

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod



Nukleární onkologie

Diagnostika a terapie karcinomů štítné žlázy v nukleární medicíně

Bakalářská práce

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

Kristýna Pavelcová

Olomouc 2020

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

V Olomouci dne 15. 6. 2020

vlastnoruční podpis

Na tomto místě bych velice ráda poděkovala mé vedoucí MUDr. Ivě Metelkové, Ph. D. za odborné vedení bakalářské práce, cenné rady, trpělivost a za ochotu při poskytnutí obrazových příloh.

ANOTACE

Typ závěrečné práce: Bakalářská práce

Téma práce v ČJ: Nukleární onkologie

Téma práce v AJ: Nuclear Oncology

Název práce: Diagnostika a terapie karcinomů štítné žlázy v nukleární medicíně

Název práce v AJ: Diagnostics and Therapy Thyroidea Carcinomas in Nuclear Medicine

Datum zadání: 2019-11-22

Datum odevzdání: 2020-06-15

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav radiologických metod

Autor práce: Kristýna Pavelcová

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

Oponent práce: MUDr. Miroslava Budíková, Ph. D.

Abstrakt v ČJ: Tato přehledová bakalářská práce se zabývá diagnostickými a terapeutickými možnostmi stran karcinomů štítné žlázy v nukleární medicíně. Popisuje faktory vzniku tumorů štítné žlázy i jejich charakteristiky. Objasňuje také rozdíl mezi diferenciovanými a ostatními karcinomy. Rešerše byla získávána z odborné literatury a odborných článků použitím databází EBSCO a Google Scholar. Informace byly čerpány i ze státních ústavů, ÚZIS a SÚKL.

Abstrakt v AJ: This survey bachelor thesis deals with the diagnostic and therapeutic possibilities of carcinomas of the thyroid gland in the nuclear medicine. It describes the factors of developing tumors of the thyroid gland and their characteristics. It also explains the difference between the differentiated and other carcinomas. The research was based on the specialized literature and professional articles using the

databases EBSCO and Google Scholar. Some additional information was drawn from the state institutions, ÚZIS and SÚKL.

Klíčová slova v ČJ: nukleární medicína, štítná žláza, karcinom štítné žlázy, $^{99m}\text{TcO}_4$, scintigrafie štítné žlázy, ^{131}I , radioaktivní jod, ^{18}F -FDG, ^{18}F -DOPA, PET/CT, nukleární onkologie, radiofarmakum, diferencovaný karcinom štítné žlázy

Klíčová slova v AJ: nuclear medicine, thyroid gland, carcinoma of the thyroid gland, $^{99m}\text{TcO}_4$, scintigraphy of thyroid gland, ^{131}I , radioactive iodine, ^{18}F -FDG, ^{18}F -DOPA, PET/CT, nuclear oncology, radiopharmaceutical, differentiated carcinoma of the thyroid gland

Rozsah: 43/3

Obsah

ÚVOD	7
1 Obecná část	9
1.1 Nukleární medicína	9
2 Anatomie a fyziologie štítné žlázy	13
3 Karcinomy štítné žlázy	14
4 Diagnostika karcinomů štítné žlázy	20
4.1 Palpační vyšetření	20
4.2 Laboratorní testy	20
4.3 Sonografie	20
4.4 Cytologické vyšetření (FNAB-fine needle aspiration biopsy)	21
4.5 Scintigrafie	21
4.6 PET/CT	23
4.7 Radiační ochrana	26
5 Terapie diferencovaných nádorů štítné žlázy	29
5.1 Radiojodový akumulární test	29
5.2 Terapie ¹³¹ I	29
5.3 Radiační ochrana	31
ZÁVĚR	33
Bibliografické a elektronické zdroje	35
Seznam zkratk	39
Seznam tabulek	41
Obrazová příloha	42

ÚVOD

Nádory štítné žlázy jsou nejčastější malignitou v oboru endokrinologii. V tomto oboru tvoří téměř 90 % onkologických onemocnění (Límanová, 2006, s. 301). Incidence vzrůstá v civilizovanějších zemích (Büchler et al., 2017, s. 141). Z celkového počtu všech zhoubných nádorů představují pouze 0,5-1,2 %. Regionální výskyt je odlišný (Šlampa, Petera, et al., 2007, s.111).

Diagnostické metody nukleární medicíny v oblasti endokrinologie byly zavedeny před více než 60 lety. Jestliže chceme získat anatomické informace, využíváme radiodiagnostiky (zde především sonografie). Pokud chceme znát funkci tkáně či orgánu, doplňujeme vyšetřením nukleární medicíny (Kupka a kol., 2015, s. 85). Při terapii karcinomů štítné žlázy se volí interdisciplinární přístup. Ten je tvořen týmem odborníků z oblasti endokrinologie, chirurgie a nukleární medicíny (Límanová, 2006, s. 308).

Hlavním cílem této bakalářské práce je dohledat a následně předložit informace o karcinomech štítné žlázy, a možnostech diagnostiky a terapie těchto malignit v nukleární medicíně.

Tento cíl je dále specifikován v dílčích cílech:

1. předložit dohledané informace o karcinomech štítné žlázy,
2. předložit dohledané informace o diagnostických metodách a používaných radiofarmacích,
3. předložit dohledané informace o terapii karcinomů štítné žlázy za využití radioaktivního jodu.

Pro stanovení cílů práce byla využita následující vstupní literatura:

1. KORANDA, Pavel a kol. *Nukleární medicína*. Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. ISBN 978-80-244-4031-6.
2. KUPKA, Karel a kol. *Nukleární medicína*. Nakladatelství P3K, s. r. o., 2015. ISBN 978-80-87343-54-8
3. BÜCHLER, Tomáš a kol. *Speciální onkologie*. Maxdorf, 2017. ISBN 978-80-7345-539-2.
4. ŠLAMPA, Pavel et al. *Radiační onkologie*. Galén, 2007. ISBN 978-80-7262-469-0.

5. LÍMANOVÁ, Zdeňka. *Štítná žláza*. Galén, 2006. ISBN 80-7262-400-8.

Po nastudování vstupní literatury této přehledové bakalářské práce byla dále prováděna rešeršní činnost. Rešerše byla prováděna v českém i anglickém jazyce za použití klíčových slov: scintigrafie štítné žlázy, karcinomy štítné žlázy, terapie radiojódem, nukleární medicína, radiofarmakum a jejich anglické ekvivalenty. Vyhledávání odborných článků bylo provedeno pomocí databází EBSCO a Google Scholar. Dále bylo využito vyhledávače Solen. Pro tvorbu bakalářské práce bylo čerpáno především z odborných knižních titulů, následně z odborných článků, ale také ze státních ústavů ÚZIS a SÚKL. Celkově bylo nastudováno 21 odborných článků, z nichž jsem 10 použila. Zbylé neobsahovaly potřebné informace.

1 Obecná část

1.1 Nukleární medicína

Nukleární medicína je formou diagnostiky, a v menší části terapie, při níž se používají otevřené radioaktivní zářiče (radiofarmaka). Aplikují se přímo do těla pacienta, kde se vychytávají, fyziologicky nebo patologicky, a zaznamenávají pomocí vnějších detektorů (Kupka a kol., 2015, s. 13).

Radiofarmakum je léčivá látka, která obsahuje chemické a pro tělo přirozené látky, na nichž se váže radionuklid vyzařující ionizující záření (Koranda a kol., 2017, s. 17). Zvýšená pozornost se vyžaduje při aplikaci autologních značených protilátek, při záměně dochází k alergické reakci (Kupka a kol., 2015, s. 14).

Každý radionuklid má svůj unikátní poločas rozpadu. Tento fyzikální poločas $T(f)$ lze charakterizovat jako dobu, za kterou se v radionuklidu rozpadne polovina počtu radioaktivních jader. Mezi nejčastěji používané považujeme ^{99m}Tc , při $T(f) = 6,03$ hod. Důležitým předpokladem k možnosti provedení vyšetření je nuklid vybraný optimálně k délce trvání vyšetření (Koranda a kol., 2017, s. 12).

Nukleární medicína na rozdíl od základních radiodiagnostických metod zobrazuje funkčnost tkání, a to především prokrvení, vylučování, metabolickou aktivitu atd. (Kupka a kol., 2015, s. 15).

Rozdělení metod nukleární medicíny

Diagnostické metody v nukleární medicíně

Diagnostické postupy v nukleární medicíně se liší podle typu používaného přístroje a metody vyšetření. Typy obrazů lze rozdělit na planární zobrazení, jedná se o dvourozměrný obraz, a tomografické zobrazující se ve formě 3D.

Planární zobrazování je typické pro scintigrafii, při čemž dochází k náběru dat za pomoci gamakamery (scintilační kamera). Přístroj tvoří scintilační krystal, kolimátor, fotonásobič a elektronika pro zpracování dat (Kupka a kol., 2015, s. 27).

Scintilační krystal obsahuje jodid sodný aktivovaný thalliem $[\text{NaI}(\text{Th})]$ potažený na průhledné desce o tloušťce asi 1cm. Je uložen v detektoru, v němž je chráněn

před mechanickým poškozením. Radionuklid vázaný ve farmaku, aplikovaný do těla pacienta, produkuje fotony záření γ . Ty se šíří do všech stran. Registrována je jen ta část dopadající na kamerový detekční systém. Při střetu fotonu záření γ se scintilační vrstvou dochází ke světélkování (scintilaci). Na krystal navazují fotonásobiče přilepené světlovodivou hmotou. Fotonásobič je elektronická součástka, která slouží k převodu světelné energie na elektrický signál (Kupka a kol., 2015, s. 27–28). Skládá se z fotokatody, což je místo, kde dochází, vlivem fotoelektrického jevu, k přeměně fotonu na elektron, a systému dynod připojených k vysokému napětí. Zde se energie elektronu znásobí a dopadají na fotoanodu propojenou k amplitudovému analyzátoru. Následně dochází k převodu energie na viditelný obraz ve vyhodnocovacím zařízení (Koranda a kol., 2017, s. 24). V počítači každý zaznamenaný signál (místo scintilace) se nejprve umístí do systému matice určující polohu scintilace. V matici toto místo nazýváme plošnou jednotkou (pixel). Informace se sbírají do tohoto systému. Pak rozumíme čím více registrovaných impulsů v jednom místě matice, tím viditelnější je výsledný obraz ve vyhodnocovacím zařízení (Kupka a kol., 2015, s. 27).

Jednu ze základních součástí kamer pro scintigrafii a SPECT tvoří kolimátor. Ten je zhotovený z olověného materiálu, obsahuje jeden nebo více otvorů, jehož funkcí je propouštět pouze ty fotony letící v požadovaném směru, a přispívají tak ke tvorbě kvalitního obrazu. Známe několik typů kolimátorů. **Paralelní kolimátor** se skládá z několika řad otvorů, filtruje záření, které není kolmé na scintilační desku. Výsledný obraz je totožný se skutečnou velikostí. Trychtýřovitý **pinhole kolimátor** obsahuje jeden otvor. Při použití tohoto typu dojde ke zvětšení a převrácení vyšetřované oblasti. S rostoucí vzdáleností zobrazovaného objektu od čela kolimátoru, klesá velikost zvětšení, ale i rozlišovací schopnost. Využívá se pouze k zobrazení malých orgánů, typické např. pro detekci štítné žlázy. Různé radionuklidy disponují odlišnými energiemi. Proto lze členit kolimátory pro zářiče nízkoenergetické ($E < 160 \text{ keV}$), střední energie ($E < 160 \text{ keV}, 300 \text{ keV} >$) a vysokoenergetické ($E > 300 \text{ keV}$) (Koranda a kol., 2017, s. 27-28).

Pokud mluvíme o scintigrafii, výsledkem vyšetření může být dvojitý obraz, statický nebo dynamický. Statická scintigrafie umožňuje pořízení jednoho či více scintigramů (**snímků**) v přední, zadní, šikmé nebo boční projekci. Lze zobrazovat orgán, určitý tkáňový úsek nebo lze provést celotělovou scintigrafii za kontinuálního

nebo krokového posunu gamakamer (Koranda a kol., 2017, s. 34). Výsledný obraz s funkční informací je podobný klasickému skiagrafickému snímku (Kupka a kol., 2015, s. 27).

Pro tomografické obrazy (3D) používáme přístrojovou techniku SPECT, jednofotonovou emisní výpočetní tomografii (single photon emission computed tomography) (Koranda a kol., 2017, s. 39) a PET, pozitronovou emisní tomografii (positron emission tomography).

Při použití systému SPECT se využívají radiofarmaka emitující fotony záření γ (Kupka a kol., 2015, s. 32). Nejčastěji se používají preparáty značené radionuklidy ^{99m}Tc , ^{81m}Kr (Koranda a kol., 2017, s. 15). K detekci se používá shodný detektor jako při scintigrafickém vyšetření. V praxi je využívána kamera dvoudetektorová. Otáčí se kolem lůžka s pacientem, kdy jsou snímány krokově v několika úhlech jednotlivé projekce. Nejčastěji dochází k akvizici 120 projekcí na 360° . K posunu kamer dochází po 3° . Z těchto projekcí lze, ve vyhodnocovacím zařízení, tvořit vlivem rekonstrukcí 3D obraz. Následně je možné zobrazení tkání v různých řezech, obdobně jako u CT (Koranda a kol., 2017, s. 29-30).

Rozdíl mezi scintigrafií a zobrazování v režimu SPECT můžeme registrovat v několika ohledech. Při scintigrafických vyšetřeních je obraz planární (2D), tudíž dochází k sumaci jednotlivých vrstev vyšetřované oblasti, kontrast má nízký charakter. Na rozdíl vyšetření jednofotonovou emisní výpočetní tomografií umožňuje trojrozměrné zobrazení, má lepší prostorové rozlišení a vyšší kontrast vůči okolním tkáním. Případná patologická léze je lépe rozeznatelná (Pavel Koranda et al., 2017, s. 29).

Vyšetření pozitronovou emisní tomografií se na rozdíl od výše popsaných metod nukleární medicíny odlišuje především použitím izotopu s typem radioaktivní přeměny β^+ . Charakteristika těchto radionuklidů spočívá v přeměně protonu na neutron, přičemž rozdíl energie se vyzáří ve formě kladně nabitého pozitronu. Pozitron má krátký dolet v hmotě. Délka doletu závisí na energii. Na konci doletu pozitronu dochází k interakci s elektronem okolních struktur nacházejícího se v jeho bezprostřední blízkosti. Nastává tzv. anihilace (zánik), a vyzáření dvou kvant fotonů γ o celkové energii 1022 keV (Votrubová et al., 2009, s. 13). Fotony letí opačným směrem a dopadají na detektory. Detektory, prstencovitě uložené v řadách o rozsahu

360°, koincidenčním systémem propouští pouze fotony, dopadající na dva protilehlé detektory v určitém časovém intervalu (Koranda a kol., 2017, s. 30-31). Kolimátor zde nahradila tzv. přímka odezvy (LOR). Jedná se o elektronické zařízení vymezující, které dva fotonové páry k sobě patří (Kupka a kol., 2015, s. 33). Tato elektronika umožňuje náběr dat o poloze anihilace pozitron-elektronového páru, a o směru příletu fotonů (Koranda a kol., 2017, s. 31).

PET využívá pestrou škálu radiofarmak. Nejčastěji se používá ^{18}F -FDG.

Detekční citlivost PET, ve srovnání se systémem SPECT je cca 100x vyšší. PET vyniká i vyšší prostorovou rozlišovací schopností. V praxi lze detekovat léze o velikosti 4-6 mm, avšak detekční schopnost těchto velmi malých ložisek se snižuje. Vyšetření pomocí techniky SPECT rozlišuje léze až o velikosti 10-15 mm (Koranda a kol., 2017, s. 34).

Existují hybridní systémy SPECT/CT a PET/CT, příp. PET/MR. Tato přístrojová technika umožňuje fúzi vyšetření metod nukleární medicíny (PET, SPECT) zobrazující funkci, a radiodiagnostiky (formou výpočetní tomografie, magnetické rezonance) znázorňující anatomické struktury. SPECT/CT využívá výpočetní tomografie v módu low-dose CT (nízkodávkové), z toho plyne nižší kvalita pro morfologii tkání. U PET/CT se většinou jedná o plnohodnotné CT (Kupka a kol., 2015, s. 34-35) zaručující i vyšší radiační zátěž pacienta, která se průměrně pohybuje kolem 17mSv s použitím vysokodávkového CT a ^{18}F -FDG (Koranda a kol., 2017, s. 31).

Terapie v nukleární medicíně

Léčba radionuklidy v nukleární medicíně využívá zářičů s typem radioaktivní přeměny β^- (Koranda a kol., 2017, s. 10). Uplatňuje se při terapii maligních onemocnění, chronických zánětů, nebo může mít paliativní charakter u bolestivých stavů. Výhodu oproti vnějšímu ozáření pozorujeme v akumulaci přímo postižené tkáni bez přesné lokalizace a velikosti cílového objemu. Přesto je znalost biologických vlastností ozařované oblasti nutností pro správný výběr radiofarmaka (Kupka a kol., 2015, s. 14).

2 Anatomie a fyziologie štítné žlázy

Štítná žláza (glandula thyroidea) je orgán s vnitřní sekrecí, fyziologicky uložený na přední straně krku před průdušnicí. Žláza má dva laloky, pravý a levý (lobus dexter et sinister), které spojuje můstek (isthmus). Ten se nachází v oblasti 2.-4. prstence průdušnice. Fixace je zajištěna okolním vazivem (Hudák, Kachlík et al., 2017, s. 525).

Lokalizace štítné žlázy může být orientována i v jiné netypické oblasti. Pak mluvíme o tzv. **ektopicky** uložené thyroideální tkáni. Pokud v průběhu vývoje tkáň nesestoupí na krk, a zůstává v oblasti kořene jazyka, jedná se o linguálně uloženou ektopickou tkáň štítné žlázy. Jestliže pronikne dál, za hrudní kost, vznikne struma retrosternální (Koranda et al., 2017, s.180).

Správná funkce thyreoidey závisí na dostatečném příjmu jodu. Ke zpracování jodu nejprve dochází buňkami střevní stěny, a teprve vzniklý oxidovaný jod je vychytáván folikulárními buňkami štítné žlázy.

Štítná žláza se řadí do orgánů s vnitřní sekrecí. Její folikulární buňky produkují hormony (Kupka a kol., 2015, s. 85). Ve správném množství produkují 100µg tyroxinu neboli tetrajodtyroninu (T4) a 10µg trijodtyroninu (T3), který je hormonálně aktivnější. Tyto hormony jsou vylučovány do krevního oběhu, a více než v 99 % celkového množství je navázáno na transportní bílkoviny. Pro funkci štítné žlázy jsou však důležité pouze biologicky účinné volné frakce hormonů, pouze <1 % (Koranda, Mysliveček, Hušák, 2002, s. 5). Sekreci těchto hormonů reguluje hypotalamo-hypofýzární osa mechanismem zpětné vazby. Funkci thyreoidey, tedy vyměšování hormonů, podněcuje hladina thyreostimulačního hormonu, který je produkován hypofýzou (Koranda a kol., 2017, s. 175).

3 Karcinomy štítné žlázy

Maligní tumory štítné žlázy představují pouze 1 % všech zhoubných onkologických onemocnění. V endokrinologii se výskyt těchto nádorů řadí na první příčku. Ročně v České republice onemocní přibližně 600 osob (Jiskra, 2011, s. 27). Měření, které na území ČR proběhlo v roce 2014, udává incidenci 10,62 případů na 100000 obyvatel, při relativně nízké mortalitě 0,84/100000 obyvatel ve sledovaném období.

Nádory thyroidey se častěji vyskytují u žen. Srovnání mužů a žen v poměru 1:4 (Büchler et al., 2017, s. 141). Četnost výskytu malignit štítné žlázy u žen v těhotenství a při laktaci se pohybuje okolo 10 % ze všech diagnostikovaných případů (Halaška, Rob a kol., 2015, s. 155). U žen je nejvyšší riziko onemocnění kolem pátého decennia, u mužů až kolem sedmého decennia.

Klinicky rozlišujeme čtyři primární nádory. Jedná se o papilární karcinom (u 75 % nemocných postižených malignitou štítné žlázy), folikulární (u 15 %), medulární (u 5-10 %) a anaplastický (pouze u 2 %) (Büchler et al., 2017, s. 141). Další nádor objevující se u štítné žlázy je lymfom vycházející z B-buněk (Zamrazil, Holub, Kasalický, 2003, s. 55) (u 2-3 %). Mohou se zde objevovat i metastázy zhoubných novotvarů jiných lokalizací (Büchler et al., 2017, s. 141).

Formy papilární, folikulární a anaplastické vycházejí z tyreocytů. Papilární a folikulární typ se též nazývá diferencovaný (Zamrazil, Holub, Kasalický, 2003, s. 55). Pozitivní vlastnost diferencovaných karcinomů je schopnost akumulace jodu. Což má zásadní význam pro diagnostiku a terapii radiojódem v nukleární medicíně (Šlampa, Petera et al., 2007, s. 111).

Etiologické faktory

Do rizikových faktorů řadíme expozici ionizujícího záření. Může zapříčinit nebezpečí vzniku karcinomu thyroidey po 25 letech většího ozáření v medicíně. Objevuje se u 4 % pacientů (Büchler et al., 2017, s. 141).

Syndrom MEN (mnohotná endokrinní neoplazie), vyskytující se ve dvou formách MEN-IIa a MEN-IIb. Toto dědičné onemocnění ovlivňuje riziko vzniku medulárního karcinomu štítné žlázy. Při znalosti této genetické mutace se

doporučuje tyreoidektomie před vznikem klinických příznaků maligního onemocnění (Šlampa, Petera et al., 2007, s.112).

Za další možnou příčinu se považuje onemocnění štítné žlázy v anamnéze, zejména Hashimotova tyreoiditida, adenomy, nedostatek jódu nebo ektomie štítné žlázy bez následné substituční léčby hormony (Votrubová et al., 2009, s. 75).

Za možnou vyvolávající příčinu považujeme i podmínky životního prostředí, včetně jaderné havárie v Černobylu roku 1986 (Büchler et al., 2017, s. 141-143).

Papilární karcinom

V incidenci nejčastější malignita, převážně ve 4.-5. dekádě (Vlček, 2011). Bývá diagnostikován i u dětí v prvním decenniu. Mezi faktory vzniku se udává ionizující záření a dědičnost (Límanová et al., 2006 s. 38). Vychází z folikulárních buněk (Kopečková a kol., 2019, s. 29). Velikost se pohybuje od několika málo *mm* do 10 *cm*. Nádorové masy do 1 *cm* označujeme jako mikrokarcinomy. Většinou se jedná o vícečetné ložisko s postižením obou laloků (Límanová et al., 2006, s. 38). Karcinom se projevuje pozvolným růstem, tuhostí a fixovaností vůči okolí. Pokud roste rychle může dojít k dediferenciaci v anaplastický typ. Mikrokarcinomy jsou často namátkovým nálezem při thyreoidektomiích, nálezu lokálních či vzdálených metastáz v LU nebo po čas pitvy (Šlampa, Petera et al., 2007, s. 112). Při zjištění nálezu se prokazuje brzká lymfoinvaze do spádových LU. Zřídka dochází k pozdnímu zakládání vzdálených metastáz (Límanová et al., 2006, s. 39). Generalizuje do plic a skeletu, ojediněle do mozku a jater (Šlampa, Petera et al., 2007, s. 112). Plicní rozsev typizujeme k dětskému věku, rentgenologicky většinou nezjistitelný (Límanová, 2005).

Folikulární karcinom

Folikulární karcinom může být zvratem folikulárního adenomu (Límanová et al., 2006, s. 38). Nejvyšší četnost výskytu se objevuje v pátém decenniu. Makroskopicky se nejčastěji jedná o solitární uzel (Šlampa, Petera et al., 2007, s. 112) šedobílé barvy (Límanová et al., 2006, s. 38). Onemocnění často provází Graves-Basedova choroba. Metastázy do spádových lymfatických uzlin jsou přítomny zřídka. Při tomto nálezu se však závažnost malignity nezhoršuje. V případě nalezení vzdálených metastáz se lokalizace určuje na skelet a plíce (Šlampa, Petera

et al., 2007, s. 112). První klinickou známkou vzdálených metastáz může být patologická zlomenina, z důvodu toho, že se ve skeletu tvoří ložiska osteolytického charakteru (Límanová et al., 2006, s. 38). Prognostické faktory se výrazně zhoršují s potvrzením vzdálených metastáz, angioinvasí nebo lymfoinvasí. Přestože tumor i jeho metastázy jsou dobře diferencované, ve srovnání s výše uvedeným papilárním karcinomem má horší prognózu.

Existuje i jiná forma tohoto novotvaru, **oxyfilní karcinom**, též nazývám jako **onkocytární** nebo **Hürtleho karcinom** (Šlampa, Petera et al., 2007, s. 112-113). Na rozdíl od ostatních typů nádorů štítné žlázy se vyskytuje především u mužů (Kopečková a kol., 2019, s. 29). Nevýhodu této varianty vidíme v horší diferenciaci z výchozí tkáně, tudíž omezení akumulace radiojodu, a zhoršení prognostických faktorů (Šlampa, Petera et al., 2007, s. 112-113).

Medulární karcinom

Medulární typ nádorové masy vychází z parafolikulárních buněk (C-buněk) štítné žlázy. Tyto buňky vytvářejí hormon kalcitonin. Při jeho nadměrném vylučování se snižuje osteoklastická schopnost kostí. Dochází k nadměrným ztrátám Ca, Mg, Na, K a P v ledvinných tubulech, a také se zvyšuje vyměšování minerálních látek (chlóru, sodíku) a vody v tenkém střevě. Důležitá je znalost bazální hladiny kalcitoninu, jako nezbytný článek pro léčebné sledování.

Nádor se vyskytuje ve dvou formách. **Sporadická forma** (75 %) se objevuje spíše u starších pacientů. Vyzrává ve studený uzel viditelný na rentgenologických vyšetřeních jako kalcifikující okrsek ve štítné žláze (Šlampa, Petera et al., 2007, s. 113). Většinou jde o ložisko solitární. Prognostiky se jeví příznivěji než následující typ (Límanová et al., 2006, s. 39-40). **Familiární forma** (25 %) se vyskytuje převážně dědičně, v rámci mnohotné endokrinní neoplazie, MEN-Ia, MEN-IIb. V praxi se setkáváme i s nefamiliárním typem medulárního karcinomu tzv. non-MEN. Tumory vycházející ze syndromu MEN-IIa a MEN-IIb se od sebe liší histologickou stavbou. U MEN-IIa syndromu jde o 100% medulární karcinom ve věkové skupině 20.- 30. let. Naopak u syndromu druhého typu se jedná histologicky o medulární karcinom z 90 %. Celkově familiární forma rychle progreduje, charakterizuje se agresivním růstem a brzkým zakládáním metastáz. Ložisko je vícečetné. Diagnostikován bývá mnohdy již

v první dekádě života, zřídka u kojenců (Šlampa, Petera et al., 2007, s. 113). Prognóza souvisí s rozsahem onemocnění (Votrubová et al., 2009, s. 75).

Smíšený folikulární a medulární karcinom

V útvaru se nachází buňky typické pro oba typy karcinomu, folikulární i parafolikulární. Na štítné žláze se projevuje jako nebolestivý uzel. Při metastatickém postižení může převládat forma rozsevu typický pouze pro jeden z nich (Kopečková a kol., 2019, s. 35).

Anaplastický karcinom

Méně běžná malignita ŠŽ vycházející z epitelárních buněk. Nejvyšší četnost výskytu v 6. až 8. decenniu (Šlampa, Petera et al., 2007, s. 113). Může být zvratem diferencovaných karcinomů (Límanová, 2006, s. 39). U této formy se častokrát potvrdí nález mutace p53. Jde o rychle rostoucí nádor typický svou agresivitou a invazí do blízkých struktur, dochází pak k postižení dýchacích cest, nervů, cév a kůže. Pravidlem je časně zakládání metastáz v plicích, pleure, mozku a skeletu. Považuje se za jeden z nejagresivnějších zhoubných novotvarů ze všech. Již při zjištění diagnózy prokazujeme vzdálené metastázy. Délka života při průkazu anaplastického karcinomu se průměrně pohybuje mezi 2.- 7. měsíci (Šlampa, Petera et al., 2007, s. 113-114).

Zhoubný nádor z lymfatické tkáně

Většinou se jedná o non-Hodgkinovy lymfomy B typu (Šlampa, Petera et al., 2007, s. 114). Vznikají na podkladě dlouhotrvající autoimunitní tyreoiditidy nebo ve štítné žláze nepostižené žádným patofyziologickým procesem. Funkce thyroidey není nijak ovlivněna a poškozena, pokud se nejedná o nález chronického zánětu již před vznikem lymfomu. Proto zjištění malignity u pacientů není vždy jednoduché (Zamrazil, Holub, Kasalický, 2003, s. 57).

Vzdálené metastázy jiných tumorů

Za nejčastější metastatické postižení štítné žlázy z jiných lokalizací se uvádí světlobuněčný renální karcinom (Zamrazil, Holub, Kasalický, 2003, s. 57), dále karcinom v oblasti mammy, plic, hrtanu nebo horní části GIT. Obvykle dochází k

náhodnému nálezu v průběhu chirurgického zákroku (Šlampa, Petera et al., 2003, s. 114).

K těmto postižením dochází jen zřídka (Zamrazil, Holub, Kasalický, 2003, s.57).

TNM klasifikace

Rozsah zhoubného nádorového onemocnění (staging) se posuzuje podle klasifikace TNM (Vorlíček, Abrahámová, Vorlíčková a kol., 2012, s. 56). Význam jednotlivých písmen klasifikace popsán níže:

T (tumor)- stanovuje velikost nádoru

N (noduli)- poukazuje na míru postižení regionálních mízních uzlin

M-udává přítomnost nebo nepřítomnost vzdáleného metastatického postižení (Sobin, Wittekind, 2004, c2002, s. 16).

TNM klasifikace soustředěná na oblast štítné žlázy:

TX	Nelze definovat
T0	Primární tumor nenalezen
T1	tumor do 2 cm omezený na štítnou žlázu
T1a	do 1 cm
T1b	do 2 cm
T2	tumor o velikosti 2-4 cm, omezený na ŠŽ
T3	tumor větší než 4 cm, omezený na ŠŽ nebo šířící se do musculus sternocleidomastoideus, příp. měkkých tkání
T4a	tumor postihující některou ze struktur: podkožní měkké tkáně, trachea, oesophagus, larynx a nervus laryngeus recurrens
T4b	postižení cév mediastina, prevertebrální fascie či obrůstání a. carotis

*Nediferencované a anaplastické formy se řadí do skupiny T4.

NX	Nelze definovat
N0	Žádné postižení regionálních mízních uzlin
N1, N2, N3	Metastatické postižení regionálních mízních uzlin
MX	Nelze definovat
M0	Nepřítomnost vzdálených metastáz
M1	Potvrzení vzdálených metastáz

(ÚZIS, 2011)

V následujících tabulkách jsou blíže popsány klasifikace TNM pro diferencované karcinomy ŠŽ.

Tabulka č.1 - Stadia diferencovaných nádorů ŠŽ u osob do 55 let.

Stadium I	Jakékoliv T	Jakékoliv N	M0
Stadium II	Jakékoliv T	Jakékoliv N	M1

(ÚZIS, 2018)

Tabulka č.2 - Stadia diferencovaných nádorů ŠŽ osob starších 55 let.

Stadium I	T1a, T1b, T2	N0	M0
Stadium II	T3	N0	M0
	T1, T2, T3	N1	M0
Stadium III	T4a	Jakékoliv N	M0
Stadium Iva	T4b	Jakékoliv N	M0
Stadium IVb	Jakékoliv T	Jakékoliv N	M1

(ÚZIS, 2018)

4 Diagnostika karcinomů štítné žlázy

4.1 Palpační vyšetření

Základní diagnostika se opírá o fyzikální vyšetření (Büchler a kol., 2017, s. 143). Palpace thyreoidey a lymfatických uzlin v oblasti krku je nezbytnou součástí, z důvodu možnosti zvětšení při postižení nádorovým procesem.

4.2 Laboratorní testy

Pro posouzení funkčnosti ŠŽ se využívá laboratorních testů. Zjišťuje se stanovení koncentrace thyreostimulačního hormonu (TSH), tyreoglobulinu a kalcitoninu v séru, a hodnota protilátek proti TSH. Hladina TSH odráží koncentrace celkových i volných frakcí T3 a T4, a lze z nich určit obecnou poruchu žlázy. Průkaz protilátek proti thyreostimulačnímu hormonu vypovídá o autoimunitním procesu ve ŠŽ, zejména u hypertyreózy. Stanovení a sledování tyreoglobulinu v séru umožňuje průkaz recidiv či metastatických rozsevů především u diferenciovaných karcinomů. Slouží také k posouzení efektivity léčby v jejím průběhu i na konci. Zvýšení hodnot kalcitoninu udává přítomnost vzniku medulárního karcinomu (Kupka a kol., 2015, s. 86).

4.3 Sonografie

Základním diagnostickým zobrazovacím postupem malignit štítné žlázy je sonografie (Vlček, 2008, s. 122). Poskytuje informace o morfologii, a při využití dopplerovského modu umožňuje i zobrazení perfuze. V praxi se používají sondy lineární s frekvencí 7,5-10 MHz, dosahují hloubky 4-6 cm. Ultrasonografické vyšetření rozpoznává ložiskové změny od velikosti 2 mm. Provádíme je v příčné a podélné rovině (Límanová, et al., 2006, s. 68). Za normální objem ŠŽ se považuje 18 ml u žen, 25 ml u mužů (Koranda, Mysliveček, Hušák, 2002, s. 9).

Pro papilární karcinom je typický obraz solitárního hypoechogenního uzlu, uvnitř něhož se zobrazuje papila. Viditelnost metastáz v krčních lymfatických uzlinách může být ultrasonograficky prokázána. Častým nálezem zůstávají mikrokalcifikace v samotném ložisku i v regionálních uzlinách.

Ve srovnání s výše uvedeným, u folikulárního karcinomu se na ultrazvukovém obrazu neobjevují calcifikace, ani zde není průkaz metastatického šíření lymfatickou

cestou. Mnohdy ho nelze odlišit od folikulárního adenomu (Límanová et al., 2006, s. 72-74).

4.4 Cytologické vyšetření (FNAB-fine needle aspiration biopsy)

Na sonografické vyšetření může navázat odebrání vzorků štítné žlázy. Tato metoda se nazývá aspirační biopsie tenkou jehlou (FNAB). Jedná se o miniinvazivní zákrok, který se provádí za sterilních podmínek. Oblast štítné žlázy se lokálně vydezinfikuje. Následně jsou odebrány vzorky štítné žlázy, většinou dvěma vpichy. Vyšetření je nebolestivé, a je nutné jej provádět pod ultrasonografickou kontrolou. Získaný cytologický materiál je kontrolován pod mikroskopem a vyhodnocen, zda se jedná o uzel maligní či nikoliv. Jestliže se jedná o uzel benigní s agresivním růstem nebo maligní následuje tyreoidektomie (Jiskra, 2011, s. 29).

4.5 Scintigrafie

Pomocí scintigrafie ŠŽ se zobrazuje distribuce radiofarmaka ve zdravé či poškozené tkáni. Může se posoudit funkce orgánu, rozsah hormonální aktivity uzlů.

Radiofarmaka

$^{99m}\text{TcO}_4$, též označovaný jako **technecistan** (Koranda a kol., 2017, s. 178) nebo **pertechnetát**. Dostává se do natrium jodidové pumpy (Na^+/I^-), zachytává se v buňkách štítné žlázy, ale nedochází k jeho organifikaci (Koranda, Mysliveček, Hušák, 2002, s. 9). Z toho vyplývá, že dochází k akumulaci jodu v tyreocytech, ale nedochází k následným metabolickým procesům (Kupka a kol., 2015, s. 86). Za značnou výhodu technecistanu se považuje optimální poločas přeměny [$T(f) = 6$ hodin], dostupnost a energie 140 keV (Koranda, Mysliveček, Hušák, 2002, s. 9).

^{123}I

V těle pacienta dochází k navázání na organické sloučeniny. Což následně umožňuje velmi dobré rozlišení kontrastu mezi štítnou žlázou a ostatními strukturami, nezbytné pro provedení kvalitního vyšetření. Mezi výhody se dá zařadit přijatelný $T(f) = 13$ hod. o energii 159 keV. Mezi nevýhody se řadí jeho cyklotronový původ, tudíž hlavně vysoká pořizovací cena (Koranda a kol., 2017, s. 179). S tímto typem radiofarmaka lze provést i vyšetření SPECT, které se zdá být senzitivnějším a specifitějším při náběru dat, a následné diagnostice možné malignity (Mysliveček, Koranda, Hušák, 2002, s. 27).

^{131}I

Stejně jako výše uvedený ^{123}I je i ^{131}I vychytáván v organických sloučeninách. Charakterizuje se typem radioaktivní přeměny gama, typické pro diagnostické účely, i beta, vhodné k terapii (Koranda a kol., 2017, s. 179). Pro diagnostiku zůstává méně vhodným kvůli nevyužitému záření β , což znamená zbytečně vyšší radiační zátěž pro pacienta (Kupka a kol., 2015, s. 86). Vhodným zástupcem se stává při současné diagnostice i terapii u diferencovaných karcinomů štítné žlázy (Koranda a kol., 2017, s. 179).

$^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ a $^{99\text{m}}\text{Tc-DMSA}$

V nukleární onkologii se používají pro potvrzení maligních tumorů, případně metastatických procesů. Uplatňují se i při podezření medulárního karcinomu ve štítné žláze.

$^{99\text{m}}\text{Tc-Tektrotyd}$

Radiofarmakum umožňuje zobrazení nádoru na základě somatostatinových receptorů. Nahrazuje dříve používaný ^{111}In -pertetretid. Mimo jiné se vychytává i v buňkách medulárního karcinomu, můžeme tak prokázat diagnózu (Táborská, 2012).

$^{99\text{m}}\text{TcO}_4$ je nejužívanějším radiofarmakem pro vyšetření štítné žlázy. Jednak pro poměrně nízkou cenu, vzhledem k ostatním používaným preparátům, tak i pro jeho optimální fyzikální poločas přeměny (Koranda, Mysliveček, Hušák, 2002, s.10).

Příprava pacienta

Při použití radioaktivních farmak nesmí být, pro vychytávání jodu, blokována Na^+/I^- pumpa neradioaktivním jodem vnějšího prostředí. Jedná se o léky obsahující jod (zejména amiodaron), některá kloktadla, jodové kontrastní látky při medicinských vyšetřeních, dezinfekce a oční kapky s příměsí této látky. Není však nutné vysazovat tyreostatika, k vychytávání dochází v hormonech ŠŽ (Koranda a kol., 2017, s. 179).

Provedení vyšetření

Pomocí $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pertechnetátu o aktivitě 148-185MBq se zaznamenávají statické scintigramy štítné žlázy. Akvizice je spuštěna za 20 minut od i. v. aplikace radiofarmaka (Bhatia et al., 2020). Při tomto typu vyšetření se používá kolimátor typu

pinhole. Výsledný obraz se přemítá převráceně a ve větší než reálné velikosti. To zaručuje lepší rozlišení, ale delší akviziční čas. Ke sběru dat dochází v předních a předních šikmých projekcích.

Druhá možnost volby přichází s použitím paralelního kolimátoru. Vyšetření trvá kratší čas za cenu zkreslení obrazu v rámci horšího prostorového rozlišení (Koranda a kol., 2014, s. 179).

4.6 PET/CT

Metoda PET/CT se v onkologii štítné žlázy uplatňuje při podezření na metastázy, a především u podezření medulárního karcinomu, kdy v předchozích diagnostických metodách nebyla tato diagnóza potvrzena zároveň došlo k průkazu vysoké hladiny kalcitoninu, který je typickým tumor markerem (Vlček, 2011, s. 338). Dalším důvodem pro toto vyšetření je podezření na joaneakumulující metastázy diferencovaného karcinomu štítné žlázy, tzn. při zvýšení hladiny tyreoglobulinu nebo protilátek a současně negativnímu jodovému scintigramu (Votrubová et al., 2009, s. 79).

Radiofarmaka

^{18}F -FDG a ^{18}F -DOPA

Při PET/CT vyšetřeních může být použito mnoho radiofarmak. Avšak za nejčastěji používanou se označuje fluorodeoxyglukóza (FDG) značená radionuklidem (Bělohávek, 2004, s. 16). Často se jedná o izotop vyráběný v cyklotronu, fluor osmnáct (^{18}F). Jeho poločas přeměny se rovná 110 minutám, což se dá považovat za optimální dobu pro převoz farmaka na pracoviště nukleární medicíny z místa výroby. Fluorodeoxyglukóza se po aplikaci do těla přirozeně vychytává v oblastech těla s vyšším metabolismem glukózy (Tichý, 2009). Fyziologický nález FDG sledujeme především v mozkových buňkách, dále zobrazení srdeční svaloviny, žaludku a dolní poloviny gastrointestinálního traktu, zejména ve střevech (Bělohávek, 2004, s. 18), játrech a slezině (Koranda a kol., 2017, s. 151). Lehká symetrická akumulace bývá v kostní dřeni, avšak je dobře diferencovaná oproti patologickému nálezu na skeletu. Někdy sledujeme zvýšené vychytávání v kosterním svalstvu, za příčinu se považuje zvýšená fyzická zátěž před vyšetřením a nelačný pacient. Za pozornost stojí velice intenzivní zobrazení ledvin a následně moči, FDG

se vylučuje právě ledvinami a následně močí. Vysoká akumulace glukózy v mozku a močovém traktu zhoršuje, a prakticky znemožňuje diagnostiku tumorů v této oblasti (Bělohávek Otakar, 2004, s. 18).

PET/CT s ^{18}F -FDG lze indikovat i u medulárního karcinomu štítné žlázy (Vlček, 2011, s. 338), avšak na druhé straně se vyskytuje možnost použití ^{18}F -DOPA (Beheshti, Pöcher, Vali et al., 2009).

Dihydroxyfluorofenylalanin (^{18}F -DOPA) po aplikaci do těla pacienta dekarboxyluje na dopamin (Nanni, Fanti, Rubello, 2007). Hlavními indikacemi použití DOPA PET/CT jsou mozkové a neuroendokrinní nádory, ale také vrozená hyperinzulinemická hypoglykémie. Při použití DOPA PET/CT dochází k fyziologické akumulaci v bazálních gangliích, pankreatu, játrech i ve střevech a nadledvinách. Velice intenzivní vychytávání pozorujeme ve žlučníku a žlučovodech, dále v ledvinách, močovodech a močovém měchýři (Chondrogiannis et al., 2013).

Ve studii bylo zkoumáno šestadvacet pacientů se zvýšenou hladinou kalcitoninu, a následným podezřením medulárního karcinomu. Výsledky PET/CT s ^{18}F -FDG podaly průkaz onemocnění v patnácti případech, na rozdíl s využitím radiofarmaka ^{18}F -DOPA došlo k potvrzení až jednadvaceti případů. Z výsledku vyplývá, že použitím DOPA PET/CT dochází k vyšší senzitivitě oproti FDG (Beheshti, Pöcher, Vali et al., 2009).

Příprava pacienta

Při použití ^{18}F -FDG

Za důležité se považuje, aby docházelo k vyššímu metabolismu fluorodeoxyglukózy oproti glukóze, a zároveň nedocházelo k distribuci FDG převážně do kosterního svalstva vlivem vysoké glykémie ($>10\text{mmol/l}$), nebo po podání inzulínu. Pro dobře hodnotitelné výsledky je nezbytné dodržet šestihodinové lačnění, a požívání pouze neslazených nápojů (ideálně již 24hod před akvizicí), vynechání větší fyzické námahy, dostatečná hydratace jako prevence nefropatie po podání jodové kontrastní látky. Pouze 4 hodiny před vyšetřením by se hydratace měla omezit na 100ml/hod. Jestliže se v alergologické anamnéze objevuje citlivost na jód, považujeme nutnou premedikaci Prednisonem (Tichý, 2009). Před podáním JKL 12-18 hodin ve 40mg, následně 6 hodin ve 20mg formou tablet (Vomáčka a kol., 2015,

s. 69). U pacientů trpících diabetem se doporučuje aplikovat inzulin naposledy večer před vyšetřením. Pokud je nutné podat inzulin a glukózu intravenózně, tak nejpozději 4 hodiny před zahájením vyšetřovací metody (Tichý, 2009).

Při použití ¹⁸F- DOPA

Medikace, které by mohly ovlivnit distribuci radiofarmaka je nutné vysadit 24 hodin před vyšetřením. Avšak ve většině indikací nedochází k vzájemnému ovlivňování léků a ¹⁸F-DOPA. Není tak nutné vysazení žádných specifických léčiv. Výjimka se udává u vrozené inzulinémii, kdy je potřeba omezit užívání předepsaných léčiv při tomto onemocnění (diazoxid, glukagon) po dobu dvou dnu po 6 hodinách, kdy pacient musí být nalačno, a doporučují se infuze glukózy k udržení euglykemie. Opatření a možná premedikace pro vyšetření výpočetní tomografie (CT) bylo již výše zmíněno (Chondrogiannis et al., 2013).

Provedení vyšetření

Pacient by se měl na vyšetření dostavit s předstihem, aby akvizice byla spuštěna včas podle harmonogramu. Po vyzvání dochází pacient do aplikační místnosti. Zde se měří hladina cukru v krvi, dochází k zavedení kanyly, která musí být průchodná, podává se případná premedikace a perorální kontrastní látka. V poslední řadě se aplikuje radiofarmakum. Z důvodu radiační ochrany pracovníků bývá stříkačka chráněna wolframovým stíněním. Po podání ¹⁸F-FDG (Tichý, 2009), o aktivitě 150-400MBq u 70kg pacienta (SÚKL, 2018), vyčká pacient v klidové fázi vyšetření 60 minut (Tichý, 2009). Úprava aplikované aktivity nabývá přísných norem především u dětí, přizpůsobuje se dle hmotnosti. Lze ji vypočítat z následujícího vzorce a tabulky (tabulka č. 3).

A= základní aktivita **X** koeficient [MBq], kdy **A**= aplikovaná aktivity

Tabulka č.3 - Koeficient k výpočtu aktivity podle hmotnosti u osob do 18let.

Hmotnost [kg]	Koeficient	Hmotnost [kg]	Koeficient	Hmotnost [kg]	Koeficient
3	1,00	22	5,29	42	9,14
4	1,14	24	5,71	44	9,57
6	1,71	26	6,14	46	10,00

8	2,14	28	6,43	48	10,29
10	2,71	30	6,86	50	10,71
12	3,14	32	7,29	52-54	11,29
14	3,57	34	7,72	56-58	12,00
16	4,00	36	8,00	60-62	12,71
18	4,43	38	8,43	64-66	13,43
20	4,86	40	8,86	68	14,00

(SÚKL, 2018)

Po aplikaci v době klidové fáze se FDG vychytává v tkáních se zvýšeným metabolismem glukózy, fyziologicky nebo ve formě patologických lézí. Zároveň je pacientovi perorálně podáváno kontrastní medium z důvodu odlišení střev od ostatních orgánů a lézí dutiny břišní při CT vyšetření. Důležité před samotným vyšetřením je vymočení pacienta, svlečení do spodního prádla a odložení všech kovových předmětů. Následně vyšetřovaného uložíme na stůl v poloze na zádech, ruce v prodloužení natažené za hlavou. Typický rozsah vyšetření soustředíme od báze lební po třísla. Radiologický asistent napojí pacienta kanylou k tlakovému injektoru, a v průběhu vyšetření dochází k podání JKL (Tichý, 2009).

Při použití radiofarmaka ^{18}F -DOPA se některé modalitty liší. Pacient by měl být lačný alespoň 4 hodiny před aplikací. Aktivita se obvykle pohybuje kolem 3-4 MBq/kg tělesné hmotnosti (Archier, Heimbürger, Guerin et al., 2016). Ideálně by akvizice dat měla být spuštěna do 1hod. po aplikaci. Vyšetření, stejně jako při použití FDG, je celotělové (whole-body) (Chondrogiannis et al., 2013), od báze lební po třísla (Tichý, 2009) s low-dose CT. Obvyklá délka sběru dat trvá 15-30 minut (Chondrogiannis, 2013).

4.7 Radiační ochrana

V diagnostických metodách nukleární medicíny platí obecné principy radiační ochrany-časem, stíněním a vzdáleností.

Pracovníci jsou vystaveni vnějšímu ozáření při manipulaci s radiofarmakem včetně jeho vlastní aplikace do těla pacienta. Následně i sám pacient je zdrojem ionizujícího záření. Je nutné věnovat pozornost i možnosti vnitřní kontaminace pracovníků, a to především při znečištění oblečení a rukou.

Mezi hlavní zásady ochrany patří omezení kontaktu s pacientem, jen na dobu nezbytně nutnou, použití osobních ochranných pomůcek (rukavice, brýle, zástěry) a pracovního oblečení. Radiofarmaka jsou umístěna ve stínících obalech, kontejnerech. Prostor vyšetřovny a ovladovny odděluje stěna, která je stíněna, a číré okno zhotovené z olověného skla. Podmínky kontrolovaného pásma v prostorech nukleární medicíny zakazují jíst, pít a kouřit.

Pacienti

Množství aplikovaného radiofarmaka by mělo být takové, aby zaručovalo dostačující diagnostickou výpověď při co nejnižší možné radiační zátěži pacienta. Pro tyto účely slouží diagnostické referenční úrovně, které vyjadřují množství aplikované aktivity na člověka o hmotnosti 70 kg. Aktivita aplikovaného radiofarmaka nesmí přesáhnout $\pm 10\%$ referenční hodnoty. Před aplikací je aktivita kontrolována ve studnové ionizační komoře.

Pacient může ovlivnit rychlost eliminace radiofarmaka z těla. To je většinou vylučováno ledvinami a následně močí. Při zvýšené hydrataci a následné častější mikci lze snížit radiační zátěž na stěnu močového měchýře (Hušák a kol., 2009, s. 96-101). Mezi absolutní kontraindikace použití radiofarmaka u vyšetření štítné žlázy řadíme laktaci a těhotenství (Kupka a kol., 2015, s. 14).

Nejvyšší efektivní dávka je udávána z transmisního vyšetření PET/CT, což platí pro pacienty i pro pracovníky (především radiologické asistenty). Ve srovnání PET/CT s ^{18}F -FDG a scintigrafie štítné žlázy s technecianem, vykazuje PET/CT až 40x vyšší efektivní dávku na jedno vyšetření pacienta (Hušák a kol., 2009, s. 97-98).

Tabulka č.4- Efektivní dávka radiologického asistenta na jedno vyšetření pacienta.

Vyšetření	Radiofarmakum	Aplikovaná aktivita [MBq]	Efektivní dávka [μSv] jednoho vyšetření
PET/CT	^{18}F -FDG	400	5,0-8,0
Scintigrafie štítné žlázy	$^{99\text{m}}\text{TcO}_4$	200	0,2-0,6

(Hušák a kol., 2009, s. 98)

5 Terapie diferencovaných nádorů štítné žlázy

Za metodu první volby, u všech výše uvedených primárních typů karcinomů štítné žlázy, se doporučuje totální tyreoidektomie. Méně často může být indikována lobektomie nebo istmektomie u tumorů do 1 cm. Po operativním zákroku u diferencovaných karcinomů následuje doléčení radiojódem. Tato terapie slouží i k léčbě metastáz papilárního nebo folikulárního tumoru (Límanová, 2005).

5.1 Radiojodový akumuláční test

Významnou roli před samotnou radioablací přestavuje radiojodový akumuláční test. Cílem testu je poukázat na míru vychytávání jodidu ve štítnici, udává se v procentech [%] z podané aktivity. Hlavní důvod provádění tohoto testu spočívá v měření kinetiky jodu.

Průběh testu začíná podáním malé dávky ^{131}I v kapslích. Následuje měření akumulace radiojodu ve štítné žláze po 6 a 24 hodinách. Po 24 hodinách se považuje za normální hodnotu pokles původní aktivity na 20-40 % (Koranda a kol., 2014, s. 183).

5.2 Terapie ^{131}I

Léčba radiojódem se stala typickou u diferencovaných tumorů (papilárního a folikulárního) z důvodu zachování schopnosti vychytávat jod. Avšak následuje až po chirurgickém zákroku (Jurečková, 2016) a následné substituční léčbě hormony, aby v čase před zahájením terapie radiojódem, nedošlo ke vzniku hypotyreózy, která může být rizikovým faktorem k navrácení nádorového onemocnění (Vlček, 2011). Mimo jiné může být podán i za záměrem kurativní léčby, adjuvance nebo v rámci paliativní péče (Šlampa, Petera et al., 2007, s. 117).

Před zahájením terapie nutno upozornit na poměrně dlouhou přípravu. Nezbytnou součástí je vyvarování se nadměrného příjmu jodu. Před výkonem má pacient konzumovat stravu s nízkým obsahem jodu po dobu 3. týdnů. Vyvarovat se přísunu jodové kontrastní látky při medicínských vyšetřeních, možnost zahájení této léčby po jejím podání je možná s odstupem 2.-3. měsíců. Důležité je vysadit i některé léky (např. Amiodaron).

Pacient je přijat k hospitalizaci na oddělení nukleární medicíny v rozmezí 2.-3. měsíců po operativním zákroku.

Roli pro zahájení léčby hraje i stimulace TSH, kterou lze zajistit dvěma metodami:

1. Vysazení supresní léčby hormony štítné žlázy.

2. Injekčním podáním 0,9mg rhTSH (rekombinantní humánní thyreotropin). Aplikuje se intramuskulárně dva po sobě jdoucí dny. Třetí den se podává ^{131}I . Za výhodné se považuje, že nemusí docházet ke vzniku hypotyreózy. I přesto se používá méně často z důvodu vysoké ceny přípravku.

Podáním ^{131}I dochází k odstranění (tzv. radioablaci) všech možných zbytků (příp. metastáz) diferencovaného tumoru. Nejprve se pacientovi podává základní dávka 74MBq. Po 24 hodinách se provede radiojodový akumulární test zbytkové nádorové tkáně. Následně se zahájí terapie podáním jodidu per os, o aktivitě 3,7GBq, většinou ve formě kapslí (Vlček, 2011), což je spojeno i s nižší radiační zátěží pro pracovníky, oproti podání v roztoku. Kapsle jsou před podáním ukryty v oloveném kontejneru. Izotop vykazuje vysoké vychytávání v buňkách ŠŽ a diferencovaných karcinomech a destrukci tkáně. Výhoda se zakládá na možnosti aplikace vysokých dávek záření do cílového objemu s nízkým rizikem nežádoucího ozáření tkání okolních i vzdálených. Pokud je podán radiojod o aktivitě 3,7GBq, absorbovaná dávka se pohybuje okolo 500 Gy i více. K radioablaci tyreoidální tkáně dochází již při dávce 300 Gy (Šlampa, Petera et al., 2007, s. 117-118). Poločas rozpadu u ^{131}I se udává 8,02 dne (SÚKL, 2018). Známa je fyziologická akumulace ve slinných a mléčných žlázách, žaludku, dvanáctníku a sliznici nosu. Jelikož se ^{131}I vylučuje močí udává se značná radiační zátěž močového měchýře o dávce 0,61mGy/MBq (Šlampa, Petera et al., 2007, s. 117-118).

V průběhu 3-5 dnů po podání terapeutické dávky ^{131}I se zařazuje postablační celotělová scintigrafie (Vlček, 2011). Není nutné podávat radiofarmakum pro celotělové vyšetření štítné žlázy. Využívá se gama záření z izotopu ^{131}I . Akumulace radiojodu postižené oblasti by měla vykazovat méně než 2% původní podané aktivity. Pokud na výsledných scintigramech nejsou pozorovány žádná patologická ložiska ani metastázy, následuje substituční léčba hormony. Jestliže nedošlo k úplné eliminaci metastáz nebo tkáně, indikuje se opět terapie ^{131}I po 3.-6. měsících. Aplikovaná aktivita v tomto odstupu se pohybuje v rozmezí 3,7-10,0GBq (Šlampa,

Petera et al., 2007, s. 117). Radioablace bývá neefektivní u velkých zbytků tkáně ŠŽ. Pacientovi je indikována reoperace a opět následná terapie ^{131}I (Vlček, 2011).

K recidivě diferencovaného tumoru může dojít v mnohaletém odstupu. Po úspěšné léčbě je tedy nezbytné doživotní sledování pro možný výskyt recidivy nádorového onemocnění. Toto poléčebné sledování zahrnuje fyzikální a ultrasonografické vyšetření, celotělovou scintigrafii a stanovení plazmatické hladiny tyreoglobulinu (Tg) a antiTg. V některých případech udává vysoká hladina protilátek proti Tg falešně nízkou hladinu Tg.

Protože jde o léčbu zářením pozorujeme zde podobné časné a pozdní nežádoucí účinky jako při ozáření zevní radioterapií. U časných nežádoucích účincích pozorujeme postradiační gastritidu, zánět slinných žláz, bolesti v oblasti epigastria často doprovázeno nauzeou. Zřídka může dojít i ke snížení funkce kostní dřeně, které se však s odstupem času upraví do fyziologického stavu. Pozdní reakce se objevují především u pacientů, u kterých byla opakovaně indikována radioablace vysokých dávek záření. Jedná se především o vznik malignit v jiných lokalizacích – ze solidních nádorů se především jedná o nádory močového měchýře a slinných žláz, kterými je radiojod vylučován z těla, systémově leukémie (Šlampa, Petera et al., 2007, s. 118–119).

Terapie pomocí ^{131}I -MIBG

Ve výjimečných případech lze indikovat léčbu medulárního karcinomu štítné žlázy (nediferencovaný typ) metajodbenzylguanidinem, který je značený izotopem ^{131}I . Akumulace obvykle není příliš vysoká, a má tedy nedostatečnou léčebnou odpověď. Ovšem dokáže zpomalit rychlost růstu. Při použití tohoto radiofarmaka se podává i. v. v infuzích aktivita 3-5 GBq (Šlampa, Petera et al., 2007, s. 119).

5.3 Radiační ochrana

Terapeutické aplikace radiofarmak jsou prováděny na lůžkové části oddělení nukleární medicíny za podmínek splňující radiační ochranu (Vlček, 2011). Samotné pokoje jsou stíněny barytem, a kanalizace odpadů je řešena vymírajícími jímkami pro radioaktivní odpad. Po poklesu aktivity pod 450 Bq/l je možné vypustit tento odpad do životního prostředí (Šlampa, Petera et al., 2007, s. 119). Nezbytnou součástí je zajištění nemocničního oblečení, protože může dojít ke kontaminaci oblečení

otevřenými zářiči. Před samotným propuštěním musí být zkontrolovány osobní věci pacientů, zda nedošlo ke znečištění radiofarmakem. Při průkazu znečištění je nutné provést dekontaminaci věcí, případně jsou zcela odstraněny do radioaktivního odpadu (Vlček, 2011).

Na lůžkových odděleních nukleární medicíny jsou jakékoli návštěvy zakázány (Šlampa, Petera et al., 2007, s. 119). V rámci radiační ochrany je nezbytnou součástí, před propuštěním pacienta, měření vnějšího vyzařování, které nesmí být vyšší než 250MBq (Vlček, 2011). Pacient vzápětí dostane písemné poučení, kde nalezne pokyny k omezení dávek osob v jeho blízkém okolí.

Platí zde i obecné zásady radiační ochrany, a to ochrana časem, vzdáleností a stíněním.

Ambulantní terapie otevřenými zářiči je ve zvláštních případech svolena Státním ústavem pro jadernou bezpečnost (SÚJB). Tento ambulantní výkon nelze provést u pacientů trpících inkontinencí (Hušák a kol., 2009, s. 95-96).

Stejně jako u diagnostiky karcinomů štítné žlázy v nukleární medicíně platí i zde absolutní kontraindikace podání ^{131}I těhotným a kojícím ženám. Po radioablacii je rizikové, když žena otěhotní do 1 roku. Muž by po této terapii neměl počít dítě do 4 měsíců. (Šlampa, Petera et al., 2007, s. 119).

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se v první kapitole zabývá obecně přehledem nukleárně-medicínských metod. Popisuje jednotlivé typy diagnostických vyšetření jejich základní fyzikální princip a technické parametry. Objasňuje a porovnává rozdíly mezi těmito diagnostickými vyšetřeními, a typy radioaktivních přeměn izotopů používaných v radiofarmacích, které jsou odlišné u scintigrafického vyšetření (případně SPECT) a PET. Z malé části se zabývá i základními principy léčby v nukleární medicíně.

V druhé kapitole je pojednáváno o funkci a anatomickém popisu štítné žlázy, působení hormonů a fyziologických hladinách hormonů, které thyroidea produkuje.

Třetí část je věnována jednotlivým karcinomům štítné žlázy. Podrobněji popisuje rozdíly mezi nimi. Poukazuje na jejich odlišné chování, což je dáno zejména typem buněk, ze kterých nádor vychází. Charakterizuje rozdíly v etiologii, růstu či v zakládání metastáz ať už se jedná o metastázy regionálních mízních uzlin či vzdáleného metastatického postižení. Posuzuje také prognostickou bilanci karcinomů. Ačkoliv dosahují tyto karcinomy nejvyšší četnosti v oboru endokrinologie, jejich časný záchyt a interdisciplinární přístup v terapii snižuje mortalitu na toto onemocnění.

Čtvrtá kapitola se zabývá diagnostickými možnostmi karcinomů štítné žlázy, celkově v medicíně ale zejména v oboru nukleární medicíny. Popisuje širokou škálu radiofarmak, kterou lze k detekci karcinomů štítné žlázy při scintigrafii a vyšetření PET/CT využít. Radiofarmaka jsou specifická pro zobrazování určitých typů karcinomů. U dobře diferencovaných tumorů štítné žlázy převládá scintigrafické zobrazování, nejčastěji s využitím radiofarmaka $^{99m}\text{TcO}_4$. Medulární karcinomy a metastázy diferencovaných karcinomů, které ztratily schopnost akumulace jodu, jsou indikovány pro vyšetření PET/CT s ^{18}F -FDG nebo ^{18}F -DOPA. Součástí této kapitoly je i popis přípravy pacienta před jednotlivými diagnostickými úkony a radiační ochrana pracovního personálu i pacientů.

Pátá kapitola pojednává o možnostech terapie ^{131}I u diferencovaných typů karcinomů. Této léčbě předchází radiojodový akumulační test, který je také popsán. Terapie v nukleární medicíně je také spojena s určitou dávkou radiační zátěže. I tato část obsahuje základní principy radiační ochrany pro minimalizaci ozáření na co

nejnižší možnou hranici pro pacienta, personál, a v případě ambulantní léčby i pro osoby přicházející do styku s pacientem. Jsou zde popsány i možné časné a pozdní vedlejší účinky záření, které se mohou u pacientu projevit, a to zejména při opakovaném použití terapie radiojódem. Malá část se věnuje použití ^{99m}Tc -MIBG jako terapeutické složky u medulárního karcinomu štítné žlázy.

V bakalářské práci byly předloženy dohledané informace splňující všechny cíle. První cíl: informace o karcinomech štítné žlázy, které byly nejvíce popsány ve třetí kapitole. Druhý cíl: diagnostické metody a přehled radiofarmak byl obecně popsán v první kapitole, a následně konkrétněji v kapitole čtvrté. Terapií radiojódem a třetím posledním cílem se zabývala pátá kapitola.

Bibliografické a elektronické zdroje

1. KUPKA, Karel, Jozef KUBINYI, Martin ŠÁMAL a kol. *Nukleární medicína*. Nakladatelství P3K, s. r. o., Praha, 2015, 6. přepracované vydání (v Nakladatelství P3K vydaní druhé), ISBN 978-80-87343-54-8
2. KORANDA, Pavel a kolektiv. *Nukleární medicína*. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 2017, dotisk 1. vydání z roku 2014, ISBN 978-80-244-4031-6.
3. HUDÁK, Radovan, David KACHLÍK a kolektiv. *Memorix anatomie*. Stanislav Juhaňák-TRITON, Praha, 2017, 4.vydání. ISBN 978-80-7553-420-0.
4. KORANDA, Pavel, Miroslav MYSLIVEČEK, Václav HUŠÁK. *Nukleární medicína v endokrinologii a terapie otevřenými zářiči*. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc 2002, 1.vydání, ISBN 80-244-0415-X
5. JISKRA, Jan. *Poruchy štítné žlázy*. Mladá Fronta a. s., 2011. ISBN 978-80-204-2456-3
6. BÜCHLER, Tomáš a kol. *Speciální onkologie*. Maxdorf s. r. o., 2017. ISBN 978-80-7345-539-2
7. HALAŠKA, Michael J., Lukáš Rob a kol. *Onkologická onemocnění během těhotenství*. Praha: Mladá Fronta a.s., 2015. ISBN 978-80-204-3753-2. Dostupné také z <https://kramerius-vs.nkp.cz/view/uuid:9fd0bb90-ce16-11e9-84ef-005056827e51?page=uuid:fb88f672-4823-4135-a187-0546737adc71>
8. ZAMRAZIL, Václav, Václav HOLUB, Petr KASALICKÝ. *Endokrinologie*. TRITON, 2003. ISBN 80-7254-380-6
9. ŠLAMPA, Pavel, Jiří PETERA et al. *Radiační onkologie*. Galén 2007, ISBN 978-80-7262-469-0
10. VOTRUBOVÁ, Jana et al. *Klinické PET a PET/CT*. Galén 2009, ISBN 978-80-7262-619-9
11. VLČEK, Petr. *Diferencovaný karcinom štítné žlázy-nový pohled na jeho léčbu*. Onkologie 2011, roč. 5, č. 6, s. 329-332, dostupné z <https://www.onkologiecs.cz/pdfs/xon/2011/06/04.pdf>
12. LÍMANOVÁ, Zdeňka. *Štítná žláza*. Galén, 1.vydání, 2006. ISBN 80-7262-400-8
13. KOPEČKOVÁ, Kateřina a kol. *Nádory štítné žlázy*. Mladá fronta a. s., 2019, ISBN 978-80-204-5155-2

14. VORLÍČEK, Jiří, Jitka ABRAHÁMOVÁ, Hilda VORLÍČKOVÁ a kol. *Klinická onkologie pro sestry*. Grada, Praha, 2012. ISBN 978-80-247-3742-3
15. SOBIN, L. H., Christian WITTEKIND. *TNM-klasifikace zhoubných novotvarů*. Ústav zdravotnických informací a statistiky České republiky, Praha, 2004, c2002. ISBN 80-7280-391-3
16. ÚZIS. *TNM klasifikace zhoubných novotvarů, 7. vydání*. ÚZIS, 2011, 7. vydání. Dostupné z <https://www.uzis.cz/sites/default/files/knihovna/tnm-7.pdf>
17. ÚZIS. *TNM klasifikace zhoubných novotvarů, 8. vydání*. ÚZIS, 2018, 8. vydání. Dostupné z https://www.uzis.cz/sites/default/files/knihovna/TNM_8_Prezentace_Klasifikace_zhoubnych_novotvaru.pdf
18. VLČEK, Petr, Karel VONDRA a kol. *Učební texty k pracovním cvičením z endokrinologie*. Univerzita Karlova v Praze, Karolinum, 2008. ISBN 978-80-246-1571-4. Dostupné také z <https://kramerius-vs.nkp.cz/view/uuid:be660280-bf1d-11e3-b110-005056827e51?page=uuid:0f1e1a40-f2aa-11e3-adbd-5ef3fc9bb22f>
19. BHATAI, N. et al. *Efficacy of dual use of Tc-99m-pertechnetate and Tc-99m-tetrofosmin scintigraphy for the assessment of thyroid*. Journal of medical imaging and radiation onkology, 2020. DOI 10.1111/1754-9485.13006. Dostupné z <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=5&sid=46d73b80-50b7-4a03-8beb-6e822783254e%40pdc-v-sessmgr02&bdata=Jmxhbmc9Y3Mmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=32103595&db=mdc>
20. KORANDA, Pavel a kol. *Nukleární medicína*. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 2014. ISBN 978-80-244-4031-6.
21. VLČEK, Petr. *Medulární karcinom štítné žlázy-diagnostické a léčebné možnosti*. Solen, 2011, roč. 5, č. 6, s. 336-339 Dostupné z <https://www.onkologiecs.cz/pdfs/xon/2011/06/06.pdf>
22. BĚLOHLÁVEK, Otakar. *Pozitronová emisní tomografie s fluorodeoxyglukózou (FDG PET)*. Praha: Lacomed, 2004. ISBN 80-902873-8-7. Dostupné také z <https://kramerius-vs.nkp.cz/view/uuid:6e8422c0-1647-11e4-8e0d-005056827e51?page=uuid:ee7ae4d0-2481-11e4-8c14-5ef3fc9bb22f>

23. TICHÝ, Lubomír. *Vyšetřovací metoda-PET/CT*. Medicína pro praxi, 2009, roč. 6, č. 1, s. 46-49. Dostupné z https://www.medicinapropraxi.cz/artkey/med-200901-0011_Vysetrovaci_metoda-PET_CT.php
24. BEHESHTI, Mohsen, Sigrid Pöcher, Reza Vali et al. *The value of ¹⁸F-DOPA PET/CT in patients with medullary thyroid carcinoma: comparison with ¹⁸F-FDG PET/CT*. Eur Radiology 2009, č. 19, s. 1425-1434. DOI 10.1007/s00330-008-1280-7. Dostupné z <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00330-008-1280-7>
25. NANNI, Cristina, Stefano FANTI, Domenico RUBELLO. *¹⁸F-DOPA and PET/CT*. Journal of Nuclear Medicine, 2007, 48.10: 1577-1579. Dostupné z <http://jnm.snmjournals.org/content/48/10/1577.full.pdf+html>
26. CHONDROGIANNIS, Sotirios, et al. *Normal distribution pattern and physiologic variants of ¹⁸F-DOPA PET imaging*. Nuclear medicine communications, 2013, 34.10: 1141. Dostupné z <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3815120/>
27. HUŠÁK, Václav a kol. *Radiační ochrana pro radiologické asistenty*. Univerzita Palackého v Olomouci, 2009, 1.vydání. ISBN 978-80-244-2350-0
28. VOMÁČKA, Jaroslav a kol. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Univerzita Palackého v Olomouci, 2015, 2. doplněné vydání. ISBN 978-80-244-4508-3
29. SÚKL. *Souhrn údajů o přípravku*. SÚKL, 2018. Sukls298596/2018. Dostupné z [file:///C:/Users/hp/Downloads/2-18f-fdg-spc%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/hp/Downloads/2-18f-fdg-spc%20(1).pdf)
30. ARCHIER, Aurélien, Céline HEIMBURGER, Carole GUERIN et al. *¹⁸F-DOPA PET/CT in the diagnosis and localization of persistent medullary thyroid carcinoma*. European journal of nuclear medicine and molecular imaging, 2016, 43.6: 1027-1033 DOI 10.1007/s00259-015-3227-y. Dostupné z <https://link.springer.com/article/10.1007/s00259-015-3227-y>
31. LÍMANOVÁ, Zdeňka et al. *Nádory štítné žlázy-diagnostika a léčba*. Interní medicína pro praxi, 2005. 5.6: 308-314. Dostupné z <https://www.internimedicina.cz/artkey/int-200306-0008.php>
32. JUREČKOVÁ, Andrea. *Karcinomy štítné žlázy z pohledu onkologa-systémová léčba*. Onkologie, Solen, 2016, roč.10, č.4, s.181-184. Dostupné z <https://www.onkologiecs.cz/pdfs/xon/2016/04/06.pdf>

33. SÚKL. *Souhrn údajů o přípravku*. SÚKL, 2018. Sukls127079/2018. Dostupné z <file:///C:/Users/hp/Downloads/sodium-iodide-i131-capsule-t-spc.pdf>
34. TÁBORSKÁ, Kateřina. *Somatostatinová receptorová scintigrafie ^{99m}Tc-EDDA/HYNIC-TOC první klinické zkušenosti v České republice*. proLékaře.cz Nukleární medicína, 2012, č. 1. Dostupné z <https://www.prolekare.cz/casopisy/nuklearni-medicina/2012-1/somatostatinova-receptorova-scintigrafie-99mtc-edda-hynic-toc-prvni-klinicke-zkusenosti-v-ceske-republice-39629>

Seznam zkratek

Zkratka	Význam
ÚZIS	Ústav zdravotnických informací a statistiky
SÚKL	Státní ústav pro kontrolu léčiv
T(f)	poločas rozpadu
^{99m}Tc	izotop metastabilního technecia
atd.	a tak dále
3D	trojrozměrný
γ	gama
Nal(Tl)	jodid sodný aktivovaný thaliem
cm	centimetr
81mKr	izotop metastabilní krypton
např.	například
ŠŽ	štítná žláza
E	energie
keV	kilo elektron volt
2D	dvourozměrný
β^+	beta plus
^{18}F	izotop fluoru
mm	milimetr
tzv.	tak zvaný
mSv	milisievert
β^-	beta mínus

μ	mikro
LU	lymfatická uzlina
Ca	vápník
Mg	magnézium
Na	sodík
K	draslík
P	fosfor
TSH	thyreostimulační hormon
MHz	megahertz
i.v.	intravenózně
ČR	Česká republika
MBq	megabequerel
mmol/l	milimol na litr
JKL	jodová kontrastní látka
mg	miligram
kg	kilogram
A	aktivita
MBq/kg	megabequerel na kilogram
příp.	případně
GBq	gigabequerel
Gy	gray
mGy/MBq	miligray na megabequerel
μ Sv	mikrosievert
Bq/l	becquerel na litr

Seznam tabulek

Tabulka č.1 - Stádia diferencovaných nádorů ŠŽ u osob do 55 let.

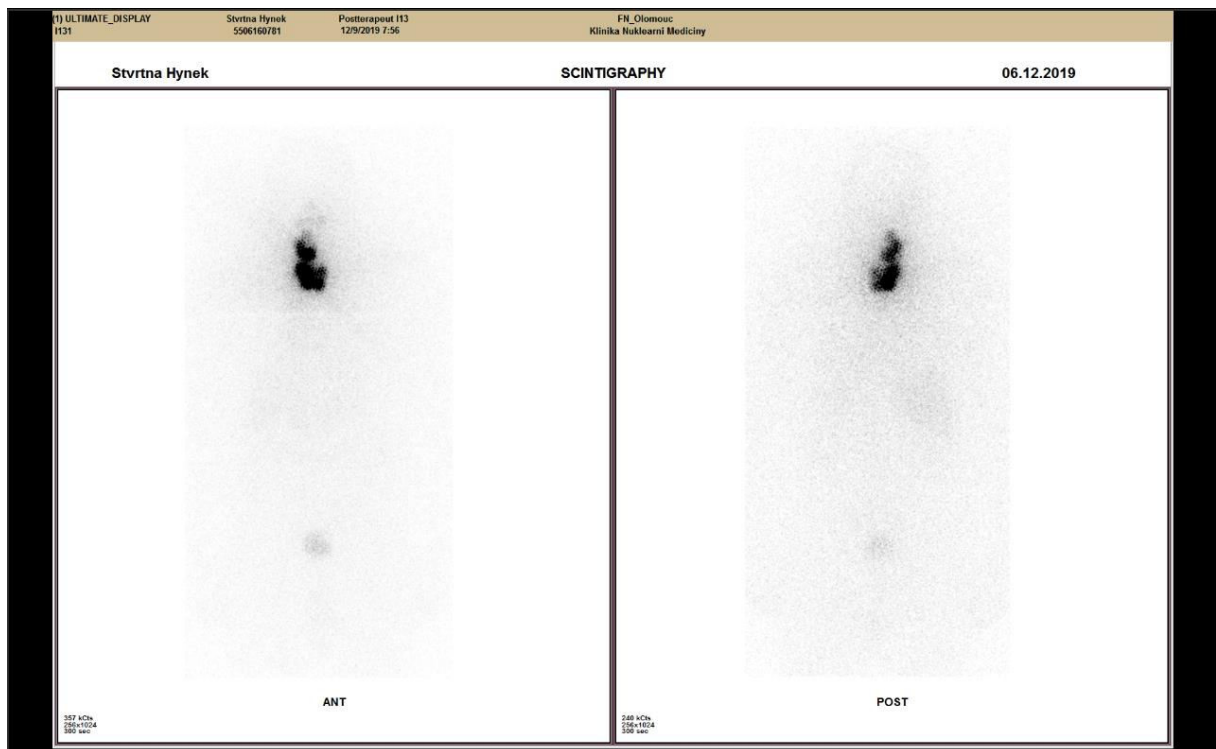
Tabulka č.2 - Stadia diferencovaných nádorů ŠŽ u osob starších 55 let.

Tabulka č.3 - Koeficient k výpočtu aktivity podle hmotnosti u osob do 18 let.

Tabulka č. 4 – Efektivní dávka radiologického asistenta na jedno vyšetření pacienta.

Obrazová příloha

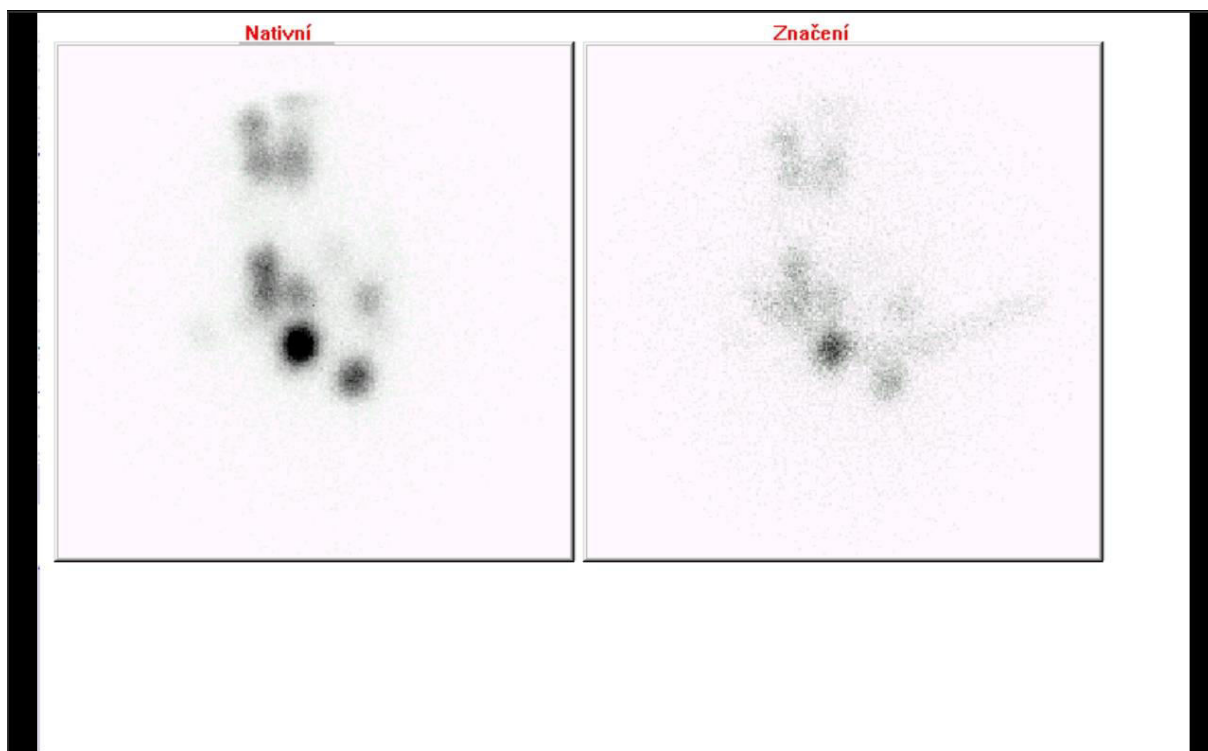
Obr. 1



Pacient s papilárním karcinomem štítné žlázy po chirurgickém odstranění štítné žlázy a jedné metastatické uzliny vpravo na krku. Celotělové vyšetření po vysazení hormonů a po podání 7,4GBq ^{131}I : na scintigramu je patrná masivní akumulace radiofarmaka ve zbytcích štítné žlázy a v jodakumulujících metastatických lymfatických uzlinách na krku, chabá akumulace ve slinných žlázách a v močovém měchýři, který obsahuje aktivní moč.

(zdroj: KNM FNOL)

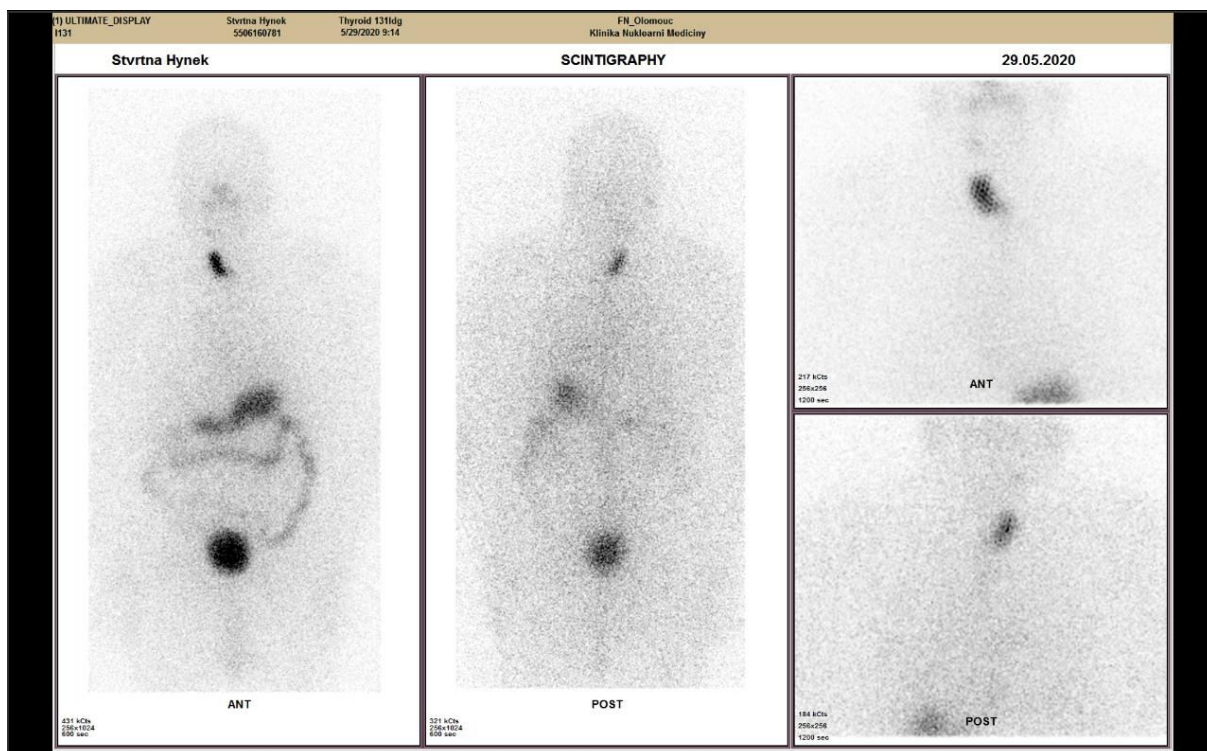
Obr. 2



Tentýž pacient, doplňující vyšetření po celotělové scintigrafii – scintigram krku pomocí kolimátoru pinhole: akumulace radiofarmaka ve zbytcích štítné žlázy nad jugulem (v místě dolní a horní části lůžka levého a pravého laloku štítné žlázy), ložisková akumulace vpravo na krku laterálně a kraniálně odpovídá metastatickým lymfatickým uzlinám.

(zdroj: KNM FNOL)

Obr. 3



Tentýž pacient, celotělové vyšetření a statické scintigramy krku a hrudníku po podání diagnostické dávky radiojodu ($185\text{MBq } ^{131}\text{I}$) s odstupem 6- ti měsíců od předchozího vyšetření – na scintigramech je patrná pruhovitá akumulace radiofarmaka odpovídající zbytku – na základě tohoto vyšetření bude následovat podání další terapie radiojodem k odstranění zbytkové jodakumulující tkáně.

(zdroj: KNM FNOL)