Univerzita Pardubice

Fakulta zdravotnických studií

Úloha radiologického asistenta při vyšetření štítné žlázy v nukleární medicíně

Jitka Beňová

Bakalářská práce

2013

Prohlašuji:

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

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

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích 1.5.2013

.....

vlastnoruční podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu své bakalářské práce, Ing.Jiřímu Kulířovi, za cenné rady, neutuchající ochotu a trpělivost při řešení problémů spjatých s tvorbou této práce.

Další velké díky patří mé rodině, a to za podporu nejen během celého studia na vysoké škole.

ANOTACE

Bakalářská práce se zabývá úlohou radiologického asistenta při vyšetření a následné léčbě onemocnění štítné žlázy. Je zaměřena na popis anatomie a fyziologie štítné žlázy a uvádí častá onemocnění štítné žlázy. Zaměřuje na náplň práce radiologického asistenta na oddělení nukleární medicíny, jeho asistenci při přípravě a provádění následných vyšetřovacích metod užívaných při léčbě onemocnění štítné žlázy.

KLÍČOVÁ SLOVA

Radiologický asistent, štítná žláza, radiofarmaka, ionizující záření

TITLE

This thesis examines the role of radiology assistant in examination and treatment of thyroid disease. It focuses on the description of the anatomy and physiology of toroid gland and named frequent disease of the thyroid gland. It also focuses on job description of radiology assistant in the department of nuclear medicine and his assistance in the preparation and implementation of monitoring methods used in treatment of thyroid disease.

KEY WORDS

Radiology Assistant, the thyroid gland, radiopharmaceuticals, ionizing radiation

Obsah

1. ÚVOD 11
2. ŠTÍTNÁ ŽLÁZA 12
   2.1 ANATOMIE ŠTÍTNÉ ŽLÁZY 12
   2.2 FYZIOLOGIE ŠTÍTNÉ ŽLÁZY 13
3. ONEMOCNĚNÍ ŠTÍTNÉ ŽLÁZY 15
   3.1 STRUMA 15
      3.1.1 Nodonózní struma 15
      3.1.2 Difúzní struma 16
   3.2 TYREOTOXIKÓZA 16
      3.2.1 Léčba 16
   3.3 HYPOTYREÓZA 17
      3.3.1 Hypotyreóza centrální 17
      3.3.2 Hypotyreóza periferní 17
      3.3.3 Léčba 17
   3.4 NÁDORY ŠTÍTNÉ ŽLÁZY 18
      3.4.1 Folikulární nádory 18
      3.4.2 Parafolikulární nádory 18
4. SCINTIGRAFIE 20
   4.1 DRUHY SCINTIGRAFICKÝCH ZOBRAZOVACÍCH SYSTÉMŮ 20
   4.2 SCINTIGRAFIE ŠTÍTNÉ ŽLÁZY 21
      4.2.1 Příprava pacienta před scintigrafií 21
      4.2.2 Provedení vyšetření 21
5. AKUMULAČNÍ TEST ^{131}I VE ŠTÍTNÉ ŽLÁZE 24
   5.1 PROVEDENÍ VYŠETŘENÍ 24
6. RADIOFARMAKA 25
   6.1 VÝROBA RADIONUKLIDŮ 25
   6.2 TVORBA LÉKOVÉ FORMY RADIOFARMAK 26
   6.3 ZÁSADY VÝROBY RF 27
7. RADIOLOGICKÝ ASISTENT 28
   7.1 RADIOLOGICKÝ ASISTENT NA NUKLEÁRNÍ MEDICÍNĚ 30
8. RADIAČNÍ OCHRANA 31
   8.1 LIMITY OZÁŘENÍ 32
      8.1.1 Limity obecné 32
      8.1.2 Limity pro radiační pracovníky 32
      8.1.3 Limity pro učně a studenty 32
   8.2 PÁSMA 32
      8.2.1 Sledované pásmo 32
      8.2.2 Kontrolované pásmo 33
9. PRAKTICKÁ ČÁST 34
   9.1 CÍL 34
   9.2 ÚLOHA RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA NA NUKLEÁRNÍ MEDICÍNĚ 34
   9.3 ÚLOHA RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA PŘI AKUMULAČNÍM TESTU S ^{131}I 35
   9.4 ÚLOHA RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA PŘI SCINTIGRAFII ŠTÍTNÉ ŽLÁZY 37
   9.5 NUKLEÁRNÍ MEDICÍNA V ČÍSLECH 40
10. DISKUZE 43

11. ZÁVĚR 44
12. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 45
13. SEZNAM PŘÍLOH 47

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

Obr. 1 Měřící sonda ……..30
Obr. 2 Měření impulzů v oblasti štítné žlázy ……31
Obr. 3 Měření impulzů radioaktivního pozadí pacienta…….31
Obr. 4 Měření na fantomu …….32
Obr. 5 Kapsle radiojódu v olověném stínění……..33
Obr. 6 Plastová kulička pro značení prostorové orientace ……34
Obr. 7 Značení kuličky malým množstvím radioaktivní látky……..34
Obr. 8 Značení kuličky ……..34
Obr. 9 Poloha pacienta při scintigrafii štítné žlázy ……35
Obr. 10 poloha pacienta při scintigrafii štítné žlázy ……..35
Obr. 11 Scintigram zdravé štítné žlázy ……..36
Obr. 12 Digestoř pro přípravu radiofarmak ……36
Tab.1 Radiační zátěž pacienta…….39
Tab. 2 Tabulka o počtu RA……..38

SEZNAM ZKRATEK

ŠŽ – Štítná žláza

RA – Radiologický asistent

SZO – Světová zdravotnická organizace

TSH - Tyrotropin

CNS – Centrální nervová soustava

RF - Radiofarmakum

NM – Nukleární medicína

T3 - Trijódtyronin

T4 - Tyroxin

ACTH - Adrenokortikotropní hormon

Tc - Technecium

mSv - Milisievert

MBq - Megabequerel

Rb - Rubidium

Kr - Krypton

Sr - Stroncium

U - Uran

In - Indium

Ga - Gallium

F – Fluor

Mo - Molybden

1. ÚVOD

Radiologický asistent je nelékařský zdravotnický pracovník, jenž nachází své uplatnění v oborech radiodiagnostiky, radioterapie a nukleární medicíny. Činnost těchto oborů je založena na velmi složité a drahé přístrojové technice, se kterou radiologický asistent pracuje buď samostatně, nebo ve spolupráci s lékařem.

Náplň práce radiologického asistenta spočívá zejména v provádění radiologických zobrazovacích i kvantitativních postupů, aplikace ionizujícího záření prováděné z léčebných důvodů a specifické ošetřovatelské péče poskytované v souvislosti s radiologickými výkony.

Odborná způsobilost k výkonu povolání radiologického asistenta je získávána po ukončení akreditovaného bakalářského studia studijního oboru radiologický asistent nebo tříletého studia v oboru diplomovaný radiologický asistent na vyšších zdravotnických školách. K 31.12.2012 je registrováno 3700 radiologických asistentů.

Moje práce se bude zabývat hlavně úlohou radiologického asistenta na nukleární medicíně při vyšetřeních štítné žlázy. Práce je rozdělena na část teoretickou a praktickou. V začátku se budu zabývat anatomii a fyziologií štítné žlázy, v dalších kapitolách popíši základní onemocnění štítné žlázy, samotná vyšetření, úlohu radiologického asistenta při provádění vyšetření a radiofarmaka používaná k vyšetření a léčbě.

V praktické části jsou popsána jednotlivá vyšetření a, jejich průběh, který pro lepší pochopení dokládám fotodokumentací.

Cílem mé bakalářské práce je shrnout poznatky týkající se náplně práce radiologického asistenta při vyšetření štítné žlázy, samotné vyšetřením a léčba onemocnění štítné žlázy.

2. ŠTÍTNÁ ŽLÁZA

2.1 Anatomie štítné žlázy

Štítná žláza (dále také ŠŽ) je žláza s vnitřní sekrecí uložená v přední části krku na úrovni obratlů C5-Th1. Má motýlovitý tvar a skládá se ze dvou laloků, které spojuje isthmus. Isthmus je přibližně čtvercový a je uložen na přední straně trachey. Žlázu obalují dvě jemná vazivová pouzdra: Povrchové pouzdro (tzv. capsula externa), které pevně přilíná ke žláze a zevní vazivové pouzdro (tzv. capsula propria), také bývá nazýváno nepravé nebo chirurgické, vybíhá do septa a dělí žlázu na lalůčky. Štítná žláza je upevněna na svém místě jemnými vazivovými pruhy mezi vlastním pouzdrem a nepravým pouzdrem. Mezi pouzdry procházejí cévní pleteně a spojení s tracheou a laryngem. Laloky jsou oválného tvaru o velikosti asi 2,5x4-5x1-1,5 cm, pravý lalok bývá větší než levý. Velikost štítné žlázy je závislá na příjmu jódu, na stáří a na tělesné hmotnosti. Váha žlázy značně kolísá, zpravidla nepřesahuje 20 gramů. Zdravá štítná žláza se přizpůsobí svému okolí tak, že její kontura na krku není viditelná. Při zvětšení se štítná žláza nejčastěji propadá dolů, někdy až k oblouku aorty, výjimečně potom vzad směrem k páteři.

Štítná žláza je neobyčejně dobře prokrvený orgán. Arteriální zásobení obstarávají dva páry arterií, a. thyreoidea superior z a. carotis externa a a. thyreoidea inferior z a. subclavia. Žilní systém se sbíhá do pletení mezi povrchovým a nepravým pouzdrem a odtok se uskutečňuje v. thyreoidea.

Štítná žláza se sestává z uzavřených váčků, folikulů, které jsou vyplněny koloidem a vystlány jednovrstvým epitelem, který je krychlový, cylindrický nebo také plochý. Výška epitelu folikulů je jedním z nejlepších ukazatelů aktivity štítné žlázy. Je to metoda k určování aktivity štítné žlázy v různých podmínkách prostředí, jako je teplota, nadmořská výška apod. V klidovém stavu kolísá výška epitelu od epitelu plochého až po cylindrický. Vetší folikuly mají nižší epitel a menší folikuly mají vyšší epitel. Další typ buněk, které tvoří ŠŽ, jsou buňky parafolikulární. Mají menší počet než buňky folikulární a patří do endokrinního systému.

Štítná žláza má specifickou schopnost shromažďovat jód v neobyčejně vysoké koncentraci, a to již anorganický. Za normálních okolností přemění jistou část zachyceného jódu v jód organický, který je součástí bílkoviny koloidu, tj. tyreoglobulin. Tyreoglobulin má již účinek hormonu. Z koloidu se jód dostává do krve. Tyreoidální funkce je závislá na

uvolňování hypotalamického hormonu Tyreotropinu (TSH). Tyreostimulační hormon, nebo-li tyreotropin, je glykoprotein, produkovaný a vylučovaný tyreotropními buňkami adenohypofýzy. TSH usměrňuje růst lymfocytů, dozrávajících v brzlíku a syntézu a sekreci hormonů štítné žlázy. TSH stimuluje všechny fáze jódového metabolismu, od zvýšeného jódidového vychytávání a transportu až po zvýšenou jódaci tyreoglobulinu a zvýšenou sekreci tyreoidálních hormonů. Syntéza T4 a T3 se uskutečňuje v tyreoglobulinu na rozhraní buňky a koloidu.

Dalšími důležitými orgány jsou dva páry příštítných tělísek, jež se obvykle nacházejí na horním a středním laloku štítné žlázy na zadní straně. Každé tělísko je obaleno pouzdrem z kolagenního vaziva. Parenchym je uspořádán do trámčitého epitelu, ve kterém nacházíme buňky hlavní. Tyto buňky produkují parathormon, který zvyšuje hladinu vápenatých iontů v krvi. (1, 2, 9, 10)

2.2 Fyziologie štítné žlázy

Štítná žláza produkuje hormony tyroxin (T4) a trijódtyronin (T3). Hormony jsou vázané v podobě tyreoglobulinu uvnitř sekrečních folikulů žlázy, uvolňují se podle potřeby a následně se vylučují do krve. Pro správnou tvorbu hormonů je nezbytné, aby štítná žláza měla dostatečný přísun jódu, který získává z krevní plazmy. Jedním z mnoha zdrojů jódu je mořská sůl, dále např. ryby. Jeho obsah je i v mateřském mléce, v době těhotenství tedy potřeba jódu výrazně stoupá. Řízení sekrece hormonů štítné žlázy má za úkol složitá zpětná vazba.

Parenchym žlázy je tvořen folikuly obsahující tyreoglobulin, který slouží jako zásobní forma štítné žlázy – trijódtyroninu (T3) a tyroxinu (T4). Štítná žláza obsahuje jak folikulární, tak i parafolikulární buňky, které produkují peptidový hormon kalcitonin, který slouží k regulaci metabolizmu vápníku. Vlastním účinným hormonem je T3, který může vznikat ve žláze nebo odštěpením jódu z T4 ve tkáních. Sekrece hormonů štítné žlázy je regulována pomocí TSH hormonu, který stimuluje jejich produkci, nadbytek T3 v hypofýze snižuje pomocí TSH, proto jsou hormony za normálních okolnosti udržovány v potřebném množství. Hormon T4 je zásobní formou v krvi a přeměňuje se na T3 v játrech a ledvinách. Tyreoidální hormony mají vliv na: zvýšení spotřeby kyslíku a tvorby tepla v tkáních, orgánové specifické účinky, jako jsou zvýšení tepové frekvence a krevního tlaku, dále urychlují gastrointestinální motilitu, zvyšují citlivost tkání k jiným hormonům – inzulinu, jsou důležité pro růst a zrání

mozku, kostí a reprodukčních orgánů během nitroděložního vývoje i po narození, také zvyšují nervosvalovou dráždivost. (2, 3, 10)

3. ONEMOCNĚNÍ ŠTÍTNÉ ŽLÁZY

3.1 Struma

Difúzní prostá struma je časté a nepříliš závažné zvětšení štítné žlázy, které může být viditelné a hmatné. Může být důsledkem nedostatku jódu v potravě, zánětem ŠŽ nebo jako prvotní ukazatel nádoru ŠŽ. Dříve se struma hodnotila dle aspekce a palpace a také podle kritérií Světové zdravotnické organizace (dále také SZO) takto:

0 – štítná žláza není viditelná a hmatná

1A – struma je hmatná a viditelná pouze při záklonu hlavy

1B – struma je hmatná a viditelná při běžném postavení hlavy

2 – struma je hmatná a viditelní na vzdálenost několika metrů

Nové doporučení je dle SZO zjednodušená klasifikace:

0 – struma není hmatná ani viditelná

1 – struma je hmatná nebo viditelná nebo obojí

Klasifikace nezahrnuje, zda je struma difúzní nebo nodózní.

3.1.1 Nodonózní struma

Toto onemocnění se častěji vyskytuje u žen. Při onemocnění nodonózní strumy jsou přítomné uzle, které jsou hmatné při palpaci nebo se zjistí při ultrazvukovém vyšetření. S přibývajícím věkem přibývá i množství uzlů. U uzlů se musí posoudit jejich velikost, počet a struktura. Důležitý je včasný nález uzlů, které by mohly být zdrojem nádorového bujení. K tomu se nejčastěji užívá biopsie tenkou jehlou pod ultrazvukovou kontrolou. Dále se řeší buď operativní řešení, nebo sledování. Nodonózní struma je typická v oblastech s nedostatkem jódu v potravě.

3.1.2 Difúzní struma

U difúzní strumy dochází ke zvětšení laloku nebo celé štítné žlázy. Často bývá postižen isthmus štítné žlázy. Hlavní příčinou bývá zvýšená stimulace štítné žlázy pomocí TSH při nízké hladině hormonů ŠŽ. (1, 2, 9, 10)

3.2 Tyreotoxikóza

Klinický syndrom vzniká na základě hypertyreózy, což znamená, že dochází ke zvýšené funkci ŠŽ a k nadměrnému zásobení organismu tyreoidálními hormony. Tyreotoxikóza není jednotné onemocnění, zahrnuje více typů onemocnění, které se liší klinickým obrazem a příčinou. Do skupiny onemocnění patří toxický adenom, hyperfunkční struma, funkčně aktivní metastázy karcinomu ŠŽ nebo adenom hypofýzy. Nejčastěji je způsobena autoimunitním onemocněním, a to Graves – Basedowovou nemocí. Onemocnění je popsané jako tvorba protilátek proti TSH – receptoru, který se nachází na povrchu folikulárních buněk ŠŽ. Tyto autoprotilátky reagují podobně jako TSH, proto dochází k růstu ŠŽ, neregulované funkci ŠŽ a k nadbytku tyreoidálních hormonů. Onemocnění častěji postihuje ženy zejména mladšího věku a je doprovázeno jedním z hlavních příznaků hypermetabolismem. Hypermetabolismus postihuje celý organismus. Příznaky se projevují na očích, jedná se například o zvýšený lesk, edém víček, slzení, dále na jazyku, ten je dále hladký a červený, dochází ke zvýšenému růstu ochlupení, padání vlasů, zvýšenému pocení, zhoršení kvality nehtů, vznik tachykardií nebo se také objeví gynekologický problém (jako například anemorea, sklon k abortům nebo zkrácení menstruačního cyklu).

3.2.1 Léčba

Terapie onemocnění spočívá v podávání tyreostaticích preparátů, zlikvidování hypermetabolismu a definitivní terapii, která má za úkol vyřešit situaci dlouhodobě. Pokud po ukončení léčby přetrvává hyperfunkce, dochází k operativnímu řešení. Operativní odstranění se řeší i u osob, které jsou léčené vysokými dávkami tyreostatik, u osob netolerující tyreostatickou léčbu nebo u žen plánujících graviditu.

3.3 Hypotyreóza

Je definována nedostatečným zásobením organismu hormony ŠŽ. Dochází ke snížené funkci ŠŽ. Dle V. Zamrazila se hypotyreóza dělí na dvě základní skupiny:

3.3.1 Hypotyreóza centrální

Je méně častá než forma periferní. Příčinou vzniku bývá deficit TSH, postižení hypofýzy nebo hypotalamu expanzivním procesem (adenom hypofýzy), záněty centrální nervové soustavy (dále také CNS), krvácení do hypofýzy. Jelikož se jedná o onemocnění hypofýzy, které následně vede k postižení ŠŽ, příznaků se projeví mnohem více, nejen ty typické pro onemocnění ŠŽ. Například to mohou být poruchy gonadální (př. Amenorea, sterilita), v pokročilejší fázi porucha činnosti nadledvin, protože hypofýza má větší rezervu pro ACTH než pro TSH. Centrální hypotyreóza není obvykle tolik nápadná, protože chybějí typické kožní znaky, jako je například myxedém. Terapie spočívá v doplnění tyreoidálních hormonů.

3.3.2 Hypotyreóza periferní

Vzniká při zachování hypothalamo – hypofyzárního systému, kdy je porucha ve ŠŽ. Hlavní příčinou bývá chronická autoimunitní tyreoiditida, destrukce žlázy po ozáření krku nebo po tyreoidektomii. Objektivně se příznaky projevují zpomalením při pohybu, při řeči, paměti. Terapie spočívá též v podávání tyreoidálních hormonů.

3.3.3 Léčba

Léčba spočívá v dostatečném přívodu hormonů štítné žlázy. Při dodržování léčby se stav štítné žlázy zlepšuje, ale doplňování hormonů je většinou doživotní, protože snížená funkce ŠŽ je ve většině případů trvalá. (1, 2, 9, 10)

3.4 Nádory štítné žlázy

3.4.1 Folikulární nádory

Nádory štítné žlázy jdou relativně častým onemocněním. Každý uzel totiž můžeme pokládat za benigní nádor. Většina nádorů se tvoří z folikulárního epitelu a děli se na:

3.4.1.1 folikulární karcinom

- může vznikat z benigního adenomu malignizací. Metastazuje do plic, kostí a CNS. Prognóza závisí na stupni diseminace. U vzdálených metastáz je prognóza méně příznivá.

3.4.1.2 Papilární karcinom

- je nejčastější karcinom štítné žlázy. Je typický i pro mladší věkové skupiny. Karcinom se většinou manifestuje jako uzel, někdy může být odhalen díky metastázám. Metastazuje do lymfatických uzlin a vzdálené metastázy se mohou nacházet v plicích. Prognóza se s nízkým věkem pacienta zlepšuje.

3.4.1.3 Anaplastický karcinom

- anaplastický karcinom se řadí mezi nejagresivnější nádory. Vyskytuje se ve dvou variantách vřeteno-buněčný a obrovsko-buněčný. Obě varianty rychle rostou a rychle metastazují, neakumuluje radiojód. Většinou se vyskytuje u starších osob.
- Lymfom štítné žlázy
- Obvykle vzniká kvůli chronické tyreoiditidě, rychle roste, častěji postihuje ženy s dlouhodobě probíhajícím autoimunitním zánětem štítné žlázy.

3.4.2 Parafolikulární nádory

- Medulární karcinom – vnik z parafolikulárních buněk, které se nepodílejí na metabolizmu jódu, ale regulují metabolismus vápníků pomocí hormonu kalcitoninu.

Metastazuje do lymfatického systému a vzdáleně do plic a kostí. Medulární karcinom je agresivnější než folikulární nádory a může být dědičný.

Karcinomy ŠŽ se vyskytují ve všech věkových kategoriích. (1, 2, 9, 10)

4. SCINTIGRAFIE

Scintigrafie je zobrazovací metoda, kdy do těla aplikujeme vhodnou látku obsahující radionuklid. Po vstupu do organismu se látka distribuuje ve tkáních dle farmakokinetiky daného radiofarmaka. Dojde k zobrazení distribuce radionuklidu v organismu pomocí zevní detekci vycházejícího záření gama. Poruchy funkce můžeme tedy pomocí scintigrafického zobrazení lokalizovat a kvantifikovat.

4.1 Druhy scintigrafických zobrazovacích systémů

Dle času

- Statická scintigrafie – dochází k tvorbě jednoho či více scintigrafických obrazů vyšetřované oblasti. Může se provádět snímání téhož místa z různých projekcí nebo se může snímat několik různých míst organismu.
- Dynamická scintigrafie – jedná se o sérii statických snímků vyšetřované oblasti, která se snímá postupně v různých za sebou jdoucích časových intervalech. Snímky pak při promítnutí vzbuzují dojem plynulého obrazu. Dynamická scintigrafie pomáhá k vizuální kontrole pohybu a časové změně distribuce radiofarmaka v organismu. Pomocí této metody se mohou také vytvářet příslušné dynamické křivky a stanovovat funkční parametry jednotlivých orgánů.

Dle prostoru

- Planární scintigrafie – dochází k detekci záření a k zobrazení distribuce radiofarmaka do dvojrozměrné zobrazovací roviny.
- Tomografická scintigrafie – Zobrazí prostorově trojrozměrný obraz. Jedná se o SPECT (jednofotonová emisní počítačová tomografie), kde dochází k tvorbě série planárních obrazů vyšetřovaného místa, snímaných pod mnoha různými úhly detektorem gamakamery obíhající kolem pacienta. Pomocí počítačové rekonstrukce se z obrazů vytvářejí tomografické obrazy příčných řezů vyšetřovaných objektů a PET (pozitronová emisní tomografie), při kterém je do těla vpraven pozitronový beta zářič. Ten emituje pozitrony, které anihilují s elektrony za vzniku dvou fotonů vylétávajících do opačných směrů a vzniká anihilačního záření o energii 511 keV.

Za pomocí počítačové rekonstrukce se vytvoří tomografické obrazy příčných řezů vyšetřované oblasti. (6, 7, 8, 11)

4.2 Scintigrafie štítné žlázy

Indikací ke scintigrafii štítné žlázy je nejčastěji průkaz funkční anatomie. Především se jedná o diagnostiku hypertyreózy. Dále to pak mohou být diferenciální diagnostika mediastinální masy např. retrosternální struma, určení funkčního stavu uzlů.

Pacient přichází na oddělení nukleární medicíny s žádankou od lékaře. Radiologický asistent (dále RA) ji přijímá a kontroluje údaje o pacientovi a název vyšetření.

4.2.1 Příprava pacienta před scintigrafií

Indikující lékař seznámí pacienta s přípravou a RA před zahájením vyšetření předá pacientovi k podpisu souhlas k provedení vyšetření. Vysvětlí, jak bude vyšetření probíhat, informuje o délce vyšetření a jaké má vyšetření význam. Zkontroluje, zda pacient dodržel přípravu, která mu byla sdělena lékařem. Povinnost RA spočívá v zajištění čistoty lůžka, na které bude pacienta ukládat, dohlíží na správné provedení vyšetření a v neposlední řadě dbá na slušné a příjemné vystupování profesionální úrovně.

Pacient musí před scintigrafií vypustit nebo omezit přísun jódu v potravě. Přeruší užívání léků, které ovlivňují záchyt radiofarmaka ve štítné žláze. Vysadí tyroxin a trijódtyronin na 6 týdnů. Dva týdny nebude konzumovat potraviny s obsahem jódu. Pacient nesmí projít vyšetřením, kde se používají jódové kontrastní látky. Omezení přisunu jódu do organismu je z důvodu zablokování štítné žlázy, jelikož buňky štítné žlázy by se zaplnily neaktivním jódem. Podané radiofarmakum by se tak nedostatečně vychytávalo ve štítné žláze, což by vedlo k nekvalitnímu zobrazení.

4.2.2 Provedení vyšetření

Jako radiofarmakum RA použije ^{99m}Tc – pertechnetát disodný nebo ^{123}I – jódid sodný. Aplikujícím odborníkem radiofarmaka je lékař, RA mu při aplikaci asistuje.

- ^{99m}Tc – pertechnetát disodný

Jeho poločas rozpadu je 6 hodin a aplikovaná aktivita činí 185 MBq i.v. Po aplikaci je pertechnetát rychle zachytáván ve štítné žláze, ale není inkorporován do hormonů štítné žlázy. Statická scintigrafie se provádí za 15 – 30 minut po aplikaci kolimátorem pinhole. Hlavním účelem kolimátoru pinhole je schopnost zvětšit obraz poměrně malé štítné žlázy na co nejvíc užitnou plochu detektoru kamery. Dalším důvodem je dosažení dobré rozlišovací schopnosti. RA uloží pacienta do vyšetřovací polohy vleže na zádech, a délka snímkování trvá 20 – 45 minut z přední a přední šikmé projekce. Šikmé obrazy jsou prováděny kvůli lepšímu náhledu do jednotlivých laloků.

- ^{123}I – jódid sodný

Poločas rozpadu je 13 hodin a aplikovaná aktivita je 185 MBq i.v. Jódid sodný je rychle vychytáván ve štítné žláze a následně je vázán na tyreoglobulin. Statická scintigrafie se provádí v přední projekci s kolimátem pinhole za 30 minut po aplikaci radiofarmaka. RA uloží pacienta do polohy vleže na zádech.

Normální nález na scintigrafických snímcích je zobrazen jako uniformní distribuce radiofarmaka, štítná žláza je symetrická motýlovitého tvaru.

U scintigrafie je také důležité posoudit dolní okraj štítné žlázy, aby nepřesahoval do mediastina. Retrosternální lokalizace může být fyziologicky patrná u starších osob, protože závěsný aparát povoluje.

Patologický stav můžeme poznat ve snížené či zvýšené akumulaci radiofarmaka nebo ve velikosti žlázy. Graves – Basedowova choroba se zobrazí jako vysoká akumulace radiofarmaka. Naopak zmenšená štítná žláza se zobrazí např. u pacientů po strumektomii nebo u pacientů při zvýšené činnosti štítné žlázy. Nerovnoměrné rozložení radiofarmaka je příznak patologický a příčinou bývá často uzlová struma.

Za kvalitu zobrazovacího vyšetření a provedení správného postupu nese odpovědnost RA. (4, 6, 7, 8)

Radiační zátěž

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou radiofarmaka (MBq). [1]

[1] Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky 2007, *Standardy zdravotnické péče „národní radiologické standardy – diagnostické a léčebné metody v nukleární medicíně“,* str.76

Tab. 1

Scintigrafie štítné žlázy $^{99m}TcO_4$		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,057 horní část tlustého střeva	0,013
Děti 5 let	0,14 horní část tlustého střeva	0,042

Scintigrafie štítné žlázy ^{123}I jodid (při 35% akumulaci jodidu ve štítné žláze		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	4,5 štítná žláza	0,22
Děti 5 let	23 štítná žláza	1,1

5. AKUMULAČNÍ TEST ^{131}I VE ŠTÍTNÉ ŽLÁZE

Indikace pro provedení testu je zjištění kinetiky jódu ve štítné žláze, které předchází terapii radiojódem. Další indikací může být diagnostika subakutní tyreoiditidy. Test slouží pro výpočet terapeutické dávky jódu

5.1 Provedení vyšetření

Před zahájením vyšetření radiologický asistent poučí pacienta o průběhu vyšetření, dá mu k podpisu informovaný souhlas a zodpoví případné pacientovi dotazy. Radiologický asistent připraví dva roztoky o aktivitě 37kBq. První roztok pacient vypije. Po požití se ^{131}I ukládá do folikulárních buněk štítné žlázy a dále se včleňuje do hormonů T3 a T4. Druhý roztok RA umístí do plastové lahvičky do fantomu simulujícího štítnou žlázu a okolní tkáně krku. Poté za 24 hodin měří četnost impulzů nad štítnou žlázou za pomocí kolimované detekční jednotky u pacienta i u fantomu. Výsledek je vyjádřen v procentech. Normální rozhraní akumulace se pohybuje mezi 20 – 45 %. Zvýšená akumulace je určena hodnotou vyšší než 45 % a může být příznakem zvýšené funkce štítné žlázy nebo nedostatku jódu v potravě. Naopak snížená akumulace má hodnotu nižší než 20 % a může znamenat nadbytek jódu nebo sníženou funkci ŠŽ.

6. RADIOFARMAKA

Radiofarmakum je látka obsahující jeden nebo více atomů radionuklidu. Při výrobě těchto látek se musí dodržovat požadavky a musí s nimi manipulovat jako s jinými otevřenými zářiči. Důležitým ukazatelem radionuklidu je druh a energie ionizujícího záření, poločas rozpadu a aktivita.

6.1 Výroba radionuklidů

Radiofarmakum se skládá z určitého radionuklidu a neaktivní látky, která funguje jako přenašeč dopravující radionuklid na místo určení. Výroba radionuklidu je možná v:

- Jaderném reaktoru
- Cyklotronu
- Elučním generátoru

V jaderném reaktoru probíhá řízená řetězová reakce. Dochází k ozařování neradioaktivních prvků neutrony, které vznikají při štěpení obohaceného ^{235}U nebo se radionuklid získá separací ze štěpných produktů uranu ^{235}U. Neutrony nenesou žádný elektrický náboj, jejich spojení s jádrem je proto snadné. Při této reakci jádro atomu zachytí jeden tepelný neutron za současného vyzáření fotonu gama. Současně také vznikne radioaktivní izotop stejného prvku. Takto se získávají různé radionuklidy jako například jód ^{131}I, jód ^{125}I, chrom ^{51}Cr.

Ze štěpných produktů uranu ^{235}U se získávají radionuklidy s delším poločasem přeměny a umožňuje také získat radionuklidy s vyšší měrnou aktivitou. Pro čištění vyrobených radionuklidů se provádí různé chemické metody jako je například destilace, srážení, kapalinová extrakce. Mezi nejznámější takto vyráběné radionuklidy je ^{99}Mo, který slouží jako mateřský radionuklid pro přeměnu na ^{99m}Tc nebo ^{131}I a ^{90}Sr

Cyklotron slouží k výrobě radionuklidu za pomocí kladně nabitých částic jako jsou např. protony. Kladně nabité částice jsou urychlovány elektrickým polem a jejich dráha je zakřivována magnetickým polem tak, že se pohybují po spirále se zvětšujícím se průměrem, až narazí na připravený terč obsahující vhodný nuklid. Tímto dojde ke vzniku radionuklidu jako např. ^{111}In, ^{67}Ga, ^{18}F.

Generátor obsahuje dva příbuzné radionuklidy. Z jednoho mateřského radionuklidu, který má delší poločas přeměny, vznikne radioaktivní přeměnou dceřinný prvek s kratším poločasem přeměny. Díky své jednoduchosti, ceně a dostupnosti jsou dnes generátory základní nabídkou pro výrobu radiofarmak.

Eluční generátor molybden ^{99}Mo/ technecium ^{99m}Tc – Základem je olovem stíněná kolona obsahující vysoce čistý oxid hlinitý s absorbovaným mateřským radionuklidem ^{99}Mo (T1/2= 66 hodin). Dochází k přeměně molybdenu ^{99}Mo Beta- rozpadem na technecium ^{99m}Tc, které je slabě vázáno na oxid hlinitý. Technecium je z kolony vymýváno sterilním roztokem chloridu sodného do sterilní olovem stíněné vakuové lahvičky. Generátor má životnost 2 týdny.

Další generátory ^{81}Rb/^{81m}Kr

6.2 Tvorba lékové formy radiofarmak

Aplikační forma vyráběného radiofarmaka je obdobná jako u neradioaktivních léčiv, ale při přípravě musí být dodržována pravidla pro zacházení se zářiči a farmaky. Lékové formy radiofarmak (dále také RF) se dělí na několik skupin:

- Parenterální radiofarmaka
- Perorální radiofarmaka
- Inhalační radiofarmaka

Parenterální RF patří k nejpoužívanějším v praxi. Skupina zahrnuje roztoky, koloidní disperze nebo suspenze. Parenterální aplikace má také mnoho možností podání pacientovi, je to například intravenózní podání, subkutánní nebo třeba intraartikulárně.

Perorální RF zahrnují tuhé látky i roztoky. Některé mohou obsahovat stabilizátory, jako jsou bakteriostatika. Tuhé látky obsahují radionuklid a neaktivní látku např. laktóza, prášková celulóza, která dovede RF do cíle.

Inhalační RF zahrnují hlavně radioaktivní plyny. Příkladem může být ^{81m}Kr, který je vytvářen z generátoru ^{81}Rb/^{81m}Kr.

6.3 Zásady výroby RF

Při přípravě radiofarmak se musí dodržovat zásady směrnic o správné výrobní praxi, jako se dodržují u výroby všech ostatních léků. Jedná se o kontrolní postupy a opatření farmaceutické výroby. (12)

7. RADIOLOGICKÝ ASISTENT

Radiologický asistent je nelékařský zdravotnický pracovník, pracující na odděleních radioterapie, radiodiagnostiky, nukleární medicína a všude tam, kde se vykonávají radiologické výkony u pacientů.

RA získává odbornou způsobilost dle zákona č. 96/2004 Sb. Zákon podmínkách získávání a uznávání způsobilosti k výkonu nelékařských zdravotnických povolání a k výkonu činnosti související s poskytováním zdravotnické péče.

(1) *Odborná způsobilost k výkonu povolání radiologického asistenta se získává absolvováním*

> ***a)*** *akreditovaného zdravotnického bakalářského studijního oboru pro přípravu radiologických asistentů,*
>
> ***b)*** *tříletého studia v oboru diplomovaný radiologický asistent na vyšších zdravotnických školách, pokud bylo studium prvního ročníku zahájeno nejpozději ve školním roce 2004/2005, nebo*
>
> ***c)*** *střední zdravotnické školy v oboru radiologický laborant, pokud bylo studium prvního ročníku zahájeno nejpozději ve školním roce 1996/1997.*

(2) *Radiologický asistent, který získal odbornou způsobilost podle odstavce 1 písm. c), může vykonávat své povolání bez odborného dohledu až po 3 letech výkonu povolání radiologického asistenta a získání specializované způsobilosti. Do té doby musí vykonávat své povolání pouze pod odborným dohledem.*

(3) *Za výkon povolání radiologického asistenta se považuje zejména provádění radiologických zobrazovacích i kvantitativních postupů, léčebné aplikace ionizujícího záření a specifické ošetřovatelské péče poskytované v souvislosti s radiologickými výkony. Radiologický asistent provádí činnosti související s radiační ochranou podle zvláštního právního předpisu a ve spolupráci s lékařem se podílí na diagnostické a léčebné péči. Činnosti zvláště důležité z hlediska radiační ochrany může radiologický asistent vykonávat, pokud splňuje požadavky stanovené zvláštním právním předpisem.*[2]

Nařízením vlády o katalogu prací ve veřejných službách a správě, zákon č. 222/2010 Sb. je RA rozdělen do 4 platových tříd.

[2]ČESKO. Předpis č.96/2004 Sb. ze dne 4.2.2004 účinný od 1.4.2004 *Zákon o podmínkách získávání a uznávání způsobilosti k výkonu nelékařských zdravotnických povolání a k výkonu činnosti souvisejících poskytováním zdravotní péče a o změně některých souvisejících zákonů,* Sbírka zákonů ČR, vydáno r. 2004, str.7
Dostupný také z: http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-96

8. platová třída

- Provádění radiologických zobrazovacích postupů při lékařském ozáření, provádění statických zobrazovacích postupů v nukleární medicíně a provádění léčebných ozařovacích technik pod odborným dohledem. Poskytování specifické ošetřovatelské péče poskytované v souvislosti s aplikací lékařského ozáření pod odborným dohledem.

9. platová třída

- Provádění základních zobrazovacích a terapeutických výkonů v radiodiagnostice, radiační onkologii a nukleární medicíně bez odborného dohledu, poskytování specifické ošetřovatelské péče bez odborného dohledu.

- Hodnocení a korigování projekčních a expozičních odchylek rentgenogramů, zpracovávání potřebné obrazové dokumentace, asistence při skiaskopicko-skiagrafických vyšetřeních.

- Provádění specializovaných zobrazovacích a terapeutických výkonů v radiodiagnostice, radiační onkologii a nukleární medicíně pod odborným dohledem.

10. platová třída

- Provádění specializovaných zobrazovacích a terapeutických výkonů v radiodiagnostice, radiační onkologii a nukleární medicíně bez odborného dohledu.

- Provádění specializovaných činností na lineárních urychlovačích a asistence při intervenčních výkonech brachyterapie.

- Provádění jednofotonové emisní výpočetní tomografie, pozitronové emisní tomografie, navrhování pracovních parametrů přístrojů a provádění zaměření vyšetření a provádění lokalizace cílového objemu.

11. platová třída

- Provádění nejnáročnějších specializovaných diagnostických a terapeutických výkonů v radiodiagnostice, radiační onkologii a nukleární medicíně bez odborného dohledu na základě specializované nebo zvláštní odborné způsobilosti, například zobrazovacích postupů v rámci intervenčních radiologických a kardiologických výkonů, navigační, perioperační a spektroskopické magnetické rezonance, vyšetření srdce magnetickou rezonancí nebo počítačovou tomografií, screeningové diagnostické mamografie v akreditovaných centrech, radiologických zobrazovacích postupů pro plánování a ověřování léčby, plánování léčby, provádění zobrazovacích postupů pomocí

hybridních diagnostických technologií v nukleární medicíně.

- Vykonávání soustavného dohledu nad dodržováním požadavků radiační ochrany jako dohlížející osoba nebo jako osoba s přímou odpovědností za radiační ochranu na radiologických pracovištích. Metodické usměrňování oboru. Zajišťování a provádění

celoživotního vzdělávání zdravotnických pracovníků včetně specializačního vzdělávání v oboru příslušné specializace. Aplikace výsledků výzkumu a vývoje do klinické praxe na vlastním pracovišti i v rámci oboru.[3]

Dle vyhlášky 307/2002 Sb. O radiační ochraně se radiační pracovníci rozdělují do dvou kategorií. Dělení se děje na *základě ohrožení zdraví a očekávaného ozáření za běžného provozu a při nepředvídatelných poruchách. Jednou kategorií jsou pracovní kategorie A, 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. Ostatní pracovníci, kteří by mohli obdržet efektivní dávku nižší než 6 mSv, jsou pracovníci kategorie B.*[4]

7.1 Radiologický asistent na nukleární medicíně

RA na oddělení nukleární medicíny má v náplni práce:

- Informuje pacienta, zákonného zástupce nebo člena rodiny o radiologickém výkonu, který bude prováděn, o jeho přínosech a rizicích.
- Musí umět ovládat přístrojovou techniku a znát průběh vyšetření, aby zajistil jeho plynulý průběh a aby mohl poučit pacienta o důvodech a důsledcích vyšetření.
- Dodržovat Provozní řád pracoviště
- Provádí a vyhodnocuje rutinní zkoušky provozní stálosti
- Provádí zobrazovací i nezobrazovací vyšetření dle indikace odborného lékaře
- Spolupracuje s ostatními zdravotnickými pracovníky a specialisty a předává informace o lékařském ozáření
- Poskytuje specifickou ošetřovatelskou péči v souvislosti s radiologickými výkony
- Měl by mít vlídné, příjemné a přívětivé vystupování

[3] ČESKO. Předpis č. 222/2010 Sb. ze dne 14.6.2010 účinný od 1.10.2010 , *Nařízení vlády o katalogu prací ve veřejných službách a správě,* Sbírka zákonů ČR, vydáno 2010, str.231 – 232
Dostupný také z: http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2010-222

[4] ČESKO, VYHLÁŠKA 307/2002 Sb. ze dne 13.6.2002 účinný od 12.7.2002, Státní úřad pro jadernou bezpečnost, *O radiační ochraně,* str. 13
Dostupná také z: http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-307

8. RADIAČNÍ OCHRANA

Při práci na nukleární medicíně musí radiologický asistent i ostatní zdravotnický personál dodržovat určité zásady a pravidla radiační ochrany z toho důvodu, aby neuškodil nejen pacientovi ale i svému zdraví. Při vyšetření na nukleární medicíně je pacient, jeho okolí i radiologický asistent vystaven určité radiační zátěži. Cílem radiační ochrany je vyloučení deterministických a omezení stochastických účinků.

Radiační ochrana se řídí zákonem č.18/1997 Sb. O mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, který upravuje *způsob využívání jaderné energie a ionizujícího záření a podmínky vykonávání činností souvisejících s využíváním jaderné energie a činností vedoucích k ozáření, systém ochrany osob a životního prostředí před nežádoucími účinky ionizujícího záření, povinnosti při přípravě a provádění zásahů vedoucích ke snížení přírodního ozáření a ozáření v důsledku radiačních nehod, zvláštní požadavky pro zajištění občanskoprávní odpovědnosti za škody v případě jaderných škod, podmínky zajištění bezpečného nakládání s radioaktivními odpady, výkon státní správy a dozoru při využívání jaderné energie, při činnostech vedoucích k ozáření a nad jadernými položkami a stanovuje principy zdůvodnění, optimalizace a limitování*[5]. Dále se řídí vyhláškou státního úřadu pro jadernou bezpečnost č.307/2002 Sb. O radiační ochraně ve znění vyhlášky 499/2005 Sb., jež udává pokyny všem zařízením, která provádí činnost se zdroji ionizujícího záření, jak se zdroji zacházet, podmínky bezpečného provozu, informuje a připravuje pracovníky pro udržení radiační ochrany.

Ústředním orgánem pro kontrolu radiační ochrany je Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB). Státní úřad byl založen 1.1.1993, jako následovník Československé komise pro atomovou energii (ČKSAE), drží dozor při využívání jaderné energie a ionizujícího záření, může vydávat povolení pro výkon činnosti s jadernou energii nebo zdroji ionizujícího záření nebo například sleduje stav ozáření u pracovníků a obyvatelstva.

[5] ČESKO, , Předpis č. 18/1997 Sb. ze dne 24.1.1997 účinný od 1.7.1997 *Zákon o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů,* Sbírka zákonů ČR , str.1 Dostupný také z: http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-18

8.1 Limity ozáření

Limity jsou stanoveny z důvodů ochrany radiačních pracovníků, studentů a obyvatelstva. Jsou stanoveny 3 skupiny limitů.

8.1.1 Limity obecné

Jsou stanoveny pro obyvatelstvo. Těmto limitům nepodléhají radiační pracovníci, jedná se o lékařské ozáření nebo havarijní ozáření. Hodnota limitů je 1 mSv ročně nebo 5 mSv po dobu 5 let po sobě jdoucích. Ekvivalentní dávka v oční čočce by neměla přesáhnout 15 mSv za rok a ekvivalentní dávka na 1cm2 kůže by neměla překročit 50 mSv.

8.1.2 Limity pro radiační pracovníky

Tyto limity jsou stanoveny na základě ozáření, kterému jsou vystavení pracovníci při výkonu práce, a to ve všech pracovních činnostech. Pokud pracovník vykonává povolání u více držitelů povolení, dávky se sčítají. Limity jsou 50 mSv ročně nebo 100 mSv za 5 let po sobě jdoucích. Hodnota ekvivalentní dávky v oční čočce je 150 mSv, na 1cm2 kůže je to 500 mSv ročně.

8.1.3 Limity pro učně a studenty

Jsou stanoveny pro studenty, kteří se připravují na budoucí povolání. Hodnota těchto limitů je 6mSv za kalendářní rok. Ekvivalentní dávka je 50 mSv v oční čočce, 150 mSv na 1cm2 kůže.

8.2 Pásma

8.2.1 Sledované pásmo

Je ucelená určená část pracoviště, většinou stavebně oddělená a označená nápisy „Sledované pásmo se zdroji ionizujícího záření“ a znakem radiačního nebezpečí. Ve sledovaném pásmu nedochází k monitorování pracovníků, pouze pracoviště, pokud není určeno jinak. Předpokládaná efektivní dávka je vyšší než 1 mSv ročně nebo vyšší než jedna desetina limitu ozáření pro oční čočku a kůži.

8.2.2 Kontrolované pásmo

Je vymezováno na pracovištích, kde se manipuluje se zdrojem ionizujícího záření a musí se dodržovat ochrana osob před IZ. Očekávaná efektivní dávka je vyšší než 6 mSv ročně, ekvivalentní dávka převyšuje hodnotu tří desetin ozáření pro oční čočku a kůži. Pracoviště musí být označeno nápisy „Kontrolované pásmo“ a nesmí do něho vstupovat osoby mladší 18 let a těhotné ženy. (13, 14, 16, 18)

9. PRAKTICKÁ ČÁST

9.1 Cíl

Cílem praktické části je detailně popsat úlohu radiologického asistenta při vyšetření štítné žlázy na nukleární medicíně při dvou vyšetřeních akumulačního testu s ^{131}I a u scintigrafie ŠŽ.

9.2 Úloha radiologického asistenta na nukleární medicíně

- Přijímá a kontrolu identifikaci pacienta
- Informuje a poučuje pacienta o vyšetření
- Bojícím se pacientům ukáže přístroj a může předvést obsluhu přístroje
- Připravuje radiofarmakum v digestoři k aplikaci
- Asistuje u aplikace radiofarmaka
- Ukládá pacienta do správné polohy
- Spolupracuje s počítačovou technikou a obsluhuje přístroje, jako jsou gamakamera nebo u akumulačního testu měřící sonda s tubusem

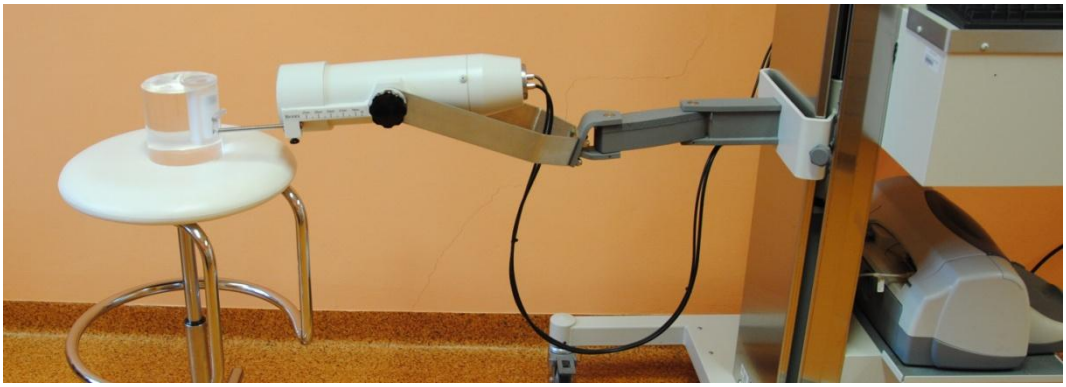
Obr. 1

9.3 Úloha radiologického asistenta při akumulačním testu s ^{131}I

Radiologický asistent dochází za pacienty, kteří budou podstupovat akumulační test s ^{131}I na lůžkové oddělení, kde jsou hospitalizování. Připraví roztok s ^{131}I o aktivitě 37 kBq, který pacient vypije. Pacient je od radiologického asistenta poučen, jak se má chovat po vypití radiofarmaka. Den po aplikaci radiofarmaka tedy za 24 hodin radiologický asistent zavolá pacienta a dojde k měření impulzů v oblasti štítné žlázy pomocí měřící sondy s tubusem. Asistent sondu zamíří na oblast krku pacienta a dále pracuje přístroj v měření. Po měření sondu nasměruje na oblast pacientova kolene, k zjištění radioaktivního pozadí v pacientovi. Dále pokračuje ve vyšetření jen radiologický asistent bez pacienta tak, že místo pacienta postaví fantom, do kterého umístil ampulku se stejným roztokem ^{131}I o stejné aktivitě 37 kBq, jako byl podán pacientovi.

Obr. 2

Obr. 3



Obr. 4

Radiologický asistent provede stejné měření jako u pacienta. Poslední částí vyšetření je změření radioaktivního pozadí v prostředí, ve kterém probíhalo vyšetření. Tím je akumulační test dokončen a výsledky se posílají lékařům. Radiologický asistent poučí pacienta, co má dělat po vyšetření: Přijímat dostatek tekutin, žvýkat žvýkačky nebo bonbony pro dostatečné slinění a tím i dostatečné vyloučení radiofarmaka.

Výsledek akumulačního testu se zjišťuje z počtu impulzů u pacienta vydělené počtem impulzů na fantomu, vynásobené 100%. Normální hodnota je 20 – 40 %.

Pacienti, kteří prodělali nádor štítné žlázy a došlo u nich k odstranění žlázy akumulují okolo 0,2 – 0,9% radiojódu. Naopak u pacientů s hypertyreózou dochází k zvýšené akumulaci.

Akumulační test slouží pro výpočet terapeutické dávky radiojódu. Po stanovení dávky je povinností radiologického asistenta docházet za pacienty na lůžkové oddělení, připravit radiofarmakum a podat ho pacientovi. Forma radiofarmaka může být tekutý radiojód nebo kapsle v olověném stínění. Dávka se pohybuje u hyperfunkce mezi 300 – 600 MBq a mezi 5000 – 7500 MBq u karcinomu štítné žlázy. Při podávání terapeutické dávky radiofarmaka je nutné vždy zkontrolovat aktivitu v měřiči aktivity. Při stanovení diagnózy karcinomu radiologický asistent provádí 6 den po akumulačním testu celotělovou scintigrafii s ^{99m}Tc MIBI, která slouží ke zjištění vzdálených metastáz, které jsou schopné také akumulovat jód.

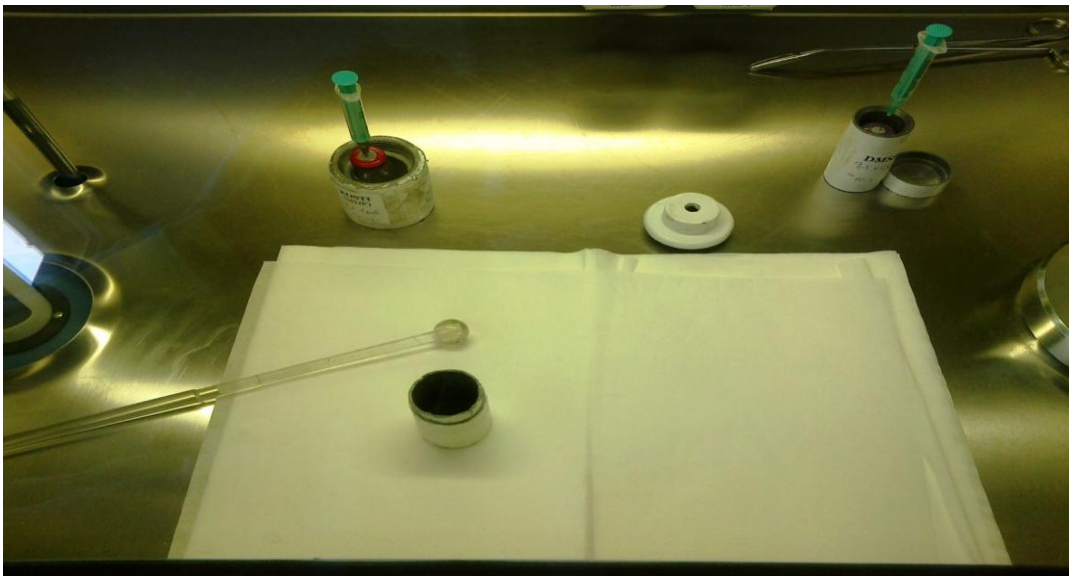
Obr. 5

9.4 Úloha radiologického asistenta při scintigrafii štítné žlázy

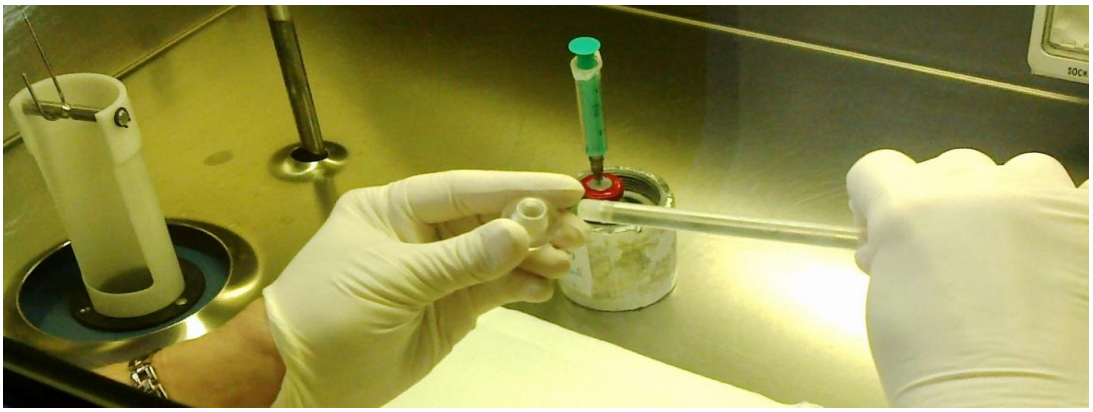
Scintigrafie se může provádět ambulantně nebo u hospitalizovaných pacientů. K ambulantní scintigrafii dochází na doporučení jiného lékaře. Hospitalizovaným pacientům je scintigrafie indikována jako součást terapie karcinom štítné žlázy nebo hypertyreózy.

Radiologický asistent před scintigrafií připraví v digestoři radiofarmakum do injekčních stříkaček, množství přidělí dle váhy pacienta. Přivolá lékaře a pacienta a asistuje lékaři při aplikaci radiofarmaka. Za 15 – 20 minut po aplikaci může asistent provést vyšetření. Před zahájením vyšetření dá pacientovi vypít 100 – 200 ml vody, kvůli eliminaci radiofarmaka ve slinných žlázách. Asistent zadá pacienta do počítače a poté ho uloží do správné vodorovné polohy na zádech (obr 1., 2.), kolmo ke kolimátoru pinhole se zakloněnou hlavou. U pacientů po odstranění štítné žlázy, radiologický asistent nastaví kolimátor 3 cm od oblasti krku. U ostatních pacientů nastaví kolimátor co nejblíže, aby došlo k co nejlepšímu zobrazení ŠŽ. Následně asistent zapne začátek vyšetření.

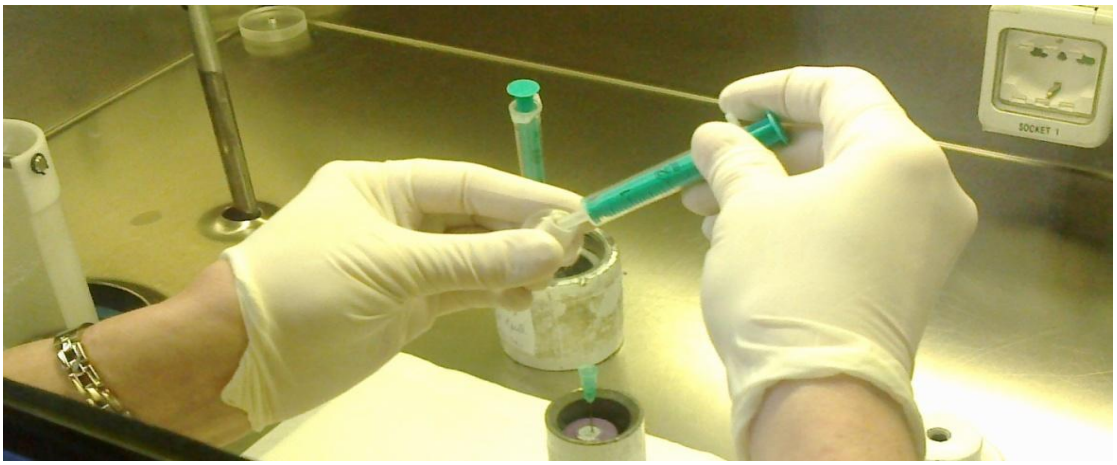
Před koncem vyšetření si vyhmátne hrdelní jamku, kam lehce přiloží plastovou kuličku, ve které je malé množství radiofarmaka. Kulička slouží pro prostorovou orientaci uložení ŠŽ. Po ukončení vyšetření pacient může odejít. Radiologický asistent doporučí pacientovi zvýšený příjem tekutin a informuje o omezení kontaktu s malými dětmi a těhotnými ženami na 1 den po vyšetření.



Obr. 6

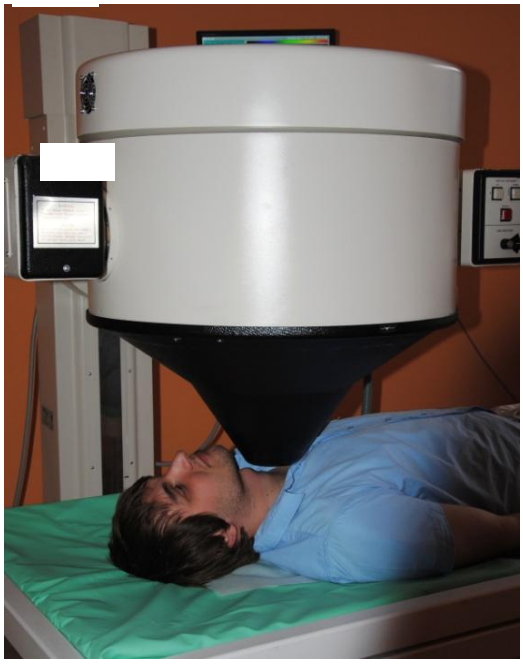


Obr. 7

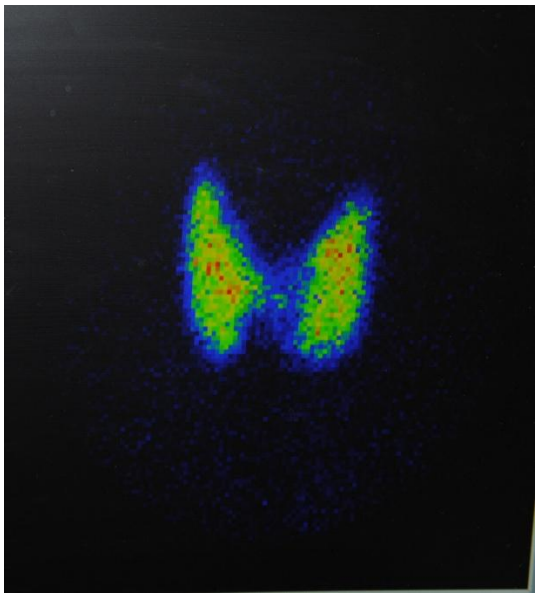


Obr. 8

Obr. 9



Obr. 10



Obr. 11

Obr. 12

9.5 Nukleární medicína v číslech

Každé zdravotnické zařízení odevzdává výkaz o činnosti. Díky těmto výkazům můžeme zjistit počet zdravotníků na odděleních nebo počet provedených vyšetření.

V roce 2010 zajišťovalo chod a správnou činnost pracoviště nukleární medicíny v České republice celkem 664,17 odborných pracovníků (z toho 150,22 úvazku lékaři, 392,09 úvazku zdravotničtí pracovníci nelékaři s odbornou způsobilostí, 76,20 úvazku zdravotničtí

pracovníci s odbornou způsobilostí a specializovanou způsobilostí a jiní odborní pracovníci, 45,66 úvazku ostatních odborných pracovníků). K roku 2010 byl počet registrovaných ambulantních oddělení a pracovišť 49, z toho výkaz o činnosti odevzdalo 48 pracovišť. Na oddělení nukleární medicíny přišlo 3347 pacientů, kterým byla provedena vyšetření in vivo a in vitro. Počet vyšetření je 434 tisíc in vivo, 985 in vitro. Terapeutická dávka byla podána 3347 pacientům. Na jednoho nelékařského zdravotnického pracovníka připadlo 822 výkonů.

V roce 2011 pracovalo na oddělení nukleární medicíny celkem 625,55 odborných pracovníků (z toho 146, 24 úvazku lékaři, 361,73 úvazku zdravotničtí pracovníci nelékaři s odbornou způsobilostí, 70,32 úvazku zdravotničtí pracovníci s odbornou a specializovanou způsobilostí a jiní odborní pracovníci, 47,26 úvazku ostatní odborní pracovníci). Se zdravotními problémy přišlo na toto oddělení 3141 nemocných a radiologičtí pracovníci, lékaři a zbylý zdravotnický odborný personál provedli 425 tisíc výkonů in vivo a 849 tisíc výkonů in vitro. Terapeutická dávka byla aplikována 3141 léčeným pacientům. Počet výkonů na nelékařského zdravotnického pracovníka byl 888.

Oproti roku 2010 průměrný počet úvazku odborných pracovníků klesl o 6,7 % a lékařů o 2,6 %.

Tab. 2

Činnost oboru radiologie a zobrazovacích metod v Královéhradeckém kraji v roce 2011[6]

Druh zdravotnického zařízení	*Počet ZZ a pracovišť*	*Počet pracovníků* [1] *ZPBD* [2]		
		lékaři	*celkem*	*z toho radiolog. asistenti*
		dle druhu zařízení		
Ambulantní část lůžkových ZZ	*10*	*60,67*	*136,92*	*101,16*
Samostatné ordinace lékařů specialistů	*23*	*33,36*	*59,64*	*45,92*
Ostatní ambulantní zařízení	*3*	*0,81*	*2,50*	*2,50*
Královéhradecký kraj	*36*	*94,84*	*199,06*	*149,58*
		dle území (okresu)		
Hradec Králové	*10*	*48,10*	*101,59*	*72,58*
Jičín	*7*	*10,80*	*22,08*	*19,88*
Náchod	*7*	*12,00*	*24,80*	*20,00*
Rychnov nad Kněžnou	*3*	*9,47*	*19,29*	*13,82*
Trutnov	*9*	*14,47*	*31,30*	*23,30*
Královéhradecký kraj	*36*	*94,84*	*199,06*	*149,58*

[1] *Průměrný roční přepočtený počet pracovníků celkem (vč. smluvních) - z odevzdaných ročních výkazů A(MZ)1-01*

[2] *Zdravotničtí pracovníci dle zákona č. 96/2004 Sb.:*

ZPBD - zdravotničtí pracovníci nelékaři s odbornou způsobilostí bez odborného dohledu § 5–§ 21a

[6] Ústav zdravotnických informací a statistiky, *Činnost oboru radiologie a zobrazovacích metod Královéhradeckého kraje v roce 2011*
Dostupný také z: http://www.uzis.cz/rychle-informace/cinnost-oboru-radiologie-zobrazovacich-metod-kralovehradeckem-kraji-roce-2011

10. DISKUZE

Radiologický asistent má velké zastoupení na oddělení nukleární medicíny, radioterapie a radiodiagnostiky a i jeho činnost je velmi rozmanitá.

Na nukleární medicíně RA využívá ze zobrazovacích metod při onemocnění ŠŽ scintigrafii a akumulační test. Radiologický asistent zastává hlavní roli v provádění těchto vyšetření. Od první chvíle komunikuje s pacientem, vysvětluje mu průběh vyšetření, zodpovídá jeho dotazy a zmenšuje strach popisem toho, co provádí. Další důležitou a zásadní povinnosti radiologického asistenta je, aby vyšetření bylo provedeno správně dle standardů, aby nemuselo být prováděno znovu.

V praktické části jsem se snažila o detailní popis výše zmíněných vyšetření krok po kroku, co musí radiologický asistent provést. Popis je doplněn fotografiemi pro lepší představivost pomůcek a polohy pacienta. V závěru praktické části je uvedena statistika o počtu pracovišť, pracovníků a výkonů za rok 2010 a 2011.

11. ZÁVĚR

Ve své práci jsem se snažila vytvořit poznatky o radiologickém asistentovi a jeho činnostech a povinnostech, o štítné žláze a jejím onemocnění. Chtěla jsem, aby tato práce přiblížila budoucím studentům tohoto oboru aspoň část práce, kterou obnáší úloha radiologického asistenta na oddělení nukleární medicíny. Při psaní práce jsem využila cenné rady od zkušenějších zdravotnických pracovníků na nukleární medicíně a také svých zkušeností z praxe.

V začátku práce jsem popsala anatomii, fyziologii a onemocnění štítné žlázy. Dále jsem se věnovala teoretickému popisu vyšetření, ve kterých radiologický asistent zastává důležitou roli. V neposlední řadě jsem také zmínila náležitosti radiační ochrany, která je dle mého názoru také jedna z důležitých věcí, kterou by měl radiologický asistent znát a dodržovat kvůli zdraví svému a svého okolí.

12. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. NĚMEC, Jan. *Nemoci štítné žlázy*, Laguna, 1995, 123 s. ISBN 80-85952-01-7
2. LÍMANOVÁ, Zdeňka, Jaroslava LÁŇKOVÁ a Václav ZAM,RAZIL. *Funkční poruchy štítné žlázy*, Berlin-chemie menarini, 2008, 13 s. ISBN 978-80-86998-24-2
3. MERKUNOVÁ, Alena.: *Základy funkční somatologie (fyziologie)*, Gaudeamus, 2010, 134 s. ISBN 978-80-7435-079-5
4. MERKUNOVÁ, Alena a Miroslav OREL. *Anatomie a fyziologie člověka*. 1.vyd. Paha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-1521-6
5. KORANDA, Pavel., Miroslav MYSLIVEČEK a Václav HUŠÁK. *Nukleární medicína v endokrinologii a terapie otevřenými zářiči*, Univerzita Palackého v Olomouci, 2002, 40 s. ISBN 80-244-0415-X
6. BLAŽEK, Oskar a kol.: *Radiologie a nukleární medicína*, Avicentrum,1989, 424 s. ISBN 08-060-89
7. HUPKA,Š.: *Nukleární medicína*, Osvěta, 1988, 256 s. ISBN 70-028-88
8. KUPKA, Karel. Martin ŠÁMAL a Jozef KUBINYI. *Nukleární medicína*, P3K, 2007, 185 s. ISBN 978-80-903584-9-2
9. ŠLAMPA , Pavel a Jiří PETERA. *Radiační onkologie.* 1.vyd. Praha: Galén, 2007. ISBN 978-80-246-1443-4
10. BAKOS, Karel a Václav HUŠÁK. *Nukleární medicína*, avicentrum, 1985, 293 s. ISBN 08-031-85
11. LÍMANOVÁ, Zdeňka, Jan NĚMEC a Václav ZAMRAZIL. *Nemoci štítné žlázy: diagnostika a terapie*, Galén, 1995, 185 s. ISBN 80-85824-25-6
12. BLEHA, Otakar. *Štítná žláza: funkce, pathologie, terapie*, státní zdravotnické nakladatelství, 1956, 195 s.
13. MÍKOVÁ, Vlasta. *Nukleární medicína – průřez vyšetřovacími metodami v oboru nukleární medicíny*, Galén, 2008, 118 s. ISBN 978-80-7262-533-8
14. KRAFT, Otakar a Jan PEKÁREK. *Radiofarmaka*, 1.vyd. vydala Ostravská univerzita v Ostravě, 2012, 98 s. ISBN 978-80-7464-183-1
15. STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST, *Radiační ochrana*, NUKLIN, 1999, 16 s. ISBN 80-7073-074-9
16. STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST, *Radiační ochrana*, NUKLIN, 1999, 33 s. ISBN 80-7073-076-5

17. ČESKO, Sbírka zákonů ČR, Předpis č 222/2010 Sb. ze dne 14.6.2010 účinný od 1.10.2010: *Nařízení vlády o katalogu prací ve veřejných službách a správě*
18. ČESKO, Sbírka zákonů ČR, Předpis č.18/1997 Sb. ze dne 24.1.1997 účinný od 1.7.1997: *Zákon o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů*
19. ČESKO, Sbírka zákonů ČR, Předpis č. 96/2004 Sb. ze dne 4.2.2004 účinný od 1.4.2004: *Zákon o podmínkách získávání a uznávání způsobilosti k výkonu nelékařských zdravotnických povolání a k výkonu činnosti souvisejících s poskytováním zdravotní péče*
20. ČESKO,Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost, 307/2002 Sb. ze dne 13.6.2002 účinný od 12.7.2002, *O radiační ochraně*
21. ČESKO, Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky, *Národní radiologické standardy – diagnostické a léčebné metody v nukleární medicíně*, 2007

Internetové zdroje

22. http://www.uzis.cz/rychle-informace/cinnost-oboru-nuklearni-mediciny-roce-2011
23. http://www.uzis.cz/rychle-informace/cinnost-oboru-nuklearni-mediciny-roce-2010
24. https://registr.nconzo.cz/registr/
25. http://www.uzis.cz/rychle-informace/cinnost-oboru-radiologie-zobrazovacich-metod-kralovehradeckem-kraji-roce-2011

13. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č.1

Fakultní nemocnice, Hradec Králové

Oddělení nukleární medicíny

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

Pacient/tka: …….

Rodné číslo: …….. Pojišťovna: ……

Zákonný zástupce: …….

Plánovaný výkon: Scintigrafie štítné žlázy

Radiofarmakum: 99mTc.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 se po aplikaci radiofarmaka vyskytují ojediněle. Pokud by se objevily po odchodu z našeho oddělení, obraťte se na svého ošetřujícího lékaře nebo pohotovost v místě bydliště, eventuelně na Oddělení urgentní medicíny FN HK.

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

V den vyšetření je doporučen zvýšený příjem tekutin. Po vyšetření je 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 zodpovězený všechny mé otázky, a to srozumitelně, včetně všech rizik či komplikací.

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

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

Podpis: ……..