<sup>99m</sup>Tc-pertechnetát**

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 .....

Dle anamnestických údajů:      Gravidita: ANO      NE                      Kojení: ANO      NE

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

– jmenovka a podpis: .....



Fakultní nemocnice, Sokolská 581, 500 05 Hradec Králové - Nový 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:** Celotělová scintigrafie s  $^{99m}\text{Tc}$  MIBI

**Radiofarmakum:**  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI

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 .....

Dle anamnestických údajů:      Gravidita: ANO      NE              Kojení: ANO      NE

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

– jmenovka a podpis: .....