

Vysoká škola zdravotnická, o. p. s., Praha 5

**PŘÍNOS PREPARÁTU DaTSCAN V DIFERENCIÁLNÍ
DIAGNOSTICE PARKINSONOVA SYNDROMU**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

KRISTÝNA MEDKOVÁ

Praha 2017
Vysoká škola zdravotnická, o. p. s., Praha 5

**PŘÍNOS PREPARÁTU DaTSCAN
V DIFERENCIÁLNÍ DIAGNOSTICE
PARKINSONOVA SYNDROMU**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

KRISTÝNA MEDKOVÁ

Stupeň vzdělání: bakalář

Název studijního oboru: Radiologický asistent

Vedoucí práce: MUDr. Irena Maříková

Praha 2017



VYSOKÁ ŠKOLA ZDRAVOTNICKÁ, o. p. s.
se sídlem v Praze 5, Dušková 7, PSČ 150 00

Kristýna Medková
3. A RA

Schválení tématu bakalářské práce

Na základě Vaší žádosti ze dne 16. 2. 2016 Vám oznamuji
schválení tématu Vaší bakalářské práce ve znění:

Přínos preparátu DaTSCAN v diferenciální diagnostice parkinsonova
syndromu

*Contribution of Preparation DaTSCAN in the Differential Diagnosis of
Parkinson's Disease*

Vedoucí bakalářské práce: MUDr. Irena Maříková

V Praze dne: 1. 11. 2016


doc. PhDr. Jitka Němcová, PhD.
rektorka

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval/a samostatně, že jsem řádně citoval/a všechny použité prameny a literaturu a že tato práce nebyla využita k získání stejného nebo jiného titulu.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své bakalářské práce ke studijním účelům.

V Praze dne 30. března 2017



.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí práce MUDr. Ireně Maříkové za pomoc a rady při tvorbě mé bakalářské práce. Moje díky patří i Prague Medical Care Department v ÚVN za možnost si zde svou práci vytvořit.

ABSTRAKT

MEDKOVÁ, Kristýna. Přínos preparátu DaTSCAN v diferenciální diagnostice Parkinsonova syndromu. Vysoká škola zdravotnická, o. p. s. Stupeň kvalifikace: Bakalář (Bc.). Vedoucí práce: MUDr. Irena Maříková. Praha. 2017. 67 s.

Nukleární neurologie představuje jednu oblast z širokého spektra scintigrafických vyšetření, které poskytuje Prague Medical Care department v Ústřední vojenské nemocnici v Praze. V bakalářské práci se budu zabývat receptorovou diagnostikou dopaminergního systému, která se užívá k posouzení stavu dopaminových transportérů a receptorů.

Práce bude rozdělena do dvou základních částí. V teoretické části popíši anatomii bazálních ganglií, fyziologii, dopamin a patofyziologii Parkinsonovy choroby. Část je věnována diagnostice Parkinsonovy choroby. Teoretická část bude také zahrnovat princip vyšetření, radiofarmaka a radiační ochranu pacientů a pracovníků na oddělení nukleární medicíny.

Praktická část je koncipována na základě provedení konkrétních neurologických vyšetření na oddělení nukleární medicíny v Prague Medical Care Department v Ústřední vojenské nemocnici. Vybrané studie slouží jako názorná ukázka provedení receptorové diagnostiky dopaminergního systému.

Klíčová slova

Scintigrafie, mozek, Parkinsonský syndrom, radiofarmaka, radiační ochrana

ABSTRACT

MEDKOVÁ, Kristýna. Contribution of Preparation DaTSCAN in the Differential Diagnosis of Parkinson's Disease. Medical College. Degree: Bachelor (Bc.). Supervisor: MUDr. Irena Maříková. Prague. 2017. 67 pages.

Nuclear neurology represents one of the widerange of scintigraphic examinations that are conducted by the Prague Medical Care Department at the Military University Hospital in Prague. In this Bachelor's thesis I focus on receptor diagnosis of dopaminergic system which is used to assess the state of dopamine transporters and receptors.

The thesis is divided into two basic parts. In the theoretical part I describe the anatomy of basal ganglia, physiology, dopamine and pathophysiology of Parkinson's disease. One part also concentrates on diagnosis of Parkinson's disease. Next, the theoretical part deals with examination method, radiopharmaceuticals and radiation protection of patients and staff at the department of nuclear medicine.

The practical part is based on specific neurological examinations carried out at the department of nuclear medicine at the Prague Medical Care Department of the Military University Hospital. Selected studies serve as a demonstration of receptor diagnosis of dopaminergic system.

Keywords Scintigraphy, brain, Parkinson's syndrome, radiopharmaceuticals, radiation protection

OBSAH

ÚVOD.....	12
TEORETICKÁ ČÁST	13
1. Anatomie mozku	13
1.1. Bazální ganglia	13
1.2. Anatomie mozkových cév	14
2. Fyziologie mozku	17
3. Dopamin	19
4. Patofyziologie Parkinsonovy nemoci	19
5. Diagnóza Parkinsonovy choroby	20
5.1. Vyšetření pacienta.....	21
5.2. Laboratorní vyšetření.....	21
5.3. Zobrazovací metody	21
5.4. Neurofyziologická vyšetření.....	22
5.5. L-DOPA, Apomorfinový test	22
5.6. Hodnotící stupnice	23
6. Nukleární medicína	23
6.1. Scintigrafické vyšetření	24
6.2. Přístrojová technika	25
6.3. SPECT.....	28
6.4. Scintigrafie dopaminergního systému mozku	28
6.5. Radiofarmaka.....	29
7. Radiační ochrana.....	30
7.1. Radiační ochrana pro pracovníky	30
7.2. Radiační ochrana pro pacienty.....	31
PRAKTICKÁ ČÁST	33
1. Přístrojové vybavení pracoviště.....	33
2. Indikace a kontraindikace vyšetření.....	34
3. Příprava pacienta	35

4.	Průběh vyšetření.....	35
5.	Radiofarmaka k zobrazení distribuce receptorů CNS aktivita	37
5.1.	Přípravek DATSCAN.....	37
5.2.	Aplikovaná aktivita.....	38
6.	Vybrané kazuistiky.....	39
6.1.	Kazuistika 1.....	39
6.2.	Kazuistika 2.....	40
6.3.	Kazuistika 3.....	41
6.4.	Kazuistika 4.....	43
6.5.	Kazuistika 5.....	44
6.6.	Kazuistika 6.....	46
	DISKUZE	48
	ZÁVĚR	50
	PŘÍLOHY.....	51
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	61
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	66
	SEZNAM PŘÍLOH	67

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

3D	3-Dimension (třírozměrný)
a.	arteria
aa.	arteriae
Bq	becquerel
cm	centimetr
CNS	centrální nervová soustava
CO₂	oxid uhličitý
CT	computertomography (počítačová tomografie)
DRL	diagnostické referenční úrovně
dx.	dextra
eV	elektronvolt
EEG	elektroencefalogram
F	síla
Fe²⁺	kationt železa
g	gram
⁶⁵Ga	gallium
GBq	gigabecquerel
HEM	hematoencefalická bariéra
H₂O	voda
¹²³I	jod
¹³¹I	jod
IBZM	jodobenzamid
kBq	kilobecquerel
keV	kiloelektronvolt
kg	kilogram
m	metr
MBq	megabecquerel
ml	mililitr
MRI	magnetic resonance (magnetická rezonance)
NaI (Tl)	jodid sodný aktivovaný thaliem

NM	nukleární medicína
NO	oxid dusnatý
O₂	kyslík
PET	Positron Emission Tomography (pozitronová emisní tomografie)
PN	Parkinsonova nemoc
RF	radiofarmakum
RTG	rentgenové záření
sin.	sinister
SPECT	Single-Photon Emission Computed Tomography (jednofotonová emisní tomografie)
T3	trijodthyroni
T4	tyroxin
²⁰¹Tl	thalium
TSH	tyreostimulační hormon
ÚVN	Ústřední vojenská nemocnice
vv.	venae

ÚVOD

Nukleární medicína je lékařský obor, který využíváme k diagnostice nebo terapii chorob pomocí intravenózní aplikace radiofarmaka do těla nemocného. Tento obor poskytuje informaci o funkci orgánů, průběhu fyziologických a patologických procesů. Jednou z metod nukleární medicíny je neurologická scintigrafie, která se zabývá především vyšetřením CNS. Mozek je komplikovaný orgán, nachází se v něm centrum základních funkcí, jako je trávení, dýchání a srdeční tep. Další funkcí mozku je řízení pohybu, koordinace rovnováhy a produkce některých hormonů. Mozek je nenahraditelným orgánem, nelze ho ničím nahradit a ani transplantovat. Pomocí otevřených zářičů, které jsou vpraveny do těla pacienta, můžeme diagnostikovat celou škálu onemocnění CNS. Častým vyšetřením je scintigrafie receptorových systémů mozku, kdy se aplikuje radiofarmakum ^{123}I . V dnešní době je totiž stále více obyvatel, kteří jsou postiženi onemocněním, jako je Parkinsonova choroba. Toto vyšetření poskytuje obraz odpovídající funkci bazálních ganglií na receptorové úrovni, je indikováno v rámci diferenciální diagnostiky tremoru.

V této práci se budu zabývat přínosem preparátu DaTSCAN v diferenciální diagnostice Parkinsonova syndromu. Vyšetření byla provedena na SPECT kameře DISCOVERY NM 630 na klinice Prague Medical Care Department v Ústřední vojenské nemocnici v Praze. Ke studii bylo na tomto pracovišti anonymně vybráno několik vyšetření. Práci jsem rozdělila na část teoretickou a část praktickou.

V teoretické části bude shrnut pojem nukleární medicína a scintigrafie receptorových systémů mozku. Dále bude popsána anatomie, fyziologie a patofyziologie mozku. Budeme se zabývat indikací k vyšetření scintigrafie receptorových systémů mozku, jako je Parkinsonova choroba, a jaká radiofarmaka se pro hodnocení tohoto vyšetření používají. V poslední kapitole teoretické části jsem shrnula radiační ochranu pracovníků i pacientů.

V praktické části nejdříve zhodnotím přístrojové vybavení pracoviště, poté popíšu samotné vyšetření mozku. Budu se zabývat přípravou pacienta před vyšetřením, aplikovanou aktivitou a průběhem vyšetření v Prague Medical Care Department. Praktickou část bakalářské práce doplním vzorovými kazuistikami, které jsem získala během odborné praxe.

TEORETICKÁ ČÁST

1. Anatomie mozku

Centrální nervový systém je tvořen míchou a mozkem. Mozek je uložen v dutině lebeční, která ho chrání před poškozením. Je tvořen šedou a bílou mozkovou hmotou. Šedá hmota mozková (z nervových buněk), tvoří mozkovou kůru a tzv. jádra, umístěná v jiných oddílech mozku. Bílá hmota mozková, tvořená výběžky nervových buněk (axony), představuje mozkové dráhy. Mozek je rozdělen na několik částí. K hlavním částem mozku patří prodloužená mícha, mozeček, střední mozek, mezimozek a tzv. koncový mozek. Součástí šedé hmoty, koncového mozku jsou bazální ganglia (nuclei basales), která si v následující kapitole stručně popíšeme. Dále bude popsána anatomie mozkových cév. [5]

1.1. Bazální ganglia

V bazálních partiích hemisfér leží masivní útvary tvořené nakupeninami neuronů. Těmto útvarům říkáme bazální ganglia. Bazální ganglia (nuclei basales) jsou součástí šedé hmoty koncového mozku zevně od thalamu. K základním strukturám bazálních ganglií je řazeno striatum, pallidum a ncl. Subthalamicus.[3][5]

Striatum

Hlavní struktury striata, ncl. caudatus a putamen jsou označovány jako dorzální striatum. Dorzální striatum není homogenní, v 85 % jeho hmoty (tzv. matrix) se nachází velké množství synapsí s acetylcholinem (ACh) jako transmitterem. Zbývajících 15 % dorzálního striata neobsahuje cholinergní synapse. K ventrálnímu striatu je řazen ncl. accumbens, který je lokalizován před předním raménkem capsula interna. [3][5]

Nucleuscaudatus má kapkovitý tvar. Masivní hlavou se vyklenuje do předního rohu postranní komory a zúženou partií těla a ocasu obtáčí nucleuslentiformis a zčásti i thalamus. Konec ocasu dosahuje až ke corpus amygdaloideum. [3][5]

Nucleuslentiformis má tvar trojbokého jehlanu s oválnou a vypouklou bází, která

je obrácena k bílé hmotě. Ta odděluje nucleus lentiformis a claustrum. Má jádro, které je bílou lamelou rozdělené na mediální, vnitřní a zevní. [3][5]

Corpus amygdaloideum je uloženo pod nukleus lentiformis ve spánkovém laloku. Má tvar frontálně postavené destičky. Uplatňují se při vytváření a řízení pohybu, podílejí se také na kognitivních funkcích a funkcích limbického systému.[3][5]

Pallidum

Dorzální pallidum (globus pallidus) je členěno na pars lateralis a pars medialis které má rozšíření až do středního mozku, kde tvoří pars reticulata substantiv nigrae. Ta podobně jako pars medialis obsahuje větší množství čistě GABA-ergních neuronů. Ventrálně od bazálních ganglií se nachází struktury obecně označované jako substantia innominata, jejíž část přiléhající těsně ke globus pallidus se nazývá ncl. basalis meynerti. Obě tyto struktury jsou označované jako ventrální pallidum, které jsou rovněž součástí limbického předního mozku a hrají významnou úlohu při plánování a iniciaci pohybů.[3][5]

Mimo striatum, pallidum a ncl. subthalamicus jsou z funkčního hlediska k bazálním gangliím řazeny substantia nigra a motorická jádra thalamu (ncl. ventralis ant. a lat.), označovaná jako ventrolaterální thalamus. Substantia nigra obsahuje dva odlišné oddíly, pars reticulata a pars compacta. Pars reticulata má velmi podobou cytologickou stavbu jako mediální část globus pallidus, kterého je vlastně výběžkem. Neurony pars reticulata obsahují velké množství železa. Pars compacta je tvořena neurony, které díky vysokému obsahu pigmentu melaninu daly jméno celému útvaru. Tyto neurony syntetizují dopamin, který je transportován do striata. [3][5]

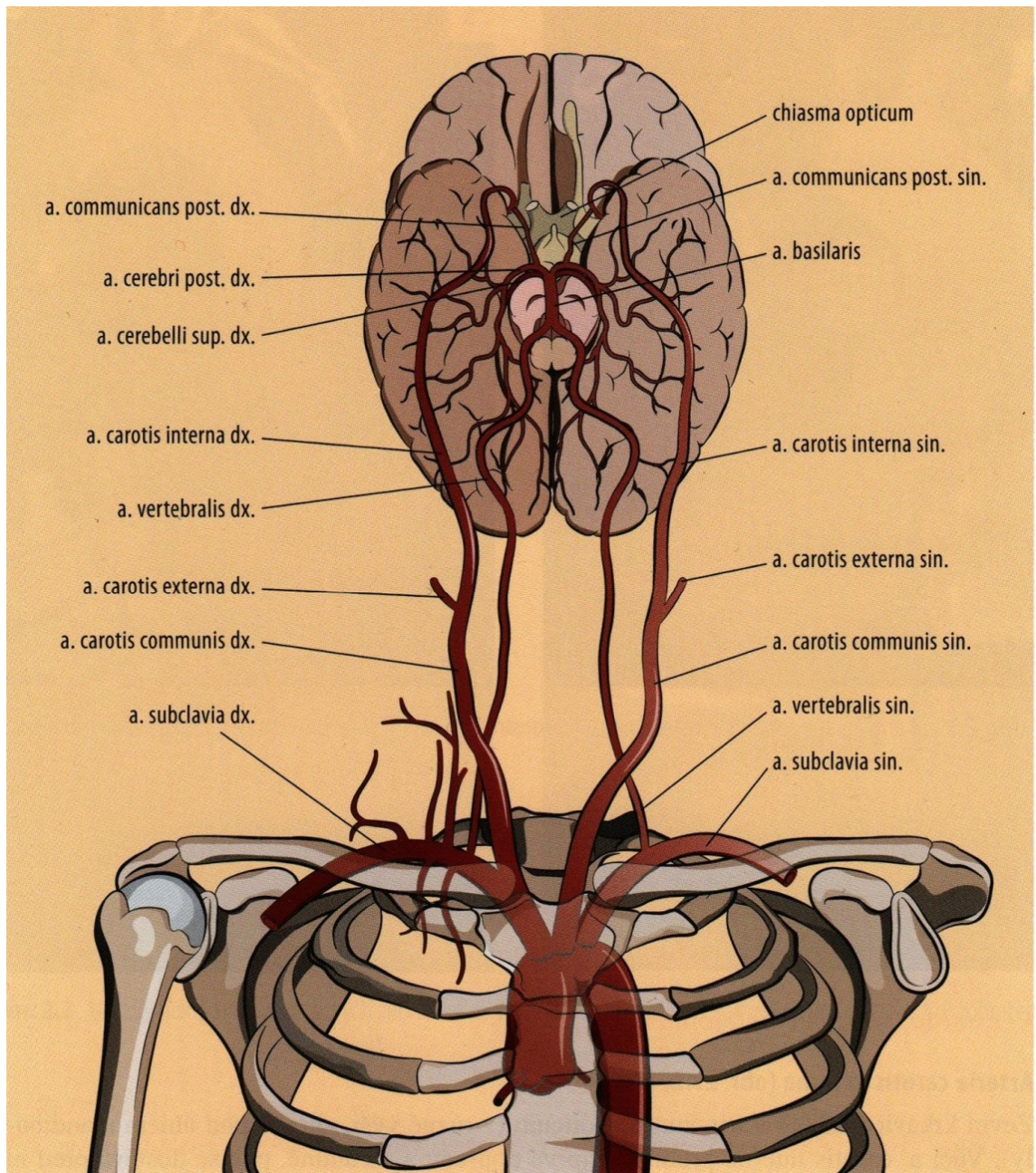
1.2. Anatomie mozkových cév

Mozkové tepny

Mozek zásobuje krev, kterou přivádějí čtyři velké tepny. Jedná se o dvě karotické tepny, která jsou silnější, a dvě tepny vertebrální, kterými přitéká menší množství krve. Jejich větve se propojují do Willisova okruhu (bazální arteriální okruh). [5][11]

- Karotické tepny:
 - aa.carotide internae dextra et sinistra

- Vertebrální tepny:
 - aa.vertebrales dx. et sin.



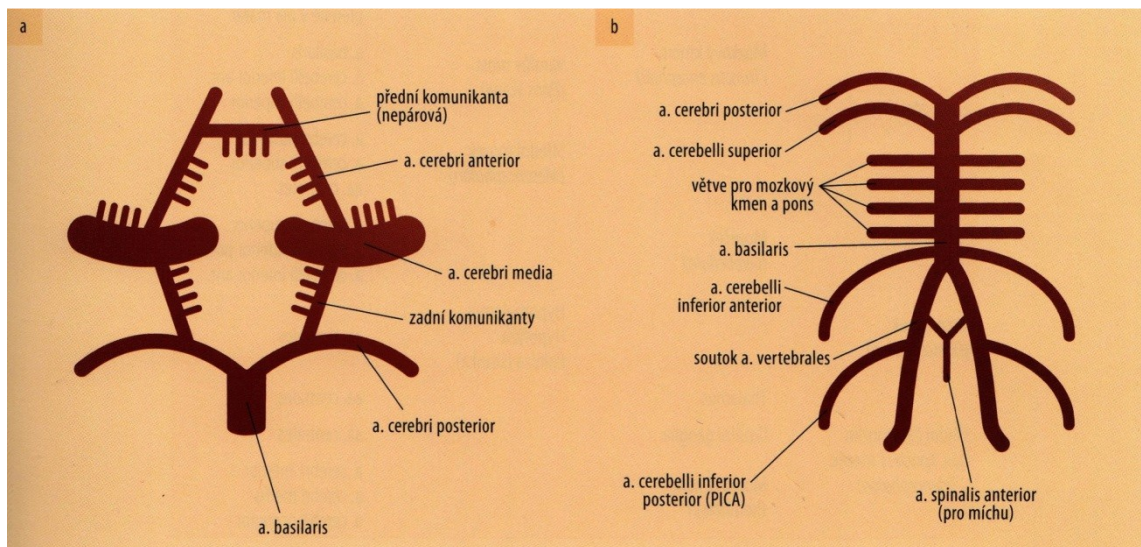
Obrázek 1: Mozkové tepny [27]

➤ Willisův okruh:

- aa. Carotides internae, dx. et sin.
- aa. vertebrales, dx. et sin.
- a. basilaris
- aa. cerebri posteriori, dx. et sin.
- a. cerebria interior dx. et sin.
- a. communicans anterior
- a. cerebri media dx. et sin.
- a. communicans posteriori dx. et sin.

Z arteriálního okruhu vystupují korové tepny aa. basales, aa. choroideae. [21]

[27]



Obrázek 2: a) schematické znázornění Willisova okruhu, b) schematické znázornění vertebrobasilárníhopovodí[27]

Mozkové žíly

Žíly mozku dělíme na odtokové žíly mozkového kmene (včetně mozečku) a odtokové žíly mozkových hemisfér.

➤ Odtokové žíly mozkového kmene a mozečku:

- venabasis – odvádí krev z mezencefala, mezimozku a čelního laloku
- vena cerebelli superior et inferior – sbírají krev z mozečku

[21][27]

➤ Odtokové žíly hemisfér koncového mozku:

- vv. cerebri – sbírají krev z povrchu mozku a z cévních pletení mozkových komor
- Hluboké žíly – vv. cerebri internae (uložené při horní ploše thalamu)
- Povrchové žíly – vv. cerebri inferiores, mediae et superiores (na povrchu hemisfér)
- vv. meningeae – začínají v tvrdé pleni mozkové a sbíhají se do žil, které provázejí tepny v zevní vrstvě do dura mater [21] [27]
- Sinus durae matris - široké žilní splavy probíhající v tvrdé pleni mozkové kalvach [21] [27]

2. Fyziologie mozku

Množství krve, které proteče mozkovou tkání, závisí na věku. U mladého člověka proteče mozkem 750 ml krve za minutu, po 50. roku průtok klesá, jelikož klesá počet nervových buněk a nárok na kyslík. Tento průtok udržují regulační a autoregulační mechanismy. Průtok krve mozkem je nerovnoměrný. Celým mozkem protéká za minutu 50 – 60 ml krve na 100 g tkáně, šedou hmotou mozkovou protéká za minutu 65 – 85 ml krve na 100 g tkáně a bílou hmotou mozkovou 27 – 33 ml krve na 100 g tkáně. [16] [17] [21] [23]

Lokální průtok krve mozkem také závisí na rozšíření či stažení cév. Rozšíření cév způsobuje zvýšení parciálního tlaku CO₂, nedostatek kyslíku, NO a porucha acidobazické rovnováhy perivaskulárního prostoru. Naopak ke stažení cév dochází při vdechování čistého kyslíku. [16] [17] [21]

Zvláštnosti krevního zásobení mozku vyplývají také z vlastností hematoencefalické bariéry. Hematoencefalická bariéra (HEM) zajišťuje selektivní přesun substrátů a látek z krve do tkáně CNS a zpět. Tento mechanismus v mozku existuje, jelikož neurony nemají možnost obnovy.[16][[7] 21]

U tohoto procesu se uplatňuje řada jevů jako schopnost kapilár propouštět substráty a látky, transport výstelkou plexus choroideus, charakter mezibuněčného prostoru mozku a uspořádání mozkových kapilár. Mozkové kapiláry jsou těsně u sebe, a proto do prostředí mozku neprostoupí vysokomolekulární látky. Přes tuto bariéru pasivně prostoupí pouze malé molekuly, např.: CO₂, O₂ a H₂O a některé lipofilní látky. Aktivně prostoupí glukóza, laktát, některé aminokyseliny, sodík a magnezium. [17][21][23]

Hematoencefalická bariéra může být narušena mechanickým poškozením mozku nebo vysokým krevním tlakem.[21][23]

3. Dopamin

Dopamin je chemická látka, která patří do skupiny katecholaminů. Tato chemická látka je syntetizována v nervových zakončeních neuronů a má v nervové soustavě poměrně rozmanité spektrum funkcí. Dopaminergní neuronyse nachází především ve dvou částech mozku – v nigrostriatálním a mesokortikálním systému. Dopamin je v určitých nervových drahách uvolňován nervovými buňkami na tzv. synapsích, kde se váže na dopaminové receptory a umožňuje přenos nervových impulsů z jedné nervové buňky na druhou.[20][42]

Poškození dopaminových drah a vznik Parkinsonovy choroby spolu úzce souvisí. Pro toto onemocnění je charakteristický úbytek nervových buněk ze substantia nigra, která produkuje dopamin. Nedostatek dopaminu narušuje schopnost koordinovat pohyb a svalové napětí. [20] [42]

V následující kapitole si popíšeme patofyziologii Parkinsonovy choroby a jeho příznaky.

4. Patofyziologie Parkinsonovy nemoci

Parkinsonova nemoc je neurodegenerativní onemocnění postihující především mozkový kmen, jeho dopaminergní buňky. Většinou postihuje osoby starší šedesáti let, nemoc však byla zjištěna i u jedinců mladších než 40 let. [10][23]

Etiologie tohoto onemocnění není zcela známa. Uplatňuje se zde vliv exogenních lipofilních toxinů. Některé lipofilní toxiny se vyskytují v herbicidech. Epidemiologické studie prokázaly vyšší výskyt Parkinsonovy choroby v průmyslových zemích s oblastmi s intenzivní zemědělskou výrobou. Z endogenních látek se zejména uplatňují reaktivní formy kyslíku. Výrazným podmětem pro rozvoj oxidativního stresu je zvýšené množství Fe^{2+} v buňkách substantia nigra. Je postižen mitochondriální transport elektronů, tím mitochondriální dýchací řetězec. Dále se zde mohou uplatňovat vlivy dědičnosti. Genetická predispozice zvyšuje citlivost nigro-striatálního systému k toxickým vlivům zevního prostředí. [23]

Parkinsonova choroba je důsledkem snížené tvorby dopaminu z odumírání dopaminergních neuronů v substantia nigra. Ztráta těchto dopaminergních neuronů (jako neurotransmiteru využívající dopamin) je jedním z příznaků stáří, ztráta však,

na rozdíl o popisované choroby, probíhá pomalu a lineárně. Rozvoj příznaků souvisí se stupněm deficitu dopaminu.[23][28]

Parkinsonova choroba tvoří tři hlavní klinické příznaky, tremor, rigidita, hypokinéza. Nemoc se začne projevovat tremorem, neboli třesem, který je typicky klidový, postihuje především ruku, kde na prstech připomíná počítání bankovek. Pohybem se třes zmírňuje, až mizí. Horší se při emoci a mizí ve spánku. Dále se objevuje svalová rigidita, zpomalení pohybů a nestabilita postoje. Chůze parkinsoniků vykazuje řadu abnormalit. Pacienti mají potíže se zahájením chůze a pohybují se krátkými kroky, a pokud už jsou v pohybu, je pro ně obtížné zastavit nebo změnit směr pohybu. Dalším příznakem toho onemocnění hypomimie, kdy tvář vyjadřuje minimum emocionálních výrazů. Obličej je maskovitý a mrkání očí je řídké.[23][28]

U tohoto onemocnění je také postižen autonomní nervový systém. Poruchy jsou vyjádřeny jako zvýšené pocení, pokles krevního tlaku a periferní vazomotorická nestabilita. Ta se může projevit paresteziemi po působení termálních podmětů. Mohou také nastat poruchy vyprazdňování močového měchýře a zácpa. [23]

Pacienti se stávají zcela neschopnými normálního pohybu za 5 až 10 let po nástupu příznaků, většinou, bez ohledu na terapii. [23]

Parkinsonismus může vzniknout z jiných příčin, jako jsou poruchy cévního zásobení bazálních ganglií, hypoxie, otravou CO nebo manganem. [23]

5. Diagnóza Parkinsonovy choroby

Parkinsonova choroba je dlouhodobou záležitostí, neobjeví se jako náhlé onemocnění, na které se nasadí příslušná léčba, po níž onemocnění za nějakou dobu odezní. Není zde třeba ani první pomoci. Příznaky této nemoci se začínají projevovat pozvolna a postupem času nabírají na intenzitě.[2][29]

Pokud se symptomy onemocnění (jak bylo popsáno výše) projeví, je nutné navštívit praktického lékaře. Ten nemocného odešle ke specialistovi na vyšetření v neurologické ambulanci.[2][29]

Diagnóza tohoto onemocnění je založena na cílené anamnéze a klinickém neurologickém vyšetření. Údaje musí být vyhodnoceny z hlediska obecně přijatých diagnostických kritérií Parkinsonovy nemoci. Klinický diagnostický postup je uspořádán

v logických krocích, kdy je jako první konstatována přítomnost parkinsonského syndromu. Dále jsou vyloučeny možné příčiny sekundarity postižení a jsou zvážena další kritéria podporující diagnózu.[2][29]

5.1. Vyšetření pacienta

Neurolog po přesném zjištění anamnézy (příznaků, rodinných dispozic apod.) a po běžném neurologickém vyšetření (mimika, reakce, rozsah a průběh pohybu, reakce, svalový tonus), nařídí další upřesňující vyšetření. [9]

5.2. Laboratorní vyšetření

Laboratorní vyšetření se provádějí pouze při podezření na sekundární syndrom při onemocnění jiném než Parkinsonova nemoc. Vyšetřuje se krevní obraz, hladina cukru, hormony štítné žlázy (T3, T4, TSH), jaterní enzymy. Stanovuje se hladina ceruloplasminu v séru, mědi v séru, sérové hladiny kalcia a parathormonu. Dále se posuzují jaterní testy nebo funkčnost ledvin.[2]

Dalším laboratorním vyšetřením je vyšetření mozkomíšního moku k vyloučení infekčního procesu. V indikovaných případech je nutné provedení genetické analýzy (k vyloučení Huntingtonovy chorey a Wilsonovy nemoci).[2]

5.3. Zobrazovací metody

Ze zobrazovacích metod je hodně využívána počítačová tomografie (CT) či magnetická rezonance (MRI). Na některých pracovištích v Evropě a v České republice v Praze je nově k dispozici jednofotonová emisní tomografie (SPECT). Toto vyšetření je podrobně popsáno kapitole 6.4. bakalářské práce. [6] [29] [39]

Počítačová tomografie

Jedná se o radiologickou vyšetřovací metodu, která nám pomocí rentgenového záření umožňuje zobrazit vnitřní orgány člověka. Využíváme absorpce procházející v tkáních. Kontrast a rozlišovací schopnost jsou dány rozdíly absorpce v jednotlivých tkáních.[29]

U postižených lidí Parkinsonovou chorobou se ve většině případů pro stanovení diagnózy provádí CT angio vyšetření mozku a mozkových cév s podáním intravenózní

kontrastní látky.

Magnetická rezonance

Magnetická rezonance je zobrazovací metoda, která nepracuje na principu rentgenových paprsků, ale využívá velmi silného magnetického pole. Pacient je uložen do silného magnetického pole, poté je vyslán krátký radiofrekvenční impulz a po jeho skončení se snímá magnetický signál, který vytvářejí jádra atomy vodíku v těle pacienta. Signál se poté měří a využívá se k rekonstrukci obrazu. Výhodou MRI vůči ostatním zobrazovacím metodám v diagnostické radiologii je větší přesnost při zobrazení většiny orgánů, což je důsledkem rozdílné intenzity signálu u odlišných měkkých tkání.[6] [39]

Magnetická rezonance není určena pro jedince a klaustrofobii, kardiostimulátorema jinými kovovými náhradami v těle (šrouby, svorky, kloubní náhrady apod.).[6] [39]

Jak magnetická rezonance, tak i CT vyšetření slouží k vyloučení sekundárních příčin parkinsonismu.

5.4. Neurofyzilogická vyšetření

Při diagnostice se prosazují vyšetření jako je sonografie, elektroencefalografie (EEG)

či vyšetření multimodálních evokovaných potenciálů (motorických, vizuálních, somatosenzorických, sluchových) k vyloučení postižení jiných nervových systémů. Na ultrazvuku posuzujeme stav krčních tepen, jejich průtok a případné změny. Na EEG se pomocí snímacích elektrod umístěných na povrchu hlavy, zaznamenáváme aktivitu mozku.[2]

5.5. L-DOPA, Apomorfinový test

K diagnostice PN napomáhají i L-DOPA test a apomorfinový test. V prvním případě se podává perorálně L-DOPA, prekursor přirozeného dopaminu, se standardním uvolňováním (Nakom 275 mg, Madopar 250 mg, Sinemet 250 mg – pouze jedna tableta) v průběhu následujících několika desítek minut až dvě hodiny po podání L-DOPA se hodnotí její klinický účinek, především na hybnost pacienta. Hovoříme

o pozitivním L-DOPA testu v případě nejméně 30 % zlepšení klinického stavu pacienta (zmírnění třesu, rigidity, hypokineze). Analogicky se hodnotí apomorfinový test, podávanou látkou je krátkodobě působící dopaminergní agonista D1 a D2 receptorů – apomorfin (preparát Apokinonebo Britaject), podává se subkutánně. Účinek apomorfinu se hodnotí asi 5 – 20 minut po podání látky. K zabránění možných přechodných periferních nežádoucích účinků apomorfinu (nauzea, vomitus, hypotenze) je nutná premedikace pacienta domperidonem (Motilium), antagonistou periferních dopaminových receptorů, po dobu 3 – 7 dní před provedením testu (3x1 tableta Motilia denně).[2] [9]

5.6. Hodnotící stupnice

Ke kvantifikaci postižení pacientů s PN a hodnocení efektu léčby se v klinické praxi užívá řada hodnotících stupnic. Nejvíce užívanou hodnotící stupnicí je dnes Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS). Obsahuje celkem 42 položek, rozdělených do několika oddílů hodnotících osobnost pacienta, chování, běžné denní činnosti, motoriku, komplikace léčby. Vyšší hodnota celkového skóre UPDRS stupnice odpovídá většímu stupni postižení. Dalšími užívanými hodnotícími škálami jsou Websterova stupnice, škála denních aktivit podle Schwaba a Englanda; celkový stupeň onemocnění se nejčastěji hodnotí dle stupnice Hoehnové a Yahra. [2] [9]

6. Nukleární medicína

Nukleární medicína je samostatným lékařským oborem, který se zabývá aplikacemi radiofarmak pro diagnostické a terapeutické účely. Nukleární medicína je jako klinický obor neoddělitelnou součástí léčebně preventivní péče. Radiofarmaka užívaná při scintigrafii se do těla aplikují pomocí otevřených radioaktivních zářičů. Ty jsou přímo do těla pacienta aplikovány nejčastěji ve formě radiofarmak intravenózní injekcí. [13][21] [22] [29]

Hlavní náplní NM je zobrazovací diagnostika, v menší míře laboratorní diagnostika a léčba. Je zde využívána zobrazovací metoda, která se nazývá scintigrafie.

Radionuklidy používané při scintigrafii emitují při své přeměně fotony elektromagnetického záření, které je pronikavé, v těle se absorbuje jen částečně, a proto ho můžeme zaznamenávat pomocí detektorů. Při scintigrafii se pomocí scintilační

kamery získá obraz prostorového rozložení aplikovaného radiofarmaka v těle. Touto metodou můžeme sledovat a hodnotit fyziologické a patofyziologické procesy v těle. Metody NM využíváme k detekci patologických ložisek, k zobrazení regionálních poruch perfúze, k diagnostice poruch funkce orgánů nebo k prokázání poruchy toku, drenáže a motility.[13][16][21][29]

Vyšetření provádíme na běžných scintigrafických kamerách, jako jsou SPECT nebo PET. Používáme radionuklidy, které emitují gama záření. Při vyšetření SPECT kamera rotuje kolem těla pacienta. Scintigrafické obrazy jsou snímány z různých úhlů, poté jsou pomocí počítačové rekonstrukce vytvářeny obrazy příčných řezů. Z nich jdou zrekonstruovat i 3D obrazy, které nám umožňují zobrazit rozložení radiofarmaka uvnitř vyšetřovaného orgánu. Při PET vyšetření se detektory kolem pacienta neotáčejí. PET kamera detekuje záření gamao energii 511 keV při anihilaci. Při přeměně beta záření dochází k emisi pozitronu, ten interaguje s elektronem v blízkém okolí, a dojde k jejich zániku. Z místa anihilace odlétnou dva fotony s energií 511 keV, které právě detektory PET kamery detekují. Tento typ kamery nám umožňuje zrekonstruovat obrazy jako SPECT kamera. [6] [21][29] [34]

Metody NM se rozdělují na vyšetření in vivo a in vitro. Při vyšetření in vivo se do těla aplikují radiofarmaka a neinvazivním způsobem se studují fyziologické a biochemické procesy v těle, lokalizují se a diferencují patologické změny. Vyšetření in vitro zahrnuje metody využívající radioaktivních látek ke stanovení koncentrace např. hormonů nebo protilátek v krvi. Při této analýze se pracuje jen se vzorkem krve, pacient do styku s radioaktivní látkou vůbec nepříjde. Jsou to neinvazivní metody a je zde velmi nízká pravděpodobnost, že dojde k alergické reakci. V této oblasti neznáme žádnou absolutní kontraindikaci vyšetření. Radiační zátěž při vyšetření v NM je srovnatelná nebo nižší než u radiodiagnostiky. [13][21] [29]

6.1. Scintigrafické vyšetření

Scintigrafické vyšetření patří mezi základní vyšetřovací postupy na pracovišti nukleární medicíny. Základní charakteristikou tohoto vyšetření je zobrazení funkce dané anatomické struktury. Dochází k zobrazení funkcí, tedy lokálního nahromadění radiofarmaka. Funkční scintigrafické zobrazení umožňuje zobrazit například hypoxii, zánět, perfúzi, koncentraci receptorů a podobně. Scintigrafii

lze vůči ostatním zobrazovacím metodám vymezit tím, že se jedná o metodu, která zobrazuje pouze živou tkáň. [13] [29]

Scintigrafické zobrazení je založeno na farmakokinetice daného radiofarmaka v lidském organismu. Distribucí radiofarmaka lze pomocí scintilační kamery zobrazit a z výsledných snímků zhodnotit funkci dané oblasti, pro kterou je použita látka indikátorem.[13] [29]

Scintigrafii můžeme rozdělit na statickou, kdy je daná oblast snímána po určité době od aplikace radiofarmaka nebo dynamickou scintigrafii, kdy hodnotíme distribuci v průběhu času od aplikace. [13] [29]

6.2. Přístrojová technika

Ionizující záření, které využívá nukleární medicína, je často detekováno pomocí tzv. scintilačních detektorů. Jelikož jsou zobrazovací metody nukleární medicíny založeny na principu detekce záření gama, používá se scintilační krystal NaI (TI). Jde o jodid sodný aktivovaný thaliem. Detektor scintilační kamery je složen ze scintilačního krystalu, světlo vodiče, souboru fotonásobičů, kolimátoru a elektronické vyhodnocovací soupravy. [6] [29]

Scintilační detektor

Detekční látkou ve scintilačních krystalech používaných v nukleární medicíně jsou anorganické scintilátory, obvykle jodid sodný aktivovaný thalliem NaI (TI). Interakce fotonového záření probíhá na základě fotoefektu nebo Comptonova jevu. Při nich se uvolňují elektrony, které způsobují excitaci atomů detekční látky s následným vznikem scintilací (záblesků) viditelného světla.[16]

Důležitou vlastností scintilačního krystalu je skutečnost, že počet fotonů v jednom záblesku ve scintilátory a tedy i výška impulzů na výstupu fotonásobiče, je přímo úměrná energii, kterou foton záření gama ztratil v detekční látce. Velikost a tvar scintilačního krystalu závisí na aplikaci, pro kterou se přístroj používá. Scintilační krystal je připojen přes světlovodič k fotonásobiči.[16]

Při interakci fotonu ze scintilátoru s fotokatodou fotonásobiče vznikne fotoelektron, který dopadne na první dynodu a způsobí emisi několika sekundárních elektronů. Na každé dynodě se takto znásobí počet elektronů a výsledkem je, že na anodu fotonásobiče dopadne cca 10⁶ elektronů, které na výstupu fotonásobiče vytvoří

proudový nebo napěťový impulz. Součástí detekčního zařízení je zdroj vysokého napětí, který zajišťuje rozložení napětí mezi fotokatodu, jednotlivé dynody a anodu. Rozdíl napětí mezi dynodami urychluje elektrony na dostatečnou energii potřebnou k vyvolání sekundární emise elektronů. Elektrické impulzy z výstupu fotonásobiče jsou dále zpracovány v elektronické části zařízení.[16]

Scintilační kamera (gamakamera)

Pro scintigrafické vyšetření se používá scintilační kamera, nazývaná Angerova kamera po americkém fyzikovi H. O. Angerovi.[13]

Scintilační krystal je nejčastěji obdélníkového tvaru o rozměrech cca 40 – 50 cm. Nad krystalem je rozloženo kolem 60 – 65 fotonásobičů, které jsou opticky přilepené ke krystalu světlo vodičem. Ta usnadňuje přestup světla ze záblesků v krystalu na fotokatodu fotonásobiče a zabraňuje lomu světla na optických rozhraních.[13] [16]

Scintilační krystal vyvolává tzv. radioluminiscenci. Dopadem kvanta ionizujícího záření vznikne ve scintilátoru foton viditelného světla, které se šíří všemi směry. Foton dopadá na fotokatodu fotonásobičem, v tomto místě se uvolní elektron. Uvolněné elektrony jsou urychlovány elektrostatickým polem při cestě z katody na anodu. Tím se jejich počet postupně zvyšuje vlivem sekundární emise dynod (elektrod). Každý elektron dopadající na dynodu uvolní 3 – 4 elektrony s nízkou energií. [13] [16]

Výsledkem je výrazné zesílení primárního signálu a vznik měřitelného elektronického impulzu na anodě. Na výstupu fotonásobičem objevuje velké množství napěťových impulzů. Na základě vyhodnocení výstupních signálů všech fotonásobičů v elektronickém polohovém obvodu získáme informace o poloze, kde došlo ke scintilaci. Jestliže známe směr, odkud fotony přilétly, můžeme určit místo v těle pacienta, odkud byly fotony vyzářeny. [13] [16]

Impulzy se též vedou z fotonásobičů na sumační obvod, čímž získáme informace o energii fotonového záření, které vyvolalo záblesk. K vytvoření scintigramu používáme scintilace, které vzniknou interakcí fotonů a jejichž energie odpovídá energii záření sledovaného radionuklidu. [13]

V současné době jsou v kamerách pro akvizici, zpracování a záznam již používány počítače. Počítač je schopen zpracovávat pouze údaje v digitální podobě,

elektronická aparatura kamery se proto vybavuje analogově-digitálním převodníkem, který převádí analogový signál na digitální. O moderních scintilačních kamerách se hovoří již jako o zcela digitalizovaných, jelikož analogově-digitální převodník je umístěn za každým fotonásobičem. [16]

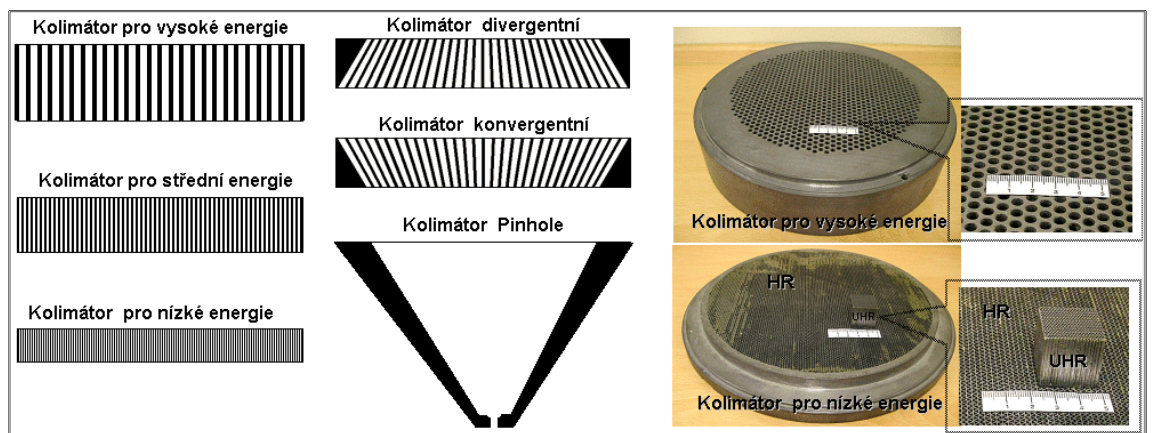
Parametry scintilačního detektoru, které ovlivňují obraz, jsou vlnová délka emisního světla, energická a časová rozlišovací schopnost, pozadí, detekční účinnost, citlivost a objemová závislost. [6]

Kolimátory

Kolimátor působí jako filtr, který propouští pouze fotony, které letí v žádaném směru. U scintilačních kamer jak pro planární scintigrafii, tak tomografickou scintigrafii se používají různé typy kolimátorů. Kolimátory jsou vyrobeny z olova. Kolimátory rozlišujeme podle energie záření gama radiofarmaka, které je aplikováno pro vyšetření. Dále se kolimátory rozlišují podle rozlišovací schopnosti, citlivosti, konfigurace a počtu otvorů. [13]

Nejčastěji se používají kolimátory s mnoha kolimátory a paralelními otvory, které probíhají kolmo k povrchu scintilačního krystalu. Tyto kolimátory propouštějí pouze fotony letící kolmo na detekční plochu krystalu. Vytvoří se obraz orgánu, který je stejně veliký jako vyšetřovaný objekt. [13] [16]

Dalšími typy kolimátorů jsou jednooborové kolimátory typu pinhole a fanbeam. Pinhole má tvar trychtýře a poskytuje obraz zvětšený a převrácený. Fanbeam se používá při scintigrafickém vyšetření mozku. [13] [16]



Obrázek 3: Základní druhy kolimátorů scintilačních kamer [31]

6.3. SPECT

Jedná se o tomografickou metodu snímání obrazu, která umožňuje po podání radioaktivní látky, získat informace o funkci tkáně. Radiofarmakum se vychytává v místech se zvýšeným metabolismem nebo vaskularizací. Radiofarmakum vyzařuje gama fotony, které zachycuje gamakamera.[6] [29]

Principem snímání dat spočívá v pořízení planárních projekcí vyšetřovaného orgánu pod mnoha různými úhly, z nichž se vytvoří 3D obraz. Toto snímání zajišťuje detektor SPECT kamery, který obíhá kolem pacienta kontinuálně nebo po krocích. [6]

Jednou z výhod tohoto vyšetření je vyšší kontrast zobrazení lézí. Avšak nevýhodou je anatomická nepřesnost lokalizace patologické léze. Tuto nevýhodu odstraňuje hybridní systémy SPECT/CT. Tento hybridní systém využívá spojení metody nukleární medicíny a radiodiagnostické zobrazovací metody, tedy záznam typu SPECT a spirálního CT. Portály obou detekčních systémů jsou uloženy za sebou. Pomocí SPECT získáme informaci o funkci tkáně a CT data jsou využívány k anatomické lokalizaci patologických lézí. [6] [29]

6.4. Scintigrafie dopaminergního systému mozku

Toto scintigrafické vyšetření slouží k zobrazení dopaminového metabolismu v bazálních gangliích. Akumulaci radiofarmaka ovlivňuje stav cévního řečiště, který by měl zajistit dostatečný přítok krve. Druhým faktorem ovlivňující akumulaci je hustota dopaminových transportérů. Tyto specifické proteiny jsou lokalizovány na membráně presynaptických dopaminergních neuronů a jejich úkol je kontrola zpětného vychytávání dopaminu ze synaptické štěrbin. S úbytkem příslušných neuronů souvisí snížení hustoty presynaptických transportérů. Po aplikaci radiofarmaka hodnotíme akumulaci v presynaptických zakončeních ve striu.[13] [21][22][32]

Využíváme tedy ligandy, látky, které jsou schopny se vázat na buněčné receptory či transportéry.[22]

K zobrazení dopaminergního systému se využívají metody SPECT. Pro toto vyšetření se využívá substance ^{123}I (izotop jodu), která se váže na farmakum. Poločas přeměny činí 13 hodin. Při vyšetření SPECT podáváme i. v. radiofarmakum ^{123}I – ioflupane. [13] [22][32]

K přesnému rozložení radiofarmaka je nutné použít adekvátní tomografickou techniku SPECT. Je doporučeno používat dvoudekerovou kameru, která umožňuje

vyšetření s maximálně možnou kvalitou zobrazení. Při vyšetření se vytvářejí tomografické řezy v transverzálních, koronálních a sagitálních rovinách. [13] [32]

Indikace k tomuto vyšetření jediferenciální diagnostice onemocnění vedoucí k poruchám motorických funkcí, především Parkinsonova onemocnění.[13]

Při rekonstrukci SPECT zobrazujeme řezy, které vedou přes vyšetřovanou oblast - striatum. Posuzujeme hustotu dopaminových transportérů nebo receptorů. Vychytání radiofarmaka hodnotíme vizuálně nebo můžeme využít semikvantitativní hodnocení. Jedná se o zhodnocení poměrů akumulace radiofarmaka v putamen a nucleuscaudatus oproti tkáňovému pozadí. Při normálním nálezu se zobrazují dvě symetrické měsíčkovité útvary striga, které mají stejnou intenzitu. U Parkinsonovy choroby je redukována vazba ligandu na dopaminové transportéry ve striatu. Patologické nálezy mohou být asymetrické a vykazují sníženou akumulaci radiofarmaka. [13][22] [32]

Je nutné zdůraznit, že metodu SPECT nelze používat místo klinického vyšetření. Jak už jsem zmínila, jedná se o diferenciální diagnostiku Parkinsonovy choroby. [19]

6.5. Radiofarmaka

Radiofarmakum je léčivý přípravek obsahující chemickou sloučeninu, jejíž účinnou složkou je radionuklid. [13][21]

Radionuklid je zdrojem ionizujícího záření. Radiofarmaka jsou aplikovaná na pracovištích nukleární medicíny, a to buď z důvodu diagnostického, nebo terapeutického. Radiofarmaka obsahují radionuklid, a proto se liší od jiných léčiv. Z tohoto důvodu musí tato léčiva splňovat zvláštní požadavky při jejich výrobě, přípravě, manipulaci a užívání. [13][26][21]

Základními složkami radiofarmaka je farmakum (ve funkci nosiče) a radionuklid, který je považován za účinnou složku, která je zdrojem ionizujícího záření. Radionuklid je navázán na vhodný nosič (farmakum), který zářič přivádí do cílových orgánů, tkání a buněk. Farmakum tedy podmiňuje distribuci radionuklidů. [14][21]

Radionuklid, který je obsažen v radiofarmaku, má své charakteristiky. Mezi sledované fyzikální charakteristiky patří poločas přeměny, druh a energie ionizujícího záření. Energie je udávána v elektronvoltech (eV) a je v rozmezích od 30 keV do 511 keV. Množství podaného radiofarmaka se vyjadřuje jeho radioaktivitou, která se udává

v becquerelech (Bq). V praxi se pak užívají její násobky (kBq, MBq, GBq). [13][26][21]

Manipulace s radioaktivními látkami a jejich přetváření na radioaktivní léčiva vyžaduje dodržování požadavků nejen na práci se zdroji radioaktivního záření, ale také na přípravu parenterálních léčivých přípravků. [14][21]

7. Radiační ochrana

„Pro obor nukleární medicína platí stejná legislativa jako pro jiné obory pracující s lékařským ozářením – tj. Zákon 263/2016, Sb. (tzv. Atomový zákon). K tomu přistupují i předpisy týkající se správné lékařské praxe při přípravě radiofarmak (Zákon č. 378/2007 Sb. a Vyhl. 84/2008 Sb.).“ [29]

Na odděleních nukleární medicíny jsou pracovníci vystaveni riziku zevního ozáření (ozáření ze zevních zdrojů – ampulí obsahující radiofarmaka, radionuklidových generátorů, pacientů s naaplikovanými radiofarmaky) a riziku z vnitřního ozáření při vnitřní kontaminaci radioaktivními látkami. Cílem ochrany před zářením je zcela vyloučit deterministické účinky záření a omezit riziko stochastických účinků na přijatelnou úroveň. Toho se dosahuje stanovením dávkových limitů do oblasti dávek pod prahem vzniku těchto účinků. [13][21]

7.1. Radiační ochrana pro pracovníky

Na pracovištích NM, kde se pracuje s otevřenými zářiči, by měli pracovníci dodržovat zásady, kterými se budou chránit jak před vnějším zářením, tak před vniknutím radioaktivních látek do organismu a následnou vnitřní kontaminací buď povrchem přes kůži, nebo ingescí (nošení gumových rukavic, práce v digestoři). [7][21][26]

Zaměstnanci na oddělení NM by měli provádět opatření, které co nejvíce omezují jejich vnitřní kontaminaci. Zaměstnanci by se po příchodu na oddělení měli převléknout do pracovního oděvu (kalhoty, košile, plášť, pracovní obuv). Zaměstnanci by měli používat osobní ochranné pomůcky (gumové rukavice, zástěry, brýle). Při svlékání gumových rukavic, by měl být zaměstnanec opatrný, aby nedošlo ke kontaminaci rukou a následné vnitřní kontaminaci. Při manipulaci se zářičem by měli

zaměstnanci používat ochranné pomůcky jako pinzety, kleště, stínící ochranné obaly a kontejnery. Otevřené zářiče by nikdy neměl zaměstnanec vzít do ruky bez ochranných pomůcek. S radioaktivními látkami pracují zaměstnanci v uzavřených prostorách (digestoř, laminární skříň), aby nedošlo k úniku radioaktivních látek do ovzduší. Pracovníci nemají dovoleno jíst, pít a kouřit v kontrolovaných pásmech pracovišť. [7][21][26]

Ke snížení radiační zátěže pracovníků v NM se využívá třech způsobů ochrany časem, ochrany vzdáleností a ochrany stíněním. [16][21][26]

Dávka, kterou pracovník obdrží při pohybu v blízkosti zdroje záření, závisí na tom, jak dlouho se v okolí zdroje pracovník pohybuje. Aby se tedy pracovník chránil časem před vnějším zářením, musí snížit také čas přípravy RF. Možnosti snížit čas přípravy RF záleží na kvalifikaci, zkušenostech a dovednostech pracovníků. Vhodným způsobem jak snížit čas je střídáním pracovníků, když je potřeba správně nastavit vážně nemocného nebo nespolupracujícího pacienta pod detektor a pracovník zůstává v jeho blízkosti delší dobu. [7][16][21]

Ochrana vzdáleností je založena na poklesu dávky s druhou mocninou vzdáleností zdroje. Proto by pracovníci neměli zbytečně pobývat v blízkosti pacientů, kterým bylo RF aplikováno. Doporučuje se stát od pacienta alespoň 1m. Dále by měli pracovníci používat pinzety k uchopení lahviček s RF. [7] [16][21]

Posledním způsobem ochrany je stínění. Pracovníci na oddělení nukleární medicíny aplikují radiofarmaka s vysokými aktivitami, proto jsou injekční stříkačky opatřeny olověným nebo wolframovým krytem. [7] [16][21]

7.2. Radiační ochrana pro pacienty

Základem radiační ochrany pacientů je, aby diagnostický a terapeutický přínos byl vyvážen nebo nejlépe nepřevyšoval radiační poškození. [7] [16][21]

Při diagnostice v NM by se mělo zvolit takové množství RF, aby zaručilo dostatečnou diagnostickou informaci při co nejnižší radiační zátěži pacienta. Na prvním místě při volbě optimalizované aktivity pro dané vyšetření by měla být respektována příslušná diagnostická referenční úroveň (DRL). Optimalizovaná hodnota aktivity, uvažovaná pro pacienta o hmotnosti 70 kg, se násobí příslušnou hodnotou koeficientu F, jež má za cíl upravit aplikovanou aktivitu podle hmotnosti pacienta. Pacientům s nižší

hmotností než 70 kg, a tedy i dětem, je aplikována aktivita nižší a naopak. [7] [16] [21][22]

Při terapii v NM se aktivita RF volí tak, aby bylo dosaženo požadované účinku v léčeném orgánu nebo tkáni. Při léčbě zářením neexistují DRL. Ozáření zdravých tkání, které leží v blízkosti zdravého orgánu, by mělo být nízké a léčba by neměla být omezena. [7] [16][21]

Pro optimalizaci množství aplikované radioaktivity různých RF u jednotlivých vyšetřovacích metod byly vydány tabulky směrných hodnot, které umožňují i přepočet aplikované aktivity pro jednotlivé pacienty (i nestandardní – např. děti, osoby s nadváhou apod.).[21][35]

Radiační zátěž pacienta může snížit podáním preparátů, které zabrání přísunu RF do určitého orgánu (např.: blokace štítné žlázy). Pro snížení dávky se doporučuje dostatečná hydratace a časté močení, čímž se zrychlí vyloučení RF z organismu. [7] [16][21]

PRAKTICKÁ ČÁST

V praktické části bakalářské práce se zabývám vyšetřením bazálních ganglií pomocí statické scintigrafie prováděné na soukromé klinice v Prague Medical Care Department v Ústřední vojenské nemocnici v Praze. Nejdříve popisují přístrojové vybavení pracoviště, následně samotnou receptorovou diagnostiku mozku (přípravu pacienta, aplikovanou aktivitu a snímání).

Praktická část mé bakalářské práce sestává z šesti kazuistik, na kterých prezentuji využití metody nukleární medicíny v neurologii. Všechna vyšetření byla uskutečněna na soukromé klinice v Prague Medical Care Department. Na této klinice jsem měla možnost aktivně se podílet na provedení jednotlivých vyšetřovacích postupů pod odborným dohledem radiologických asistentů, zdravotních sester a lékařů kliniky. Tato část práce demonstruje vybrané vyšetření na několika reprezentativních kazuistikách. V závěru bude zhodnocen přínos preparátu DaTSCAN v diferenciální diagnostice Parkinsonovy choroby.

1. Přístrojové vybavení pracoviště

K posouzení rozložení radiofarmaka v mozku se využívá technika SPECT, při které se používá dvoudetektorová kamera. Při tomto vyšetření se využívají kolimátory LEHR s paralelními otvory, popřípadě kolimátory typu fan-beam. [13][36]

Dalším vybavením je zařízení k fixaci hlavy pacienta, pomůcky pro aplikaci radiofarmaka a měřič aktivity radiofarmaka (kalibrátor). [36]

Na oddělení nukleární medicíny Prague Medical Care Department je využívána dvouhlavá gama kamera SPECT Discovery NM630. Je to vysoce výkonný univerzální NM zobrazovací systém s duálními detektory, univerzální gama kamerou pro vytváření studií nukleární medicíny. Kamera je vybavena kolimátorem pro použití radiofarmak značených izotopy s nízkou a střední energií. Navíc je vybavena rozšířeným softwarem pro hodnocení scintigrafických studií, především tomografických vyšetření mozku. Umožňuje archivaci obrazových dat dle standardu DICOM.

2. Indikace a kontraindikace vyšetření

V medicíně slovem indikace rozumíme platný důvod pro použití určité medikace, testu či výkonu. Opačným slovem je kontraindikace, která je důvodem k vyloučení určitého výkonu, vyšetření, medikace apod.

Indikace k vyšetření

Indikací ke scintigrafii dopaminergního systému je hlavně diagnostika poruch hybnosti při idiopatické Parkinsonově chorobě a Parkinson plus okruhu.[13][32]

Parkinsonova choroba má příčinu v degeneraci nigrostriálních drah. Při této chorobě je tedy postižena dráha, která vede ze substantia nigra do bazálních ganglií (striata). Z toho vyplývá, že porucha je v dopaminových synapsích lokalizována ve striatu presynapticky. U Parkinson plus okruhu dochází k degeneraci celého bazálního ganglia, porucha je tedy lokalizována presynapticky i postsynapticky.[13][32]

Toto vyšetření se může použít i u esenciálního tremoru nebo u Parkinsonova syndromu.[13]

Nověji bylo prokázáno, že lze pomocí scintigrafie dopaminergního systému lze diagnostikovat demenci s Lewyho tělísky, při které je též sníženo množství dopaminových transportérů. [13]

Kontraindikace k vyšetření

Kontraindikace rozdělujeme na absolutní a relativní. Absolutní kontraindikace znamená, že jsou platné za každých podmínek. Při relativní kontraindikaci se léčiva mohou podávat za určitých podmínek. [27] [40]

Příkladem relativní kontraindikace u vyšetření DaTSCAN je gravidita (těhotenství). Provádí se jen z vitální aplikace, kdy minimalizujeme aplikovanou aktivitu RF. Další kontraindikací je laktace (kojení). Kojení je nutno přerušit na 12 hodin a mléko, které se v prsu vytvoří, se musí odsát a znehodnotit. S kojením pak matka může začít, je-li úroveň radiační dávky pro dítě menší než 1ms. Pokud je žena v reprodukčním věku a nelze vyloučit těhotenství, měl by být před aplikací RF proveden těhotenský test, protože některá RF způsobují vysokou dávku plodu (^{67}Ga , ^{131}I , ^{201}Tl). Kontraindikací k tomuto vyšetření je i kompletní nespolupráce pacienta. [7] [16] [37]

3. Příprava pacienta

Pacient by 24 hodin před vyšetřením neměl pít alkohol, energetické nápoje a další nápoje, které obsahují kofein. Pacient by také neměl kouřit. Před vyšetřením se lékař s pacientem domluví na vysazení léků, které by mohly ovlivnit vazbu dopaminových transportérů. Kromě případů, kdy cílem vyšetření je zhodnotit efekt medikace na tuto vazbu. [36]

Před aplikací radiofarmaka by se zaměstnanec na oddělení nukleární medicíny měl ujistit, zda je pacient schopen ležet v klidu kolem 40 až 60 min a plně spolupracovat. Pacient by měl být dostatečně hydratován, než mu aplikujeme radiofarmakum. Je-li nezbytné použití sedativ, měla by být podána nejdříve 1 hodinu před SPECT akvizicí. Je možné zvážit blokádu akumulace volného ^{123}I ve štítné žláze a chorioideálních plexech. Podáváme 1000 mg Chlorigenu (kalium perchlorátu) nejméně 30 minut před aplikací radiofarmaka. Chlorigen pacientovi podáváme 12 - 24 hodin po aplikaci radiofarmaka, provádí se po příchodu na vyšetření.[36]

4. Průběh vyšetření

Pacient se po příchodu na oddělení hlásí na recepci. Zde probíhá ověření jeho totožnosti, zdravotních a osobních dat. Lékař vysvětlí pacientovi podstatu vyšetření tak, aby byl výklad srozumitelný. Dále lékař upozorňuje na důsledky vyšetření a možné komplikace. Poté pacient podepisuje souhlas s lékařským vyšetřením a je odkázán do čekárny, kde si ho převezme zdravotní sestra.

Připravené radiofarmakum je dovezeno v malém kontejneru na oddělení. Radiologický fyzik vydezinfikuje kontejner a sejme z něj víko. Poté provede opět dezinfekci. Fyzik spočítá podle váhy pacienta potřebnou aktivitu vyšetření. Natáhne potřebné radiofarmakum do injekční stříkačky a zasune ji do stínícího krytu. Radiofarmakum je připraveno k aplikaci. Pomůcky, odpad a zbylé radiofarmaku jsou uloženy do vymírací místnosti po dobu 10 dní.

Během tohoto procesu je pacient uložen do aplikační místnosti, kde leží v klidu a je mu zavedena kanyla. Lékař pomalu aplikuje radiofarmakum s následovanou aplikací fyziologického roztoku ležícímu pacientovi. Zdravotní sestra zapíše aplikovanou aktivitu a použité radiofarmakum. Po aplikaci je nutné, aby pacient ležel

v klidu alespoň 15 minut. Poté je pacientovi vyjmuta kanyla. Vyšetření se provádí za 3 až 6 hodin po aplikaci radiofarmaka. [36] [37]

Před vyšetřením si ověříme identifikaci pacienta, zda byl pacient poučen lékařem o průběhu vyšetření, vyžádáme si ústní souhlas k vyšetření a vyzveme ho, aby se před snímáním vymočil. Než se pacient vymočí a dostaví na vyšetřovnu, nastavím si parametry požadovaného vyšetření u konkrétního pacienta na pracovní konzoli. Po příchodu pacienta na vyšetřovnu, ho požádám, aby odložil všechny kovové předměty, které by mohly znehodnocovat výsledek vyšetření. Následně mu sdělím důležité náležitosti vyšetření a vyzvu ho, aby se položil na vyšetřovací stůl gamakamery a hlavu umístil do speciálního držáku, který je upevněn na konci stolu směrem ke gantry. Pacient má po celou dobu vyšetření ruce umístěné na břicho. Je nutné, aby pacient při snímání neusnul, proto mu do jedné ruky vložím balónek, který může během vyšetření mačkat. Pomocí ovladače nastavím výšku a polohu vyšetřovacího stolu. Oba detektory nastavujeme na stejnou vzdálenost, optimálně pod 15 cm. Abychom se ujistili, zda někde detektory nedrhnou, ručně obkroužíme pacienta detektory. Pokud by se stalo, že se detektory dotýkaly pacienta, oba detektory oddálíme na stejnou vzdálenost a znovu provedeme kontrolu. Než opustím vyšetřovnu, znovu pacientovi stručně sdělím průběh vyšetření, délku trvání vyšetření a kladu důraz na to, aby pacient věděl o pohybu detektorů. [36] [37]

Po návratu do ovladovny dokončíme nastavení parametrů v softwarovém programu.

Při vyšetření bazálních ganglií je energetické okno analyzátoru nastaveno na 159 keV, šíře okénka je nastavena v souladu s doporučením výrobce přístroje. Po aplikaci ^{123}I – ioflupanu nebo ^{123}I – IBZM začínáme snímat za 3 – 6 hodin. Celková doba snímání by měla být v rozmezí 40 – 50 minut. [36]

Při SPECT vyšetření se záznam projekcí provádí po kruhové orbitě 360 stupňů v krokovém módu (step and shoot). Doba jedné projekce je 35 - 45 sekund a celkově se získá 120 - 128 projekcí. [36]

Celá studie se odesílá do nemocničního informačního systému. Do tohoto systému má přístup lékař, který provede vyhodnocení vyšetření. Výsledky jsou pak odeslány na oddělení, ze kterého byl pacient poslán.

5. Radiofarmaka k zobrazení distribuce receptorů CNS aktivita

Na synapsích v bazálních gangliích se vyskytují presynapticky i postsynapticky lokalizované dopaminové receptory. Na nesynaptické membráně se také nacházejí i dopaminové transportéry, které slouží ke zpětnému vychytávání dopaminu uvolněného do synaptické štěrby, kde je připravován pro opětovné uvolnění při příchodu dalšího signálu. [13]

Distribuci dopaminových transportérů v bazálních gangliích lze zobrazit pomocí analogu kokainu, například pomocí ^{123}I – ioflupanu pod názvem DaTSCAN. Na pracoviště nukleární medicíny se toto radiofarmakum dodává jako sterilní roztok pro intravenózní aplikaci. Pomocí radiofarmaka ^{123}I – ioflupanu, který zobrazuje presynapticky uložené dopaminové transportéry, lze prokázat idiopatickou Parkinsonovu chorobu. [13]

5.1. Přípravek DATSCAN

DaTSCAN je injekční roztok, který je čirý a bezbarvý. Jedna 2,5ml injekční lahvička s jednou dávkou obsahuje 185 MBq ^{123}I – ioflupanu. Dále tento léčivý přípravek obsahuje 39,5 g/l ethanolu. [1]

DaTSCAN indikován pro zjišťování ztráty funkčních zakončení dopaminergních neuronů ve striatu. [1][13]

DaTSCAN se má používat pouze u pacientů na doporučení lékařů zkušených v léčbě pohybových poruch nebo demence. DaTSCAN mohou používat pouze kvalifikované osoby s příslušným oprávněním pro používání a manipulaci s radionuklidy v určeném klinickém zařízení.[1]

Klinické účinky tohoto přípravku byly prokázány v rozmezí 111 až 185 MBq. Neměla by být překročena aktivita 185 MBq. Přípravek by se též neměl používat při aktivitě nižší 110 MBq.[1]

Pacientům musí být před podáním radiofarmaka provedena blokáda štítné žlázy, z důvodu minimálního vychytání radioaktivního jodu štítnou žlázou. Podáváme např. per os cca 120 mg jodidu draselného 1 až 4 hodiny před podáním přípravku DaTSCAN.

Přípravek DaTSCAN nijak neředíme a podáváme intravenózně. Aby bylo místo vpichu nejméně bolestivé, je doporučena pomalá injekce do žíly na paži. [1] [13]

Po podání přípravku nebyly hlášeny žádné závažné nežádoucí reakce. Mezi méně časté nežádoucí účinky zvýšená chuť k jídlu, točení hlavy, mravenčení (parestezie), porucha chuti, závratě, nauzea, sucho v ústech. Jedním z častých nežádoucích účinků je bolest hlavy. [1]

V případech předávkování radioaktivitou se má podporovat časté močení a defekace, aby se radiační dávka pacienta minimalizovala. Je třeba věnovat pozornost tomu, aby se zabránilo kontaminaci radioaktivitou, vylučovanou pacientem.[1]

Přípravek se po intravenózní aplikaci rychle vylučuje z krve, v celé krvi zůstává za 5 minut po aplikaci pouze 5 % podané aktivity. Vychytání v mozku je rychlé, za 10 minut po injekci dosahuje asi 7 % podané aktivity a za 5 hodin se snižuje na 3 % podané aktivity. Asi 30 % veškeré aktivity v mozku přísluší vychytání ve striatu. Za 48 hodin po aplikaci je asi 60 % podané aktivity vyloučeno močí, dle výpočtu přibližně 14 % stolicí.[1]

^{123}I má fyzikální poločas přeměny 13,2 hodiny. Přeměňuje se emisí záření gama s převládající energií 159 keV a rentgenovým zářením s energií 27 keV. [1] [13]

Efektivní dávka (E) po podání 185MBq injekce DaTSCANu je pro 70kg jedince 4,35 mSv. Při zhoršené funkci ledvin nebo jater může být efektivní dávka zvýšena.[1]

Všechny nepoužitý léčivý přípravek nebo odpad musí být zlikvidován v souladu s místními požadavky.[1]

5.2. Aplikovaná aktivita

K vyšetření bazálních ganglií se pacientovi aplikuje ^{123}I – ioflupan. Obvykle se dospělým aplikuje radiofarmakum o aktivitě 150 – 200 MBq. Diagnostická referenční úroveň těchto radiofarmak je 200 MBq. U pacientů s hmotností vyšší než 70 kg se optimální aktivita přepočítává podle tabulek. V dětském věku se vyšetření standardně neprovádí. Aplikovanou aktivitu vždy vyšetřující zaznamenává do dokumentace pacienta. [36]

6. Vybrané kazuistiky

Jednotlivé kazuistiky představují vyšetření skutečných pacientů. Z důvodu ochrany osobních údajů záměrně neuvádím jména ani jiné iniciály klientů. Kazuistiky jsou pro lepší orientaci očíslovány. Všechny studie prezentují receptorovou diagnostiku bazálních ganglií.

6.1. Kazuistika 1

Kazuistika 1 popisuje případ 42leté ženy.

Provedená vyšetření:

Od roku 2014 pacientka navštěvovala psychiatrické léčebny. Pacientka byla postižena hypertonicko-hypokinetickým syndromem s pravostranným tremorem. V začátcích tremor dominantní.

V roce 2016 navštívila neurologické oddělení, jelikož pacientka trpěla zpomalením pohybu na pravé straně (horní i dolní končetina), objevoval se i třes. Z vyšetření plynulo, že tyto příznaky můžou mít psychogenní podíl.

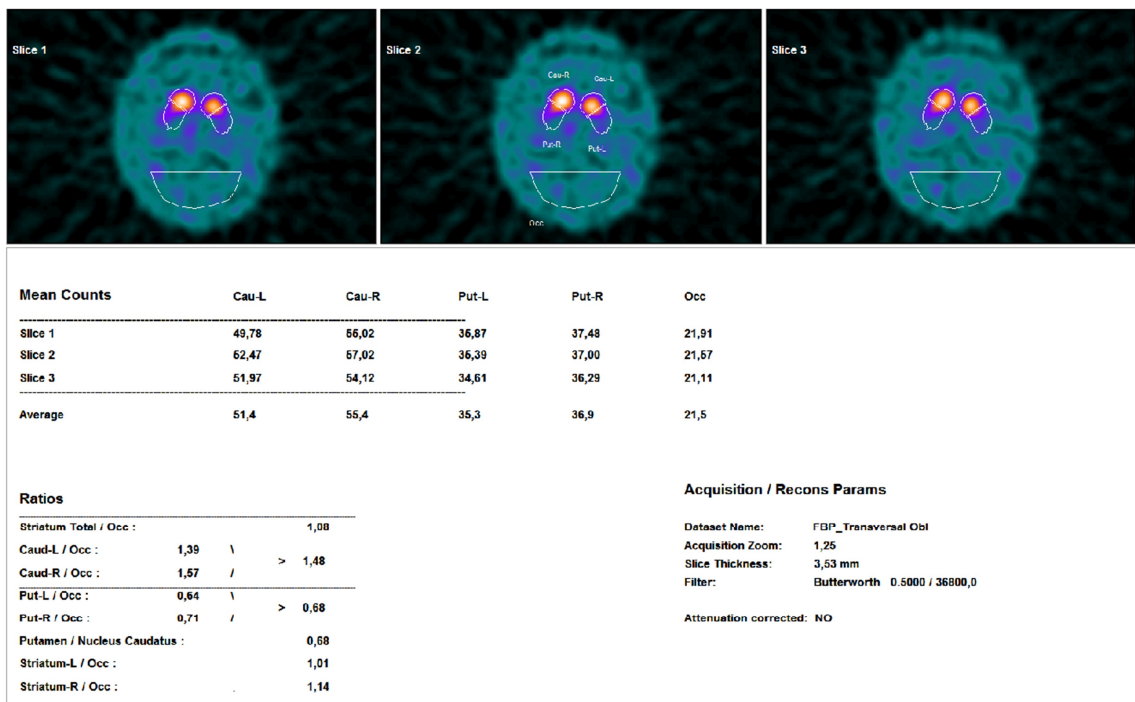
Pacientka prodělala vyšetření na MRI. Z laboratorních vyšetření bylo LP a metabolismus Cu v normě. Lékař odeslal pacientku na vyšetření DaTSCAN.

Vyšetření na oddělení Prague Medical Department:

Pacientka indikována k vyšetření DaTSCAN pro vyloučení Parkinsonovi choroby.

Scintigrafie byla provedena 3 hodiny po i. v. aplikaci 170 MBq¹²³I – ioflupanu. Studie byla provedena metodou SPECT ve třech rovinách a ve 3D rekonstrukci.

Vyšetřením prokazujeme oboustrannou redukci akumulace radiofarmaka v bazálních gangliích.



Obrázek 4: „Zobrazení bazálních ganglií“ získáno na oddělení nukleární medicíny v Prague Medical Care Department

Závěr:

Nález na DaTSCAN prokazuje Parkinsonovu chorobu.

6.2. Kazuistika 2

Kazuistika 2 popisuje případ 65letého muže.

Provedená vyšetření:

Pacient trpěl třesem celé pravé horní končetiny, přesto žádné léky nebral.

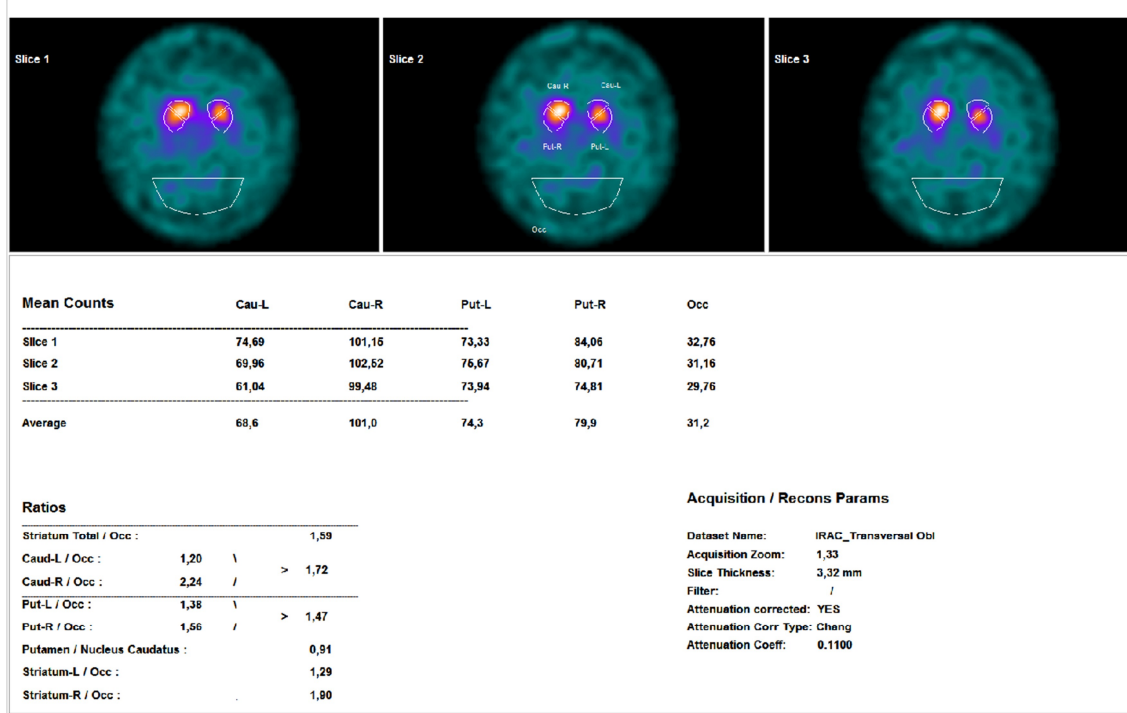
Vyšetření na oddělení Prague Medical Department:

Pacient indikován k vyšetření DaTSCAN pro vyloučení Parkinsonovi choroby.

Scintigrafie byla provedena 3 hodiny po i. v. aplikaci 185MBq¹²³I – ioflupanu.

Studie byla provedena metodou SPECT ve třech rovinách a ve 3D rekonstrukci.

Vyšetřením prokazujeme výraznou oboustrannou redukci akumulace radiofarmaka v bazálních gangliích. Více jsou postižena levostranná bazální ganglia.



Obrázek 5: „Zobrazení bazálních ganglií“ získáno na oddělení nukleární medicíny v Prague Medical Care Department

Závěr:

Nález na DaTSCAN svědčí pro nemoc Parkinson.

6.3. Kazuistika 3

Kazuistika 3 popisuje případ 60letého muže.

Provedená vyšetření:

Cca 5 let pacient trpí při stresových situacích třesem.

V únoru 2016 se poprvé dostavil na neurologii do nemocnice Písek. Rodina 3 měsíce pozorovala mírný třes horních končetin spíše vlevo. Pacientovi byl diagnostikován esenciální tremor.

V červnu 2016 se dostavil na kontrolu, léky stále neměl. Laboratorní hodnoty hormonů v normě.

V lednu 2017 se pacient poprvé dostavil do neurologické ambulance v Kladně. Pacient udával stav kolísavý, tremor ke konci týdne a ve stresových situacích, výrazněji

vlevo. Lékař neurologické ambulance v Kladně provedl neurologické vyšetření a diagnostickým závěrem bylo, že dle předchozího vyšetření je stav zhoršen a že by se mohlo jednat o esenciální tremor. Lékař však nemohl vyloučit začínající nemoc Parkinson. Proto byl pacient poslán na vyšetření DaTSCAN. Medikace nebyla prozatím podána.

Žádná zobrazovací vyšetření neproběhla.

Vyšetření na oddělení Prague Medical Department:

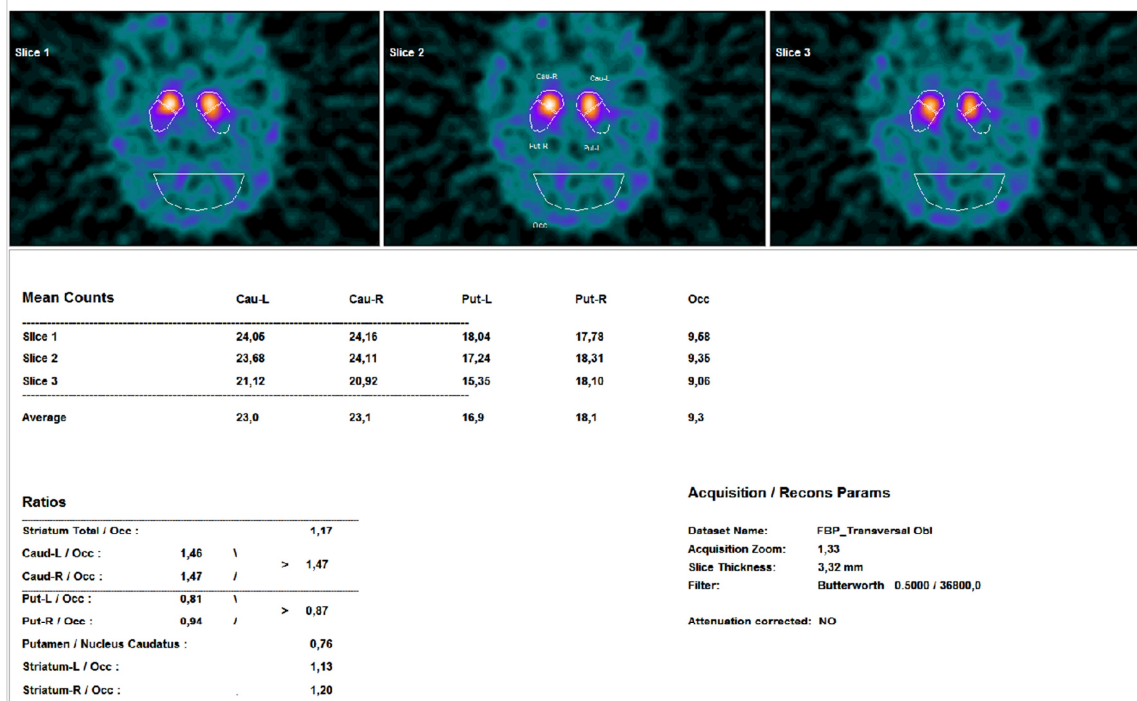
Pacient indikován k vyšetření DaTSCAN pro vyloučení Parkinsonovi choroby.

Pacient před vyšetřením udává, že třes levé horní končetiny se zhoršuje při rozrušení

a že třes pravé horní končetiny začíná.

Scintigrafie byla provedena 3 hodiny po i. v. aplikaci 193MBq¹²³I – ioflupanu. Studie byla provedena metodou SPECT ve třech rovinách a ve 3D rekonstrukci.

Vyšetřením prokazujeme výraznou oboustrannou redukci akumulace radiofarmaka v bazálních gangliích.



Obrázek 6: „Zobrazení bazálních ganglií“ získáno na oddělení nukleární medicíny v Prague Medical Care Department

Závěr:

Nález na DaTSCAN potvrzuje nemoc Parkinson.

6.4. Kazuistika 4

Kazuistika 4 popisuje případ 74letého muže.

Provedená vyšetření:

V roce 2016 pacient navštívil neurologickou ambulanci a udával, že trpí třesem obou horních končetin, zejména při soustředění. Pacient si také stěžoval na bolesti lýtek. Lékař došel k závěru, že je jedná o onemocnění Parkinson a předepsal pacientovi L-DOPU. Pacient však nepocíťoval zlepšení stavu, spíše byl unaven, a proto léky samovolně vysadil.

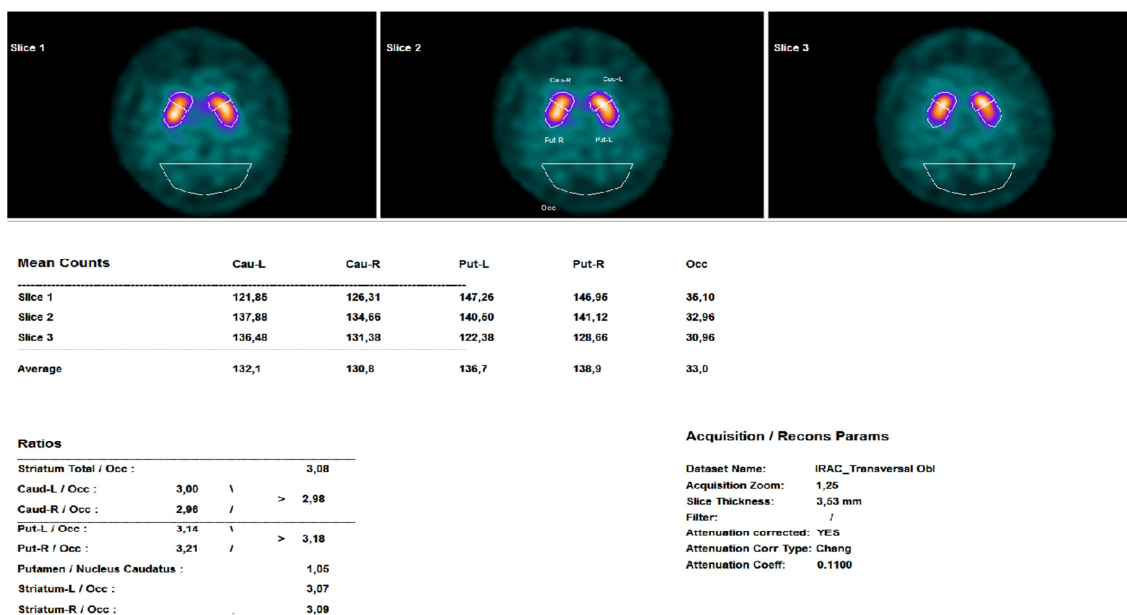
V roce 2017 byl odeslán na vyšetření DaTSCAN.

Vyšetření na oddělení Prague Medical Department:

Pacient indikován k vyšetření DaTSCAN pro vyloučení Parkinsonovi choroby.

Scintigrafie byla provedena 3 hodiny po i. v. aplikaci 175MBq¹²³I – ioflupanu. Studie byla provedena metodou SPECT ve třech rovinách a ve 3D rekonstrukci.

Vyšetřením neprokazujeme defekty v distribuci radiofarmaka ani výraznější asymetrii v oblasti striga – nucleuscaudatus i putamen bilaterálně bez patologické distribuce radiofarmaka. Stranově symetrický nález včetně provedené kvantifikace.



Obrázek 7: „Zobrazení bazálních ganglií“ získáno na oddělení nukleární medicíny v Prague Medical Care Department

Závěr:

Nález na DaTSCAN vylučuje nemoc Parkinson.

6.5. Kazuistika 5

Kazuistika 5 popisuje případ 57letého muže.

Provedená vyšetření:

Pacient byl 4 až 5 let upozorňován na třes brady, jelikož si to sám neuvědomoval. V roce 2015 navštívil neurologické oddělení. Pacient udává, že půl roku trpí třesem hlavy při otočení doprava a při rozčilení. Na dotaz udává i třes pravé horní končetiny. V roce 2009 docházel na rehabilitační cvičení a mobilizaci, od té doby bolesti nemá. Lékař provedl neurologické vyšetření s diagnózou, že se jedná o tremor hlavy a pravá končetina, že je nejspíše esenciální.

V roce 2016 lékař provedl kontrolní vyšetření. Vzhledem k nejasnému nálezu byl pacientovi nasazen Rivotril. Po navýšení medikace se však stav pacienta nezlepšil. Proto byl nasazen Gabapentin, avšak také bez efektu.

V říjnu 2016 byl pacientovi nasazen Akineon, který měl jen přechodný účinek.

V prosinci 2016 byl nasazen potupně Nakom. Pacient udává, že během užívání došlo k přechodnému zlepšení stavu. Avšak kvůli zažívacím potížím tyto léky pacient přestal užívat.

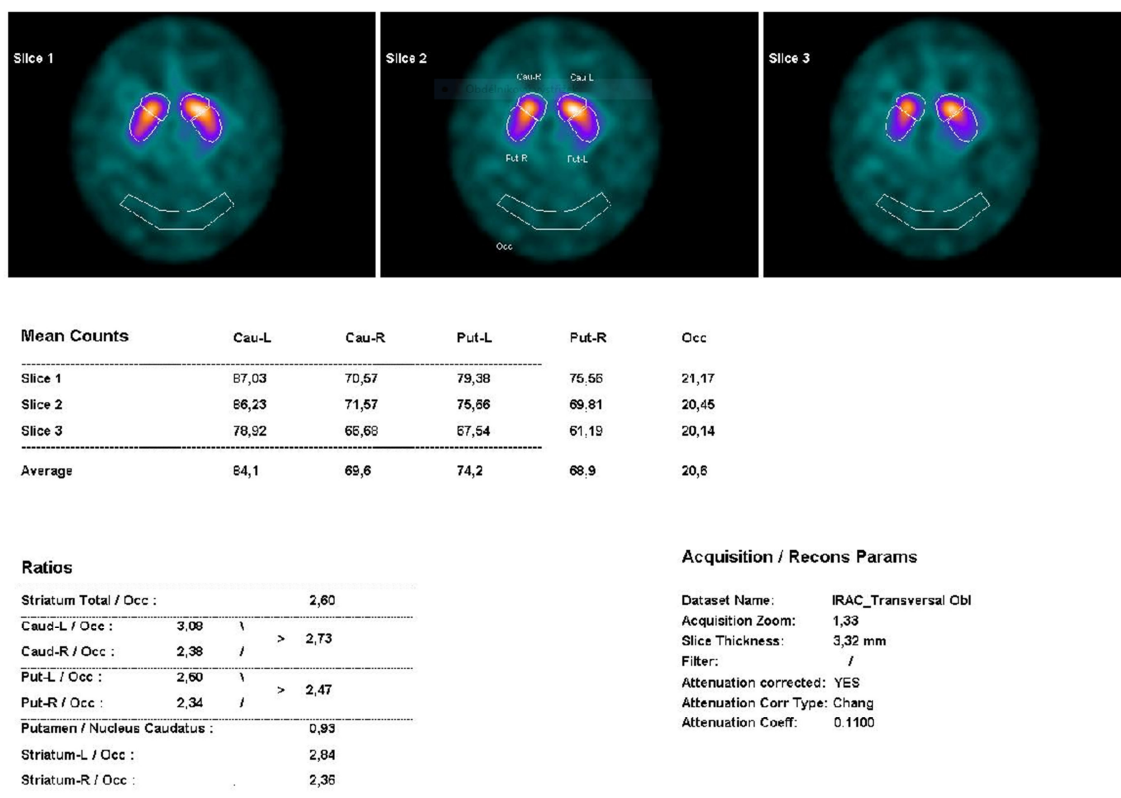
V roce 2017 proběhlo kontrolní vyšetření s diagnostickým závěrem, že se jedná o nejasný tremor hlavy a pravé horní končetiny. Byla však možnost, že se jedná koincipovaný Parkinson syndrom. Proto byl pacient objednan na vyšetření DaTCAN.

Wyšetření na oddělení Prague Medical Department:

Pacient indikován k wyšetření DaTSCAN pro vyloučení Parkinsonovi choroby.

Scintigrafie byla provedena 3 hodiny po i. v. aplikaci 180MBq¹²³I – ioflupanu. Studie byla provedena metodou SPECT ve třech rovinách a ve 3D rekonstrukci.

Wyšetřením neprokazujeme defekty v distribuci radiofarmaka ani výraznější asymetrii v oblasti striga – nucleuscaudatus i putamen bilaterálně bez patologické distribuce radiofarmaka. Stranově symetrický nález včetně provedené kvantifikace



Obrázek 8: „Zobrazení bazálních ganglií“ získáno na oddělení nukleární medicíny v Prague Medical Care Department

Závěr:

Nález na DaTSCAN vylučuje onemocnění Parkinson.

6.6. Kazuistika 6

Kazuistika 6 popisuje případ 74leté ženy.

Provedená vyšetření:

V roce 2017 pacientka navštívila neurologické oddělení v Ústřední vojenské nemocnici.

V rodinné anamnéze pacientka uvedla, že otec měl v pokročilém věku tremor a po zápalu plic měl onemocnění Parkinson.

Dále udává, že si děti všimly třesu pravé horní končetiny. Třes je vázán spíše na činnost a horší se při větším vypět. Těmito obtížemi trpí asi rok. Pacientka uvedla, že ztuhlost rukou po ránu nepozoruje. Také uvádí, že v posledním roce trpí zvýšeným fyzickým i psychickým napětím. Vliv alkoholu na zmírnění tremoru nepozorovala.

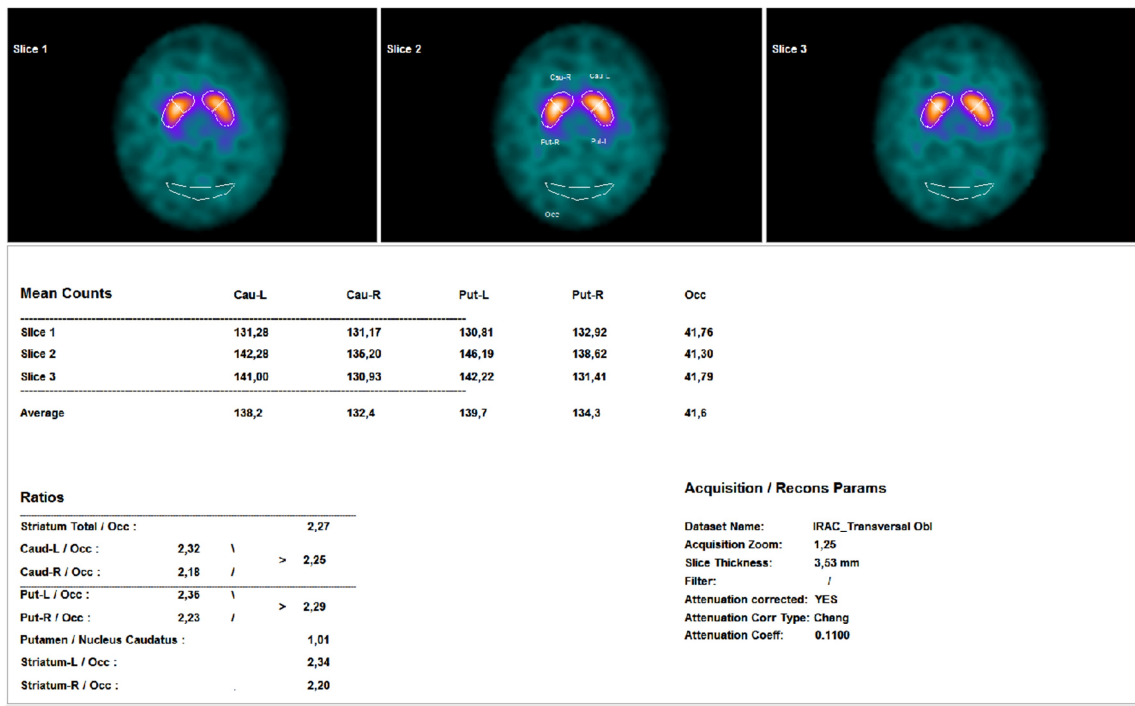
Lékař v Ústřední vojenské nemocnici provedl neurologické vyšetření. Pacientka byla kompletně orientovaná a spolupracovala. Bez snížené mimiky v obličeji. Svalový tonus nezvýšený, klidový tremor v pravé horní končetině. Postoj a chůze normální, pohyb horních končetin zachován. Lékař došel k diagnostickému závěru, že pacientka netrpí Parkinsonovou chorobou a ani esenciálním tremorem. Pacientovi nebyla prozatím podána žádná medikace a bylo doporučeno vyšetření DaTSCAN.

Vyšetření na oddělení Prague Medical Department:

Pacient indikován k vyšetření DaTSCAN pro vyloučení Parkinsonovi choroby.

Scintigrafie byla provedena 3 hodiny po i. v. aplikaci 180MBq¹²³I – ioflupanu. Studie byla provedena metodou SPECT ve třech rovinách a ve 3D rekonstrukci.

Vyšetřením neprokazujeme defekty v distribuci radiofarmaka ani výraznější asymetrii v oblasti striga – nucleuscaudatus i putamen bilaterálně bez patologické distribuce radiofarmaka. Stranově symetrický nález včetně provedené kvantifikace.



Obrázek 9: „Zobrazení bazálních ganglií“ získáno na oddělení nukleární medicíny v Prague Medical Care Department

Závěr:

Nález na DaTSCAN vylučuje onemocnění Parkinson.

DISKUZE

Vyšetření dopaminových receptorů mozku je stále významnou součástí vyšetřovacích postupů klinické neurologie. V současnosti se pro toto vyšetření využívá radiofarmakum značené ^{123}I . Na základě studií, které jsem zpracovala v praktické části, je zřejmé, že radiační zátěž je relativně nízká. Mohu říct, že radiační zátěž vyšetření je srovnatelná s jinými rentgenovými vyšetřeními. Též je radiační zátěž srovnatelná s kosmickým zářením a zářením z přírodních zdrojů, kterou obdržíme za 2 roky svého života.

Vyšetření dopaminových receptorů je časově náročné. Snímání se zahajuje 3 hodiny po intravenózním podání radiofarmaka. Aplikaci radiofarmaka provádí zdravotní sestra nebo lékař nukleární medicíny.

Receptorová scintigrafie mozku je jednou z metod nukleární neurologie. Umožňuje přesnou diferenciální diagnostiku Parkinsonova syndromu, esenciálního tremoru v komplikovaných případech a ověření diagnózy Parkinsonovy choroby v jejích časných fázích. Deficit dopaminových transportérů je totiž velmi zřetelný již v počátcích Parkinsonova syndromu.

Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit přínos preparátu DaTSCAN na vybraných kazuistikách. Pacient 1 byl léčen v psychiatrické léčebně, vyšetření dopaminových receptorů prokázalo, že zdravotní problémy jsou způsobeny Parkinsonovou chorobou. Pacienti 2 a 3 po dobu, kdy měli zdravotní problémy související s Parkinsonovou chorobou, nebrali žádné léky. Též u nich byla prokázána Parkinsonova choroba. Pacientovi 4 byla po neurologickém vyšetření diagnostikována Parkinsonova choroba a nasazeny antiparkinsonika. Vyšetření však na oddělení nukleární medicíny vyloučilo toto onemocnění. Pacienti 5 a 6 byli po neurologické kontrole odesláni na vyšetření dopaminových receptorů kvůli zhoršujícímu se tremoru. U obou pacientů byla vyloučena Parkinsonova choroba.

Podle této studie mohu říct, že přípravek DaTSCAN má v rámci diagnostiky Parkinsonovy choroby velký význam. Tento přípravek lékařům pomáhá s přesnou diferenciální diagnostikou Parkinsonovy choroby a umožňuje správnou indikaci specifické léčby.

Úloha radiologického asistenta na oddělení nukleární medicíny spočívá v samotném provedení vyšetření. Nejdůležitější je kontakt radiologického asistenta

s pacientem. Je důležité vyvolat klidnou atmosféru, důvěru a odstranit obavy vyšetřovaného z vyšetření. Pacient by měl být před vyšetřením dostatečně poučen o průběhu vyšetření. Radiologický asistent by však měl těsně před vyšetřením, znovu pacienta informovat o důležitých náležitostech vyšetření a klást důraz na skutečnosti, které mohou významně ovlivnit výsledky vyšetření, to je například pohyb pacienta při vyšetření.

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývá přínosem preparátu DaTSCAN v diferenciální diagnostice Parkinsonova syndromu.

V teoretické části bakalářské práce jsem nejdříve popsala základy anatomie a fyziologie mozku. Následně jsem stručně rozebrala patofyziologii Parkinsonovy choroby, které je indikací k provedení receptorové diagnostiky na oddělení nukleární medicíny. Poté jsem se věnovala vyšetřovacím metodám, které jsou v současné době používané při podezření na onemocnění Parkinsonova syndromu. Pro lepší pochopení principu nukleární medicíny jsem se věnovala pojmům jako, je nukleární medicína a scintigrafie receptorových systémů mozku. Dále jsem se zabývala radiofarmaky. Na závěr byla shrnuta radiační ochrana pracovníků i pacientů.

Praktická část bakalářské práce vznikla na základě odborné praxe na oddělení nukleární medicíny v Prague Medical Care Department v Ústřední vojenské nemocnici v Praze.

V praktické části jsem nejdříve zhodnotila přístrojové vybavení pracoviště, které je nutné pro provedení vyšetření mozku. Poté jsem se věnovala samotnému vyšetření mozku a radiofarmaku, které se využívá k zobrazení distribuce receptorů centrální nervové soustavy. Následně jsem se zabývala přípravou pacienta před vyšetřením a průběhem vyšetření v Prague Medical Care Department.

Praktickou část jsem sestavila z několika kazuistik, které demonstrují vyšetření v Prague Medical Care Department.

Z jednotlivých kazuistik plyne určitý závěr. Na tomto podkladě lze hodnotit přínos preparátu DaTSCAN. Hlavním významem přípravku je ověření správné indikace specifické léčby a umožnění přesné diferenciální diagnostiky Parkinsonovy choroby. Jde o význam medicínský, ale i ekonomický, jelikož specifická léčba Parkinsonovy nemoci je finančně náročnější než diagnostická metoda SPECT. Studie prokázala, že u 2 pacientů, kteří se léčili antiparkinsoniky, nemá z této léčby pro nesprávnou diagnostiku žádný účinek.

PŘÍLOHY

Příloha 1: Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem zpracovala údaje/podklady pro praktickou část bakalářské práce s názvem Přínos preparátu DaTSCAN v diferenciální diagnostice Parkinsonovy choroby v rámci studia/odborné praxe realizované v rámci studia na Vysoké škole zdravotnické, o. p. s., Duškova 7, Praha 5.

V Praze dne

.....

Jméno a příjmení studenta

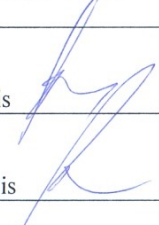

Příloha 2: Protokol k provádění sběru podkladů pro zpracování bakalářské práce

Vysoká škola zdravotnická, o.p.s.
Duškova 7, 150 00 Praha 5




PROTOKOL K PROVÁDĚNÍ SBĚRU PODKLADŮ PRO ZPRACOVÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

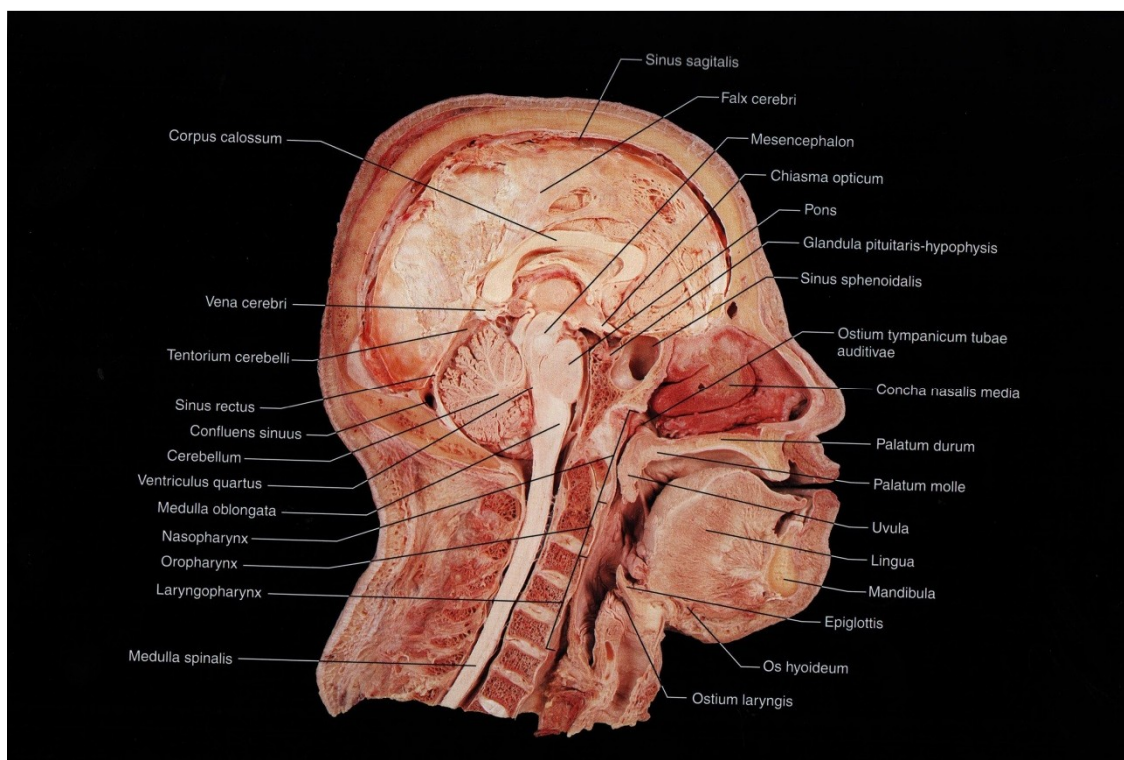
(součástí tohoto protokolu je, v případě realizace, kopie plného znění dotazníku,
který bude respondentům distribuován)

Příjmení a jméno studenta	MEDLOVÁ KRISTÝNA	
Studijní obor	RA	Ročník 2.22A
Téma práce	Příenos preparátů datiscan v DIFERENCIÁLNÍ DIAGNOSTICE PARLYNSONOVA SYNDROMU	
Název pracoviště, kde bude realizován sběr podkladů	. PRAGUE MEDICAL CARE DEPARTMENT	
Jméno vedoucího práce	MUDr. IRENA MAŽIČOVÁ	
Vyjádření vedoucího práce k finančnímu zatížení pracoviště při realizaci výzkumu	Výzkum <input type="radio"/> bude spojen s finančním zatížením pracoviště <input checked="" type="radio"/> nebude spojen s finančním zatížením pracoviště	
Souhlas vedoucího práce	<input checked="" type="radio"/> souhlasím	podpis 
	<input type="radio"/> nesouhlasím	
Souhlas náměstkyně pro ošetrovatelskou péči	<input checked="" type="radio"/> souhlasím	podpis 
	<input type="radio"/> nesouhlasím	

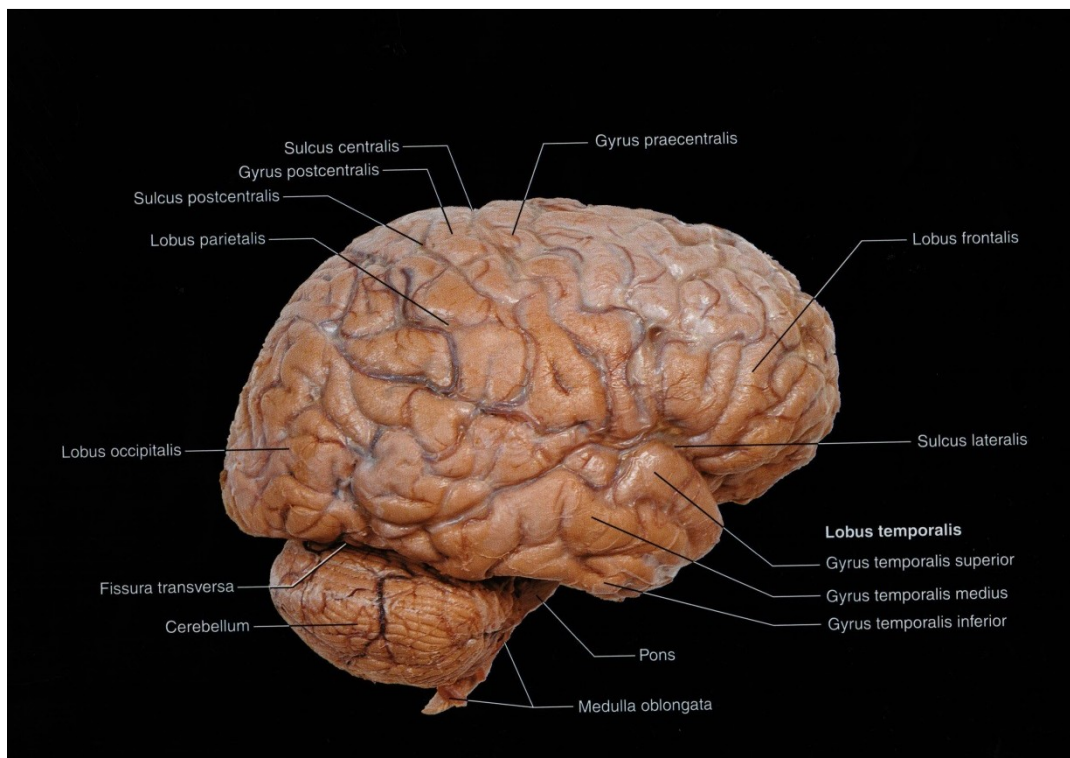
V dne 16.2.2016


podpis studenta

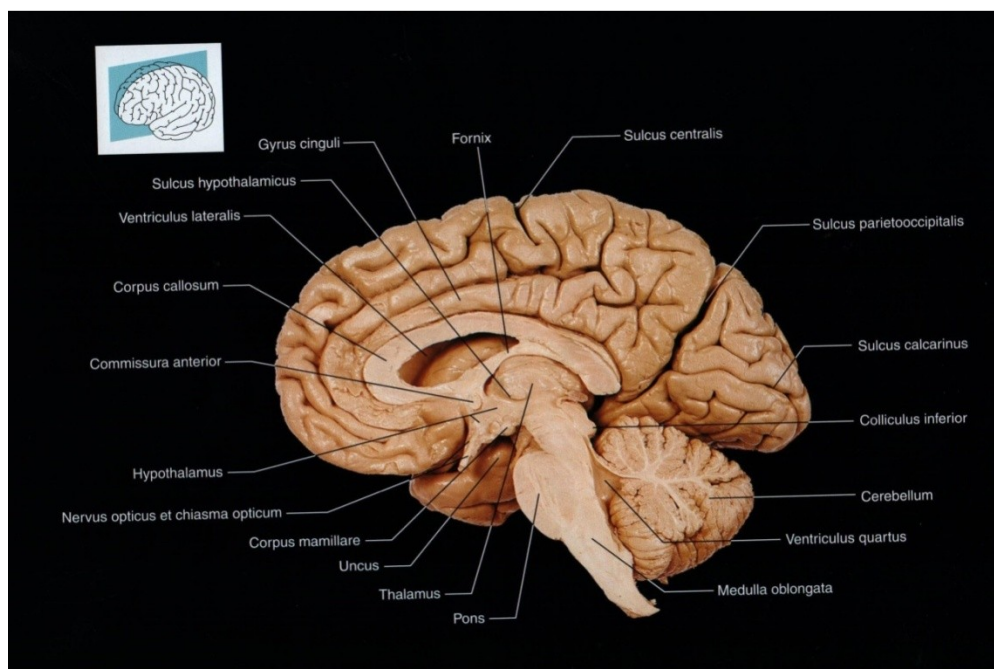
Příloha 3: Předozadní řez hlavou [24]



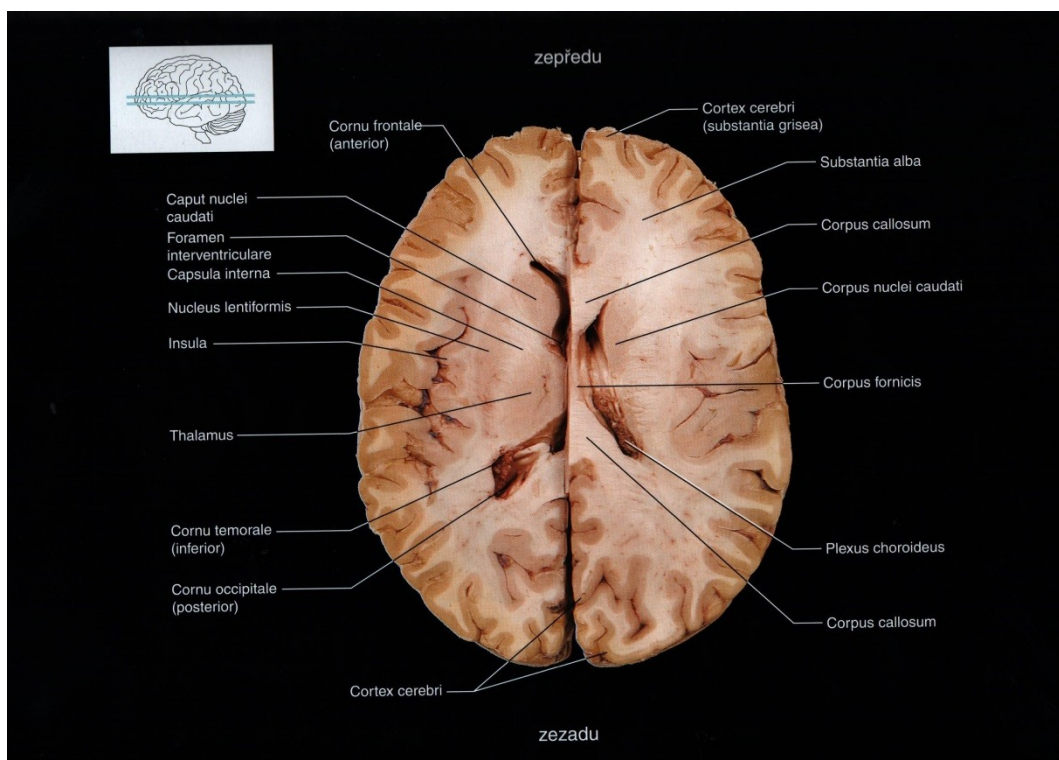
Příloha 4: Pravá polovina mozku (bez pavučnice)[24]



Příloha 5: Střední předozadní řez mozkem[24]



Příloha 6: Příčný řez mozkem, pohled seshora. Vlevo ve výši mezikomorového otvoru, vpravo o 1,5, sm výše [24]



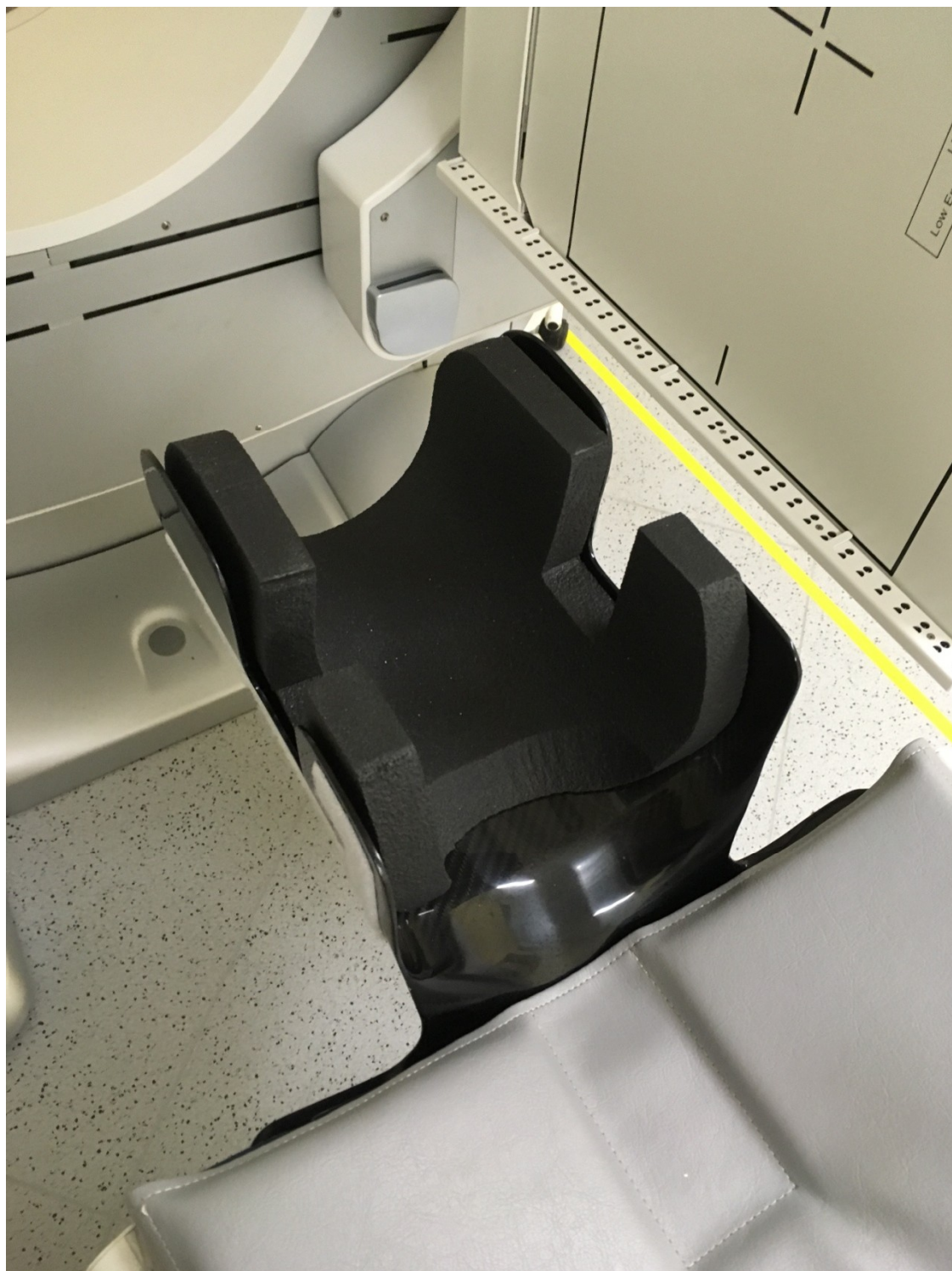
Příloha 7: Radiační zátěž při diferenciální diagnostice Parkinsonovy choroby [12]

SPECT dopaminových transportérů ve striatu pomocí ligandů značených ^{123}I		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/ MBq]
Dospělí	stěna močového měchýře: 0,054 tlusté střevo: 0,042	0,14
Děti 5 let	údaje nejsou k dispozici vyšetření se neprovádí	údaje nejsou k dispozici vyšetření se neprovádí

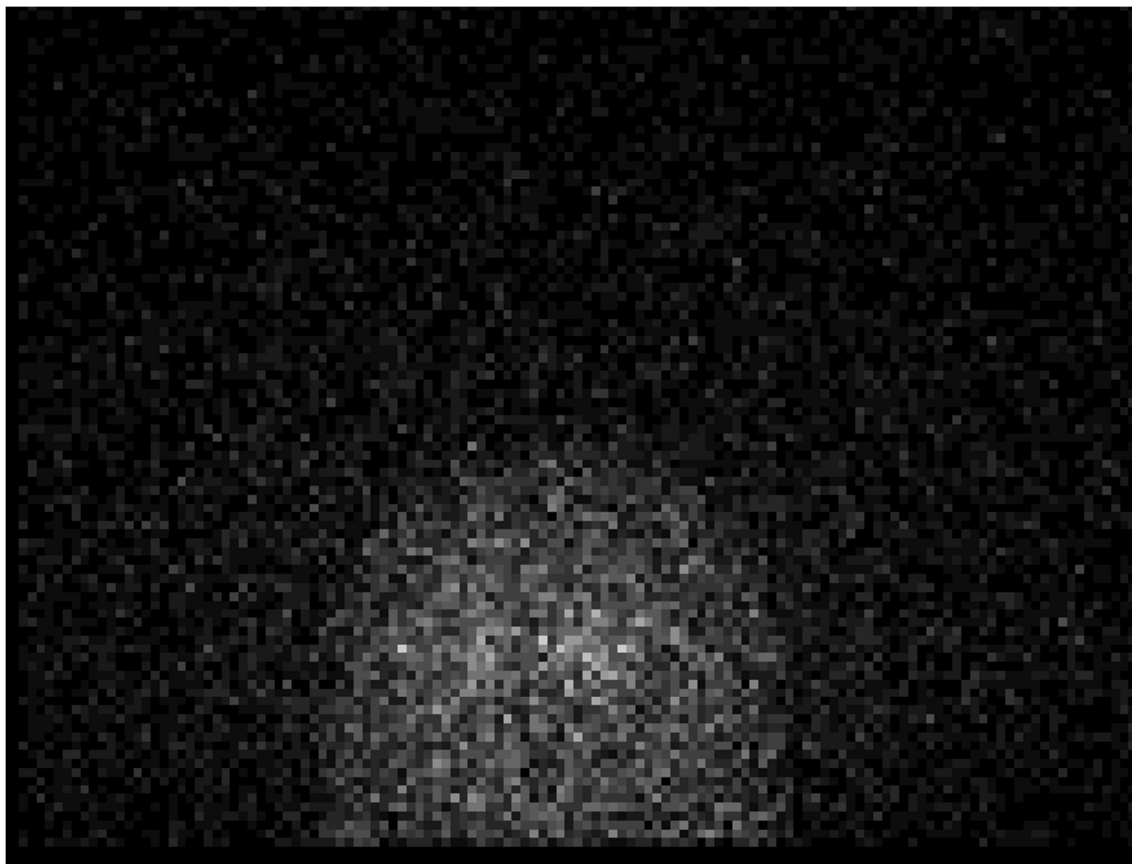
Příloha 8: „Gamakamera GE Discovery NM630“ vyfoceno na soukromé klinice nukleární medicíny Prague Medical Care Department



Příloha 9: „Držák používaný při vyšetření hlavy“ vyfoceno na soukromé klinice nukleární medicíny Prague Medical Care Department



**Příloha 10: „Součet projekcí“ získáno na oddělení nukleární medicíny v Prague
Medical Care Department**



Příloha 11: „Informovaný souhlas pacienta“ získáno na oddělení nukleární medicíny v Prague Medical Care Department



INFORMOVANÝ SOUHLAS PACIENTA (ZÁKONNÉHO ZÁSTUPCE) S APLIKACÍ IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ

Pacient	Zákonný zástupce
Jméno a příjmení:
RČ (datum nar.):

Podstata vyšetření

V nukleární medicíně je zdrojem záření radiofarmakum, tj. látka, kterou dostanete většinou v nitrožilní injekci. Skládá se z radionuklidu (většinou technecium ^{99m}Tc s poločasem přeměny 6 hod) a z nosiče, který je různý pro jednotlivé orgány a podle toho se i v těle distribuuje a vylučuje. Následné snímky se provádějí na přístroji nazývaném gamakamera s různým časovým odstupem od injekce podle druhu vyšetření. Podané radiofarmakum neovlivní Vaši pozornost a ani Vás neomezí v další fyzické aktivitě.

Alternativy výkonu

Ke scintigrafickému vyšetření zpravidla není alternativa. S dalšími možnými diagnostickými vyšetřeními (RTG, CT, MR, ultrazvuk) se navzájem doplňují.

Riziko alergických reakcí

Při aplikaci radiofarmaka je riziko alergické reakce zcela minimální. Případnou alergii však hlasejte při příchodu na recepci oddělení.

Opatření z hlediska radiační ochrany

Používané radionuklidy byly vyvinuty pro lékařské účely a jejich použití podléhá přísným pravidlům a kontrolám. Radiofarmaka pro diagnostické účely nemohou ohrozit Vaše zdraví, přesto vždy dbáme na to, aby obdržená dávka ze záření byla co nejnižší. Ve většině případů je dávka srovnatelná s dávkou z RTG záření nebo je ještě nižší. Po aplikaci radiofarmaka vychází z těla pacienta záření. Proto je nežádoucí, aby Vás na vyšetření doprovázely malé děti, těhotné ženy a pokud to Váš zdravotní stav dovoluje tak ani další osoby, které by setrvaly ve Vaší přítomnosti v průběhu vyšetření. Do druhého dne omezte tělesný kontakt se členy domácnosti, především malými dětmi. Rychlejšímu vyloučení radiofarmaka z těla napomůžete tím, že po dobu několika hodin po vyšetření budete hodně pít a častěji vyprazdňovat močový měchýř. U naprosté většiny našich vyšetření z druhý den radiofarmakum v těle již jen v zanedbatelném množství.

Vyšetření je ve výjimečných případech možné provést i u těhotných a kojících žen, vždy však po pečlivém zvážení jiných možných variant společně s ošetřujícím lékařem. U kojících žen doporučujeme vynechat kojení na 12-18 hodin s předchozím zajištěním zásoby mateřského mléka.

V případě, že musíte odcestovat do ciziny hned po Vašem vyšetření, vyžádejte si u nás potvrzení pro případ, že by citlivé detektory na letišti zaznamenaly zbytky radiace vycházející z Vašeho těla.

Uvedené informace jsou stručné, proto se na všechno, co Vám není jasné, zeptejte našeho personálu, který Vám všechny dotazy zodpoví.

Odpovědi na doplňující otázky pacienta (případně uvést, že pacient žádné doplňující otázky neměl):

Předchozí vyšetření na oddělení nukleární medicíny ano ne

Jste gravidní? Ano ne Pokud ano, kolikátý týden těhotenství.....

Kojíte? Ano ne

Prohlašuji, že lékař, který mi poskytl poučení, mi osobně vysvětlil vše, co je obsahem tohoto písemného informovaného souhlasu a měl jsem možnost klást mu otázky, na které mi řádně odpověděl.

Prohlašuji, že jsem shora uvedenému poučení a informacím plně porozuměl a výslovně souhlasím s provedením tohoto zdravotního výkonu:

Jako zákonný zástupce (* zaškrtněte jednu možnost):

- nezletilého pacienta,
- pacienta zbaveného způsobilosti k právním úkonům
- pacienta s omezenou způsobilostí k právním úkonům

svým podpisem stvrzuji, že jsem obdržel příslušné informace a že tyto výše uvedené informace byly v přiměřeném rozsahu a formě též poskytnuty pacientovi.

V Praze dne

.....
Podpis pacienta / zákonného zástupce

.....
Podpis lékaře

Podpis svědka pokud pacient/zákonný zástupce není schopen se vlastnoručně podepsat:

Důvod, pro který pacient/zákonný zástupce není schopen se podepsat:

Jméno, příjmení, podpis svědka:

Příloha 12: „Informace pro pacienta“ získáno na oddělení nukleární medicíny v Prague Medical Care Department

Scintigrafie mozku SPECT (123 I-DatSCAN, 123 I-IBZM)

Tato vyšetření poskytují obraz odpovídající funkci bazálních ganglií na receptorové úrovni. Jsou indikována v rámci diferenciální diagnostiky tremoru.

Alternativním vyšetřením je PET/CT mozku, které je však spojeno s vyšší radiační zátěží a t.č. se v ČR neprovádí.

Pacientovi je aplikováno i.v. radiofarmakum. Snímkování zahajujeme za 3 hodiny, trvá cca 40 minut.

Nejsou známy nežádoucí účinky po podání radiofarmaka. Radiofarmakum obsahuje jod, ale v tak malém množství, že nezpůsobuje alergii. Alergie na jod tedy není kontraindikací vyšetření.

Nebude ovlivněna Vaše schopnost soustředění, ani Váš běžný způsob života či pracovní schopnost.

Vzhledem k tomu, že Vám bude aplikováno jen velmi malé množství radioaktivní látky, není třeba speciální opatření proti ozáření osob ve Vašem okolí.

Zájem lékaře je Vám pomoci. Lékař Vám vysvětlí podstatu lékařského vyšetření, seznámí Vás s možnými alternativami. Můžete mu položit doplňující otázky. Máte právo navržené vyšetření odmítnout.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Anatomicko-terapeuticko-chemické skupiny: Diagnostická radiofarmaka: DATSCAN. *Státní ústav pro kontrolu léčiv* [online]. 2007 [cit. 2017-03-06]. Dostupné z: <http://www.sukl.cz/modules/medication/detail.php?code=0025460&tab=texts>
- [2] BAREŠ, Martin. Diagnostika a klinické příznaky Parkinsonovy nemoci. *Neurologie pro praxi* [online]. 2001: 1 [cit. 2017-11-03]. ISSN: 1803-5280. Dostupné z: <http://www.neurologiepropraxi.cz/magno/neu/2001/mn1.php>
- [3] ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. 3., upr. a dopl. vyd. Editor Miloš Grim. Praha: Grada, 2013, 497 s. ISBN 9788024747880
- [4] *Dvouhlavá gamakamera SPECT Discovery NM630*. [online]. [cit. 2017-03-06]. Dostupné z: <http://www.prague-medical.cz/pristroje/37-dvouhlava-gamakamera-spect-varicam-elscint-2>
- [5] DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 532 s. ISBN 9788024732404.
- [6] FERDA, Jiří, Hynek MÍRKA, Jan BAXA a Alexander MALÁN. *Základy zobrazovacích metod*. Praha: Galén, 2015. ISBN 9788074921643.
- [7] HUŠÁK, Václav. *Radiační ochrana pro radiologické asistenty*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2009, 138 s. ISBN 9788024423500.
- [8] HUTCHINSON, Matt, Jon MALLATT a Elaine Nicpon MARIEB. *Lidské tělo: obrazový atlas latinsko-česko-anglický*. 1. vyd. Brno: CP Books, 2005, 142 s. ISBN 8025106624.
- [9] JEDLIČKA, Pavel a Otakar KELLER. *Speciální neurologie*. Praha: Galén, 2005. ISBN 8072623125.

- [10] JIRÁK, Roman, Iva HOLMEROVÁ a Claudia BORZOVÁ. *Demence a jiné poruchy paměti: komunikace a každodenní péče*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 164 s. Sestra (Grada). ISBN 9788024724546.
- [11] KALVACH, Pavel. *Mozkové ischemie a hemoragie*. 3., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2010, 456 s. ISBN 9788024727653.
- [12] KORANDA, Pavel. *Atlas scintigrafie mozku: Atlas of brain scintigraphy*. 1. vyd. Praha: Lacomed, 2008, 82 s. ISBN 978-80-239-9778-1.
- [13] KORANDA, Pavel. *Nukleární medicína*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014, 201 s. ISBN 9788024440316.
- [14] KRAFT, Otakar a Jan PEKÁREK. *Radiofarmaka*. Vyd. 1. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Lékařská fakulta, 2012, 97 s. ISBN 9788074641831.
- [15] KUPKA, Karel, Jozef KUBINYI a Martin ŠÁMAL. *Nukleární medicína*. 6. vydání (2. vydání v Nakladatelství P3K). V Praze: P3K, 2015. ISBN 9788087343548.
- [16] KUPKA, Karel, Jozef KUBINYI a Martin ŠÁMAL. *Nukleární medicína*. 1. vyd. Praha: P3K, c2007, 185, xiv s. ISBN 9788090358492.
- [17] LANGMEIER, Miloš. *Základy lékařské fyziologie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 320 s. ISBN 9788024725260.
- [18] MAČÁK, Jiří, Jana MAČÁKOVÁ a Jana DVOŘÁČKOVÁ. *Patologie*. 2., dopl. vyd. Praha: Grada, 2012, 347 s., [20] s. barev. obr.příl. ISBN 9788024735306.
- [19] MARUSIČ, Petr, ZÁRUBOVÁ Kateřina a TOMEK Aleš. *Klinické využití SPECT v neurologii. Neurologie pro praxi* [online]. 20014: 15(1) [cit. 2017-03-01]. ISSN: 1803-5280. Dostupné z: <http://www.neurologiepropraxi.cz/magno/neu/2014/mn1.php>

- [20] MÁMDEPRESE. *Dopamin*. [online]. [cit. 2017-01-29]. Dostupné z: <http://www.mamdeprese.cz/dopamin/>
- [21] MEDKOVÁ, Kristýna. *Perfuzní scintigrafie mozku*. Kladno, 2015. Bakalářská práce
- [22] MÍKOVÁ, Vlasta, ed. *Nukleární medicína: průřez vyšetřovacími metodami v oboru nukleární medicína*. Praha: Galén, c2008. Care. ISBN 9788072625338.
- [23] MOUREK, Jindřich. *Fyziologie: učebnice pro studenty zdravotnických oborů*. 2., dopl. vyd. Praha: Grada, 2012, 222 s. Sestra (Grada). ISBN 9788024739182.
- [24] PETROVICKÝ, Pavel. *Systematická, topografická a klinická anatomie: centrální nervový systém*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova - Vydavatelství Karolinum, 1995, 248 s. ISBN 8071841080.
- [25] PIRKER, Walter. SPECT v diagnostice Parkinsonových syndromů. *Neurologie pro praxi* [online]. 2004: 4 [cit. 2017-10-04]. ISSN: 1803-5280. Dostupné z: <http://www.neurologiepropraxi.cz/magno/neu/2004/mn4.php>
- [26] *Principy a praxe radiační ochrany*. 1. vyd. Editor Vladislav Klener. Praha: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2000, 619 s. ISBN 8023837036.
- [27] PROCHÁZKA, Václav a Vladimír ČÍŽEK. *Vaskulární diagnostika a intervenční výkony*. Praha: Maxdorf, c2012, 217 s. Jessenius. ISBN 9788073452841.
- [28] SEIDL, Zdeněk. *Neurologie: pro nelékařské zdravotnické obory*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 168 s. ISBN 9788024727332.
- [29] SEIDL, Zdeněk. *Radiologie pro studium i praxi*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2012, 368 s., iv s. obr. příl. ISBN 9788024741086.

- [30] ULLMANN, Vojtěch. Radionuklidy a radiofarmaka pro scintigrafii. *Ullmann V.: "AstroNuklFyzika" - jaderná fyzika, astrofyzika, kosmologie, filosofie* [online]. [cit. 2015-02-25]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/Scintigrafie.htm#Radiofarmaka>
- [31] ULLMANN, Vojtěch. Scintigrafické kolimátory. *Ullmann V.: "AstroNuklFyzika" - jaderná fyzika, astrofyzika, kosmologie, filosofie* [online]. [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/Scintigrafie.htm#Kolimatory>
- [32] ULLMANN, Vojtěch. RNDr. Vojtěch Ullmann: Scintigrafie dopaminergního systému v mozku. *Ullmann V.: "AstroNuklFyzika" - jaderná fyzika, astrofyzika, kosmologie, filosofie* [online]. [cit. 2017-02-14]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/Scintigrafie.htm#KlinScintigrafie>
- [33] ULLMANN, Vojtěch. *Scintilační kamery*. Astro Nukl Fyzika [online]. [cit.2015-03-18]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/Scintigrafie.htm>
- [34] ULLMANN, Vojtěch. *Tomografická scintigrafie*. Astro Nukl Fyzika - jaderná fyzika, astrofyzika, kosmologie, filosofie [online]. [cit.2015-05-03]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/Scintigrafie.htm>
- [35] ULLMANN, Vojtěch. *Radiační ochrana při radiační diagnostice a terapii*. Astro Nukl Fyzika - jaderná fyzika, astrofyzika, kosmologie, filosofie [online]. [cit.2015-02-21]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/RKkontraindikace>.
- [36] Věstník MZ ČR., částka 9/2011 Národní radiologické standardy – nukleární medicína. 2011
- [37] VLČEK, Petr. *Praktická cvičení z nukleární medicíny*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2010, 187 s. ISBN 9788024618197.
- [38] VOKURKA, Martin. *Patofyziologie pro nelékařské směry*. 3., upr. vyd. Praha: Karolinum, 2012, 305 s. ISBN 9788024620329.

[39] VOMÁČKA, Jaroslav. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Druhé, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 9788024445083.

[40] WIKIPEDIE. *Kontraindikace*. [online]. [cit.2015-04-05]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/KontraindikaceadiacniOchrana.htm>

[41] WIKISKRIPTA. *Cévy mozku*. [online]. [cit.2015-02-05]. Dostupné z: http://www.wikiskripta.eu/index.php/C%C3%A9vy_mozku

[42] WIKISKRIPTA. *Dopamin*. [online]. [cit.2017-01-29]. Dostupné z: <http://www.wikiskripta.eu/index.php/Dopamin>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Mozkové tepny [27]	15
Obrázek 2: a) schematické znázornění Willisova okruhu, b) schematické znázornění vertebrobasilárníhopovodí[27]	16
Obrázek 3: Základní druhy kolimátorů scintilačních kamer [31].....	27
Obrázek 4: „Zobrazení bazálních ganglií“ získáno na oddělení nukleární medicíny v Prague Medical Care Department.....	40
Obrázek 5: „Zobrazení bazálních ganglií“ získáno na oddělení nukleární medicíny v Prague Medical Care Department.....	41
Obrázek 6: „Zobrazení bazálních ganglií“ získáno na oddělení nukleární medicíny v Prague Medical Care Department.....	42
Obrázek 7: „Zobrazení bazálních ganglií“ získáno na oddělení nukleární medicíny v Prague Medical Care Department.....	44
Obrázek 8: „Zobrazení bazálních ganglií“ získáno na oddělení nukleární medicíny v Prague Medical Care Department.....	45
Obrázek 9: „Zobrazení bazálních ganglií“ získáno na oddělení nukleární medicíny v Prague Medical Care Department.....	47

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Čestné prohlášení	51
Příloha 2: Protokol k provádění sběru podkladů pro zpracování bakalářské práce.....	52
Příloha 3: Předozadní řez hlavou [24]	53
Příloha 4: Pravá polovina mozku (bez pavučnice)[24].....	53
Příloha 5: Střední předozadní řez mozkiem[24]	54
Příloha 6: Příčný řez mozkiem, pohled seshora. Vlevo ve výši mezikomorového otvoru, vpravo o 1,5, sm výše [24].....	54
Příloha 7: Radiační zátěž při diferenciální diagnostice Parkinsonovy choroby [12].....	55
Příloha 8: „Gamakamera GE Discovery NM630“ vyfoceno na soukromé klinice nukleární medicíny Prague Medical Care Department.....	55
Příloha 9: „Držák používaný při vyšetření hlavy" vyfoceno na soukromé klinice nukleární medicíny Prague Medical Care Department.....	56
Příloha 10: „Součet projekcí“ získáno na oddělení nukleární medicíny v Prague Medical Care Department	57
Příloha 11: „Informovaný souhlas pacienta“ získáno na oddělení nukleární medicíny v Prague Medical Care Department.....	58
Příloha 12: „Informace pro pacienta“ získáno na oddělení nukleární medicíny v Prague Medical Care Department.....	60