

**Univerzita Karlova v Praze
2. lékařská fakulta**

Studijní obor: Radiologický asistent



Bakalářská práce

**Úloha radiologického asistenta při vyšetření ledvin metodami
nukleární medicíny**

2008

**Autor: Petra Urbánková
Vedoucí práce: MUDr. Ingrid Špalková**

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně. Veškerou literaturu a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpala, v práci řádně cituji a jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Lázních bělohrad dne 15.4.2008

.....
Podpis

Poděkování

Děkuji vedoucí bakalářské práce, MUDr. Ingrid Špalkové, za její odborné vedení, cenné rady, připomínky a čas, který mi věnovala při zpracování této práce.

V Lázních Běláhrad dne 15.4.2008

.....

Podpis

Abstrakt

Tato práce se zabývá metodami nukleární medicíny v nefrourologii.

Metody nukleární nefrologie umožňují získat funkční informace o ledvinách a močových cestách, proto mají své nezastupitelné místo v diagnostice chorob tohoto systému, jak u dospělých tak u dětí.

Jednotlivé metody jsou komplementární k morfologickým zobrazovacím metodám. Každá má svůj specifický přínos v určité diagnostické problematice, proto je velmi důležité výsledky těchto metod posuzovat vždy komplexně.

Mezi nejčastější vyšetřovací metody prováděné na oddělení nukleární medicíny patří dynamické a statické scintigrafické vyšetření ledvin a močových cest. Dynamická scintigrafie přináší informaci o funkci ledvin a odtokových parametrech. Je možné také posoudit tvar, velikost a polohu ledvin. Součástí dynamické scintigrafie může být provedení furosemidového testu, diagnostika renovaskulární hypertenze nebo vyšetření transplantované ledviny.

Hlavní úloha radiologického asistenta při těchto diagnostických metodách spočívá ve správném, přesném a srozumitelném poučení pacienta o průběhu vyšetření, uložení pacienta, nastavení detektoru a spuštění studie ihned po aplikaci RF.

O vyšetření se provádí záznam do dokumentace pacienta, kam se zapisuje čas zahájení studie, název přístroje, na kterém bylo vyšetření provedeno a podpis radiologického asistenta vykonávající vyšetření.

Součástí této práce je také zhodnocení, zda je signifikantní rozdíl v relativní funkci ledvin počítané z plochy pod křivkou po odečtení pozadí v 1. – 2. minutě a ve 2. – 3. minutě. Hodnocení bylo provedeno na oddělení NM Fakultní nemocnice Motol u dvaceti náhodně vybraných pacientů různých věkových skupin.

Abstrakt

Do počítačem zpracovaných studií byly zakresleny oblasti zájmu nad oběma ledvinami a pozadí , vytvořené časové histogramy. Poté byly vypočítané relativní funkce ledvin v 1. -2. minutě a následně v 2.- 3. minuta. Obě tyto hodnoty u levé i pravé ledviny byly zaznamenány do tabulky a porovnány .

Zhodnocení ukázalo, že relativní funkce se v obou časových úsecích liší nevýznamně. U čtyř pacientů (tj.20%) odchylka překročila jedno procento a u jednoho pacienta přesáhla hranici dvou procent. Rozdíl v těchto hodnotách byl zaznamenán zejména v případech, kde byla výraznější asymetrie ve velikosti ledvin s redukcí funkčního parenchymu a výraznějšího rozdílu relativních funkcí.

Summary

This semestral work deals with the Nuclear Medicine Methods used in Neufrourology.

Methods of Nuclear Neufrourology unable to get kidney and urinary tract function information and therefore they are very often used in disease diagnosis of listed organs for both adults and children.

Singular methods are complementary to Morphology Monitor Methods. Each of them has its specific asset in particular diagnosis area and that's why it is very important to judge the results of these methods always in the complex overview.

The most frequently used methods at Nuclear Medicine departments are Dynamic and Static Scintigraphical Kidney and urinary tract Examination. Dynamic Scintigraphy gives information about function and drain parameter of the kidney. It is possible to judge shape, size and position of the kidney. Sometimes the method includes the Furosemid Test, Renovascular Hypertension Diagnosis and examination of transplanted kidney.

The responsibility of radiologic attendant during the execution of these diagnostic methods consists in right, accurate and understandable instructing the person under examination, imposition of the person, setting the detector and the execution of the study right after the RF application, which is executed by a pediatricist (for children under 3 years of age) or a nurse. The radiologic attendant pays attention to the person under examination all the time. Also there has to be made a record of the examination, which is marked into a person documentation. It includes the initial time of the study, the name of the examination device and the signature of the on-duty radiologic attendant.

This semestral work includes evaluation of the difference in relative kidney function during 2nd-minute and 3rd-minute periods, where the relative kidney function

Summary

is derived from the area below the curve after the subtraction of ground .The evaluation itself was executed for 20 randomly selected persons at NM Teaching Hospital Motol.

The interest areas of both kidneys, the ground and the created histograms were drawn into the computer generated studies. Then the relative kidney function in 2nd and 3rd minute was computed. The values both for the left and right kidney were recorded into a table and compared as well.

The final evaluation shows that the relative function doesn't differ significantly for both measured periods. The relative difference was over 1% in 4 cases (out of 20) and over 2% in just one case. The difference was detected mostly in the cases of distinctive asymmetry of both kidneys together with parenchyma function reduction and distinctive difference in relative function.

Obsah

1. Úvod	9
2. Anatomie - Močový systém	11
3. Radiofarmaka	18
3.1 Úchování radiofarmak	19
3.2 Lékové formy radiofarmak.....	19
3.3 Speciální situace podávání radiofarmak	20
4. Radiofarmaka užívaná k vyšetření ledvin	21
4.1 RF vylučovaná výhradně pasivní ultrafiltrací v glomerulech	21
4.2 Látky vylučované výlučně nebo alespoň z převážné č. tubul.sekrecí	22
4.3 Indikátory fixované v tubulárních buňkách	23
5. Metody nukleární medicíny v diagnostice onemocnění ledvin	25
5.1 Typy vyšetření a jejich hlavní klinické indikace	25
6. Dynamická scintigrafie ledvin (příprava pacienta, provedení vyš.,)	26
6.1 DSL a diuretický renogram (furosemidový test)	34
6.2. Renogram po inhibici angiotenzin – konverujícího enzymu	36
6.3 Scintigrafie transplantované ledviny	37
7. Statická scintigrafie ledvin (korová scintigrafie)	40
8. Závěr	43
9. Vlastní práce	44
Seznam použité literatury	
Seznam obrázků	
Seznam použitých zkratk	
Přílohy	

Úvod

Mezi často využívané metody nukleární medicíny patří scintigrafická vyšetření ledvin a močových cest. Jejich schopností je posoudit funkci i morfologii a mají tak nezastupitelné místo v diagnostickém algoritmu onemocnění tohoto systému jak u dospělých, tak u dětí. Velkým přínosem radionuklidové diagnostiky v současné době je neinvazivita, vzácné vedlejší účinky, přijatelná radiační zátěž a přesné kvantitativní zhodnocení separované funkce ledvin a močových cest bez ovlivnění fyziologických procesů.

První radionuklidové studie funkce ledvin provedli Oeser a Billion v roce 1952 měřením radioaktivity moče po i.v. aplikaci ^{131}I -idoxolu. V roce 1956 Taplin a spol. zavedli do klinické praxe radionuklidovou renografii, která byla dlouhé roky využívána v diagnostice onemocnění ledvin. K dalšímu rozšíření došlo hlavně po roce 1960, kdy byl do klinické praxe zaveden orto-jodhipuran (OIH), značený ^{131}I . Na počátku 60-tých let se také podařilo zobrazit funkční parenchym ledvin pomocí gamagrafu a rtuťových diuretik, značených ^{197}Hg a ^{203}Hg . Dynamickou scintigrafii (současné zobrazení parenchymu a sledování distribuce radiofarmaka v čase) dokázaly až gamakamery, které se do medicínské praxe dostaly v roce 1964.

Velký zlom přinesl rok 1962, kdy bylo objeveno využití technecia - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ pro medicínu. Jeho výhodné fyzikální i chemické vlastnosti jej předurčují pro široké využití v diagnostice onemocnění ledvin a močových cest. K zobrazení parenchymu ledvin se začaly používat techneciem značený železito -askorbový komplex, glukonát, glukohexonát a nakonec dimerkaptosukcinát (DMSA).

Zdokonalení diagnostiky v oblasti vylučovacího systému přineslo zavedení nových radiofarmak pro funkční zobrazení. Byl to zejména techneciem značený merkaptoacetyltriglycin ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3), který téměř po 30-ti letech nahradil užívání ^{131}I -OIH při renografii a později i dynamické scintigrafii ledvin.

1. Úvod

Zavedení ultrazvukových zobrazovacích metod a počítačové tomografie do jisté míry omezilo počet radionuklidových vyšetření v diagnostice renálních lézí. K opětovnému zájmu o scintigrafickou diagnostiku došlo až v 90-tých letech díky širšímu používání jednofotonové emisní tomografie (SPECT).

2. Anatomie- Močový systém

Základní funkcí orgánů močového systému je odstraňování rozpuštěných produktů látkové přeměny z krve. ⁽²⁾

K močovému systému patří:

- renes (ledviny)
- močové cesty k nimž patří - calices renales (ledvinové kalichy)
 - pelvis renalis (ledvinová pánvička)
 - ureter dexter et sinister (pravý a levý močovod)
- vesica urinaria (močový měchýř)
- urethra (močová trubice)

2.1. Renes-ledviny

Ledvina má charakteristický tvar , nejčastěji přirovnávaný k fazolovému bobu, jemuž odpovídá tvarem obvodu i předozadním zploštěním.

Ledviny jsou párovým orgánem. Jsou uloženy v bederní oblasti podél páteře v prostoru, který se označuje jako retroperitoneum, ve výši obratlů Th 12-L2. Pravá ledvina bývá asi o polovinu výšky obratlového těla níž než ledvina levá, vzhledem k velké hmotě jater v pravé brániční klenbě. ⁽⁷⁾

Ledvina je dlouhá 10 – 12 cm, široká 5 – 6 cm, má tloušťku 3,5 – 4 cm. Hmotnost ledviny 120 – 170 g. Velikost a hmotnost ledvin je u žen zpravidla menší než u mužů. Velikost se za života mění. Po 65. roce věku se zpravidla zmenšuje, což také souvisí s cévními změnami. ⁽²⁾

2. Anatomie- Močový systém

Ledvina je stejnoměrně červenohnědě zbarvená, má hladký povrch, na němž místy prosvítají vějířky žilek(venulae stellatae). Ledvina je tuhé konzistence, plastická vůči tlaku z okolí.Capsula fibrosa je tenké vazivové pouzdro, které kryje povrch ledviny

Cévní zásobení

Aa. renales odstupují z aorta abdominalis ve výši meziobratlové ploténky L1 až L2. A. renalis se dělí v a. suprarenalis inferior (větev pro nadledvinu). Před vstupem do hilu se rozdělí na segmentové tepny, které poté vstupují do parenchymu a probíhají mezi pyramidami ke kůře. Na rozhraní kůry a dřeně se z nich oddělují aa.arcuatae a z nich odstupují aa. interlobulares, které potom prochází kůrou kolmo až k povrchu ledviny.Z těchto cév se oddělují přívodné tepénky glomerulů. Krev z glomerulů odvádějí aa. glomerulares afferentes. Žilní krev je odváděna do vv. interlobulares, vv.arcuatatae a vv. interlobares, které se spojují do v. renalis. V. renalis potom ústí do dolní duté žíly.

Základní funkční jednotkou ledviny je tak zvaný **nefron**. Každá ledvina obsahuje přibližně 1 milion těchto jednotek, nefronů. Nefron začíná jako corpusculum renale, ledvinové tělísko-je to kulatý útvar o průměru 200 až 300 μm , ve kterém je uložen glomerolus.

Klubíčko (**glomerulus**)-cévní klubíčko, složené z klíčků velmi tenkostěnných kapilár. Arteriola glomerularis afferens(vas afferens) vstupuje do každého cévního glomerulu. Arteriola glomerularis efferens(vas efferens) z glomerulu vystupuje (ve stejném místě, kde vstupuje vas afferens) .Capsula glomeruli, pouzdro glomerulu (Bowmanovo pouzdro) má dva listy: vnější a vnitřní. ⁽⁷⁾

V každé ledvině je 0,9-1,6 milionu těchto tělísek. Do prostoru mezi oba listy pouzdra se z kapilár glomerulu filtruje primitivní moč a z tohoto prostoru vystupuje

2. Anatomie- Močový systém

tubulus renalis, ledvinový kanálek, který je celý dlouhý až 46 mm a dále probíhá v několika typicky **utvářených úsecích**..:

1) **Proximální tubulus** (mnohonásobně stočený)- Henleova klička

- vzestupné raménko
- sestupné raménko

2) **Distální tubulus**

3) **Macula densa**

V glomerulech se vytvoří až 200 litrů primární moče denně. V tubulech je přibližně 99% vody zpět vráceno (resorbováno) do organismu. Výsledné množství moče je kolem 1,5 – 2 litrů denně, v závislost na příjmu tekutin.

Funkce nefronu sestává ze tří hlavních dějů:

- Glomerulární filtrace primitivní moče
- Selektivní resorpce látek a vody z filtrátu v průběhu nefronu(nejvíce v proximálním tubulu)
- Sekrece některých iontů a látek do moče buňkami nefronu-nejvíce ve stočených kanálcích ⁽²⁾

Glomerulární filtrace (GF) – glomerulární bazální membrána tvoří jakési síto, přes které se filtruje krevní plazma v glomerulu. Výsledkem této filtrace je primární moč. Má stejné složení jako krevní plazma s výjimkou bílkovin.

2. Anatomie-Močový systém

Měření glomerulární filtrace patří mezi základní funkční vyšetření. Většina onemocnění renálního parenchymu vede dříve či později k poklesu glomerulární filtrace.

Stanovení glomerulární filtrace je považováno za nejdůležitější postup pro posouzení kvanta fungujícího renálního parenchymu. V rutinní praxi nemocnic se vyšetřuje většinou jako clearance endogenního kreatinu. ⁽⁶⁾

Tubulární resorpce (reabsorpce) – zahrnuje zpětnou resorpci látek primární moče do krve

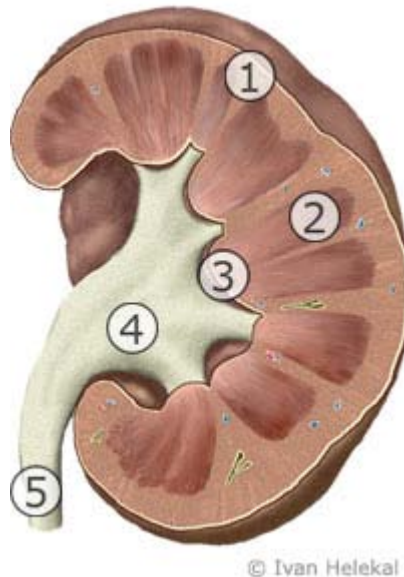
- **Proximální tubulus** – zde se resorbuje většina nízkomolekulárních látek: H_2O a Na^+ , K^+ , Cl^- , aminokyseliny a většina glukózy. Voda se zde resorbuje difúzí. ⁽⁶⁾
- **Henleova klička** – netvoří funkčně jednotný systém. Buňky se v různých úsecích liší svou strukturou a propustností pro vodu, močovinu a Na^+ . Dochází zde k resorpci dalších 25% iontů Na^+ a Cl^-
- **Distální tubulus** - je místem regulovaného antiportu: resorpce Na^+ z moči a absorpce K^+ do moči. Tento děj je aktivován hormonem aldosteronem, který zvyšuje vylučování K^+ a resorpci Na^+ . V distálním tubulu probíhá sekrece protonů H^+ . ⁽⁶⁾

Tubulární sekrece – představuje sekreci solutů do tubulární tekutiny. ⁽³⁾

2. Anatomie – Močový systém

Pomocí těchto tří dějů vzniká moč, která vstupuje do ledvinové pánvičky, močovodu, močového měchýře a odtud je vypuzována mimo organismus.

obr.č 1- Průřez ledvinou ⁽⁷⁾



- **1 kůra ledviny** (cortex renalis) světlejší s hnědým nádechem, uspořádaná v 5 – 8 mm široké zóně podél obvodu
- **2 dřeň ledviny** (medulla renalis) tmavší, s žíhanou kresbou, místy dosahuje až do hilu ledviny, vytváří charakteristické celky ledvinové pyramidy
- **3 ledvinové pyramidy** (pyramides renalis) útvary kuželovitého tvaru, s bazí obrácenou ke kůře a s vrcholem dosahujícím na povrch hilu ledviny
- **4 ledvinová pánvička** (pelvis renalis)
- **5 močovod** (ureter) ⁽⁷⁾

2. Anatomie – Močový systém

Základní funkce ledvin je exkrece moče, v níž odcházejí produkty metabolismu. Vylučováním močoviny, solí a přebytku vody pomáhají ledviny udržovat vnitřní prostředí organismu a složení tělních tekutin – pokud jde o rovnováhu vody a o elektrolyty. Mají též funkci endokrinní, neboť produkují a do krve uvolňují renin, který ovlivňuje krevní tlak, erythropoetin, který ovlivňuje tvorbu červených krvinek a 1,2-hydroxycholecalciferol (derivát vitamínu D3), zapojený do regulace vápníku. ⁽²⁾

3. Radiofarmaka

Radiofarmaka jsou radioaktivní látky aplikované pacientům. Obsahují chemické molekuly, které určují chování radiofarmaka v těle a radionuklid. Ionizující záření, které radionuklid emituje, může být detekováno mimo tělo pacienta (gama kamera) nebo může být detekováno ve vzorcích tělesných látek (plasma, moč).

Diagnostická radiofarmaka musí způsobit minimální ozáření pacienta při zajištění požadované diagnostické informace.

Terapeutická radiofarmaka musí zajistit maximální radiační dávku v nemocném orgánu nebo v nádoru a přitom musí způsobit minimální ozáření mimo cílové orgány.

Ideální radiofarmakum je takové, které je snadno dostupné, má přiměřenou cenu a dostatečně vysokou měrnou aktivitu, aby jeho podání nezpůsobovalo fyziologickou, farmakologickou nebo toxickou odpověď.

Pro zobrazení distribuce radiofarmaka v určitém orgánu nebo sledování jeho kinetiky v tomto orgánu je třeba, aby fotony gama emitované radioaktivním zářičem měly určitou energii. Jejich energie musí být dostatečně vysoká, aby umožňovala detekci z vnějšku, ale nesmí být zase příliš vysoká z důvodu kolimace. V dnešní době se za optimální považuje energie emitovaných fotonů kolem 150 KeV.

K přípravě radiofarmaka ad usum humanum je potřebný dostatečně dlouhý poločas přeměny radionuklidu. Neměl by však výrazněji převyšovat dobu vyšetření. Zůstatková aktivita v organismu po vyšetření je nepotřebná a jen navyšuje radiační zátěž pacienta.

3. Radiofarmaka

3.1 Uchovávání radiofarmak a jejich značení

Kvůli ochraně pracovníků před primárním nebo sekundárním zářením jsou radiofarmaka uchovávána ve vzduchotěsných obalech na vhodně stíněném místě, které odpovídá národním a mezinárodním předpisům. V důsledku ozařování mohou obaly a vzorky během uchování ztmavnout, neznamená to však zhoršení kvality přípravku. Radiofarmaka patří mezi preparáty určené k rychlé spotřebě

Označování radiofarmaka

Na každém obalu radiofarmaka musí být vyznačeno:

- název přípravku
- jméno výrobce
- u kapalných přípravků jejich celková aktivita nebo koncentrace aktivity v mililitru
- pro tuhé preparáty celková aktivita vztažená k referenčnímu datu
- identifikační číslo
- způsob podání
- doba použitelnosti
- že je přípravek určen do rukou lékaře

3.2 Lékové formy radiofarmak

Radiofarmaka používaná v diagnostice nebo terapii mohou být nemocným aplikována jako:

- **parenterální přípravky** (roztoky, koloidní disperze)
- **perorální přípravky** (roztoky, emulze, tuhé látky)
- **inhalační přípravky** (plyny, aerosoly)

3.3 Speciální situace podávání radiofarmak

3.3.1. Aplikace radiofarmak při vyšetření dětských pacientů

Aplikované aktivity musí být kompromisem mezi kvalitou zobrazení a radiační zátěží. Aplikovaná aktivita radiofarmaka dítěti se přepočítává z aktivity běžně užívané u dospělých na základě hmotnosti dítěte pomocí tabulky, navržené Pediatric Task Group EAMN. Pro děti jsou stanoveny takzvané minimální hodnoty aplikované aktivity.

Aplikace by měla být pro dítě minimálně traumatizující. Nejvhodnější volbou jsou kanyly, které zajišťují bezpečné podání radiofarmaka.

3.3.2 Těhotenství

Scintigrafické vyšetření funkce ledvin nepatří mezi vyšetření z vitálních indikací. ⁽⁵⁾ Pokud je třeba aplikovat radioaktivní látku ženám v reprodukčním věku, musíme vždy pátrat po možném těhotenství.

3.3.3 Laktace

Dříve než aplikujeme radiofarmakum kojícím ženám, je nutné zvážit, zda není možné vyšetření odložit na dobu, kdy bude kojení ukončeno nebo zda je vzhledem k možnosti sekrece do mateřského mléka plánované radiofarmakum vhodné. Pokud je ale vyšetření nezbytné, je nutné postupovat dle všeobecných doporučení, která jsou součástí příbalové informace u komerčně dodávaných preparátů.

4. Radiofarmaka užívaná k vyšetření ledvin

Ledvinami se vylučuje velké množství látek. Cílem vývoje radiofarmak pro metody nukleární medicíny bylo nalézt takové látky, jejichž vylučování by odráželo co nejobektivněji sledované funkce ledvin.

4.1 Radiofarmaka vylučovaná výhradně pasivní ultrafiltrací v glomerulech

V tubulech se neresorbují. Jejich kinetika je obdobná kinetice polysacharidu inulinu.

▪ ^{99m}Tc-DTPA kyselina diethylentriaminpentaoctová

Kyselina diethylentriaminpentaoctová je nejvhodnější látkou k měření glomerulární filtrace s výhodou dobrého zobrazení ledvinného parenchymu. V průběhu 1-2 hodin po intravenózní aplikaci se dostává do celé extracelulární tekutiny, s výjimkou případů s výraznějšími edémy. Pacienti s edémy a ascitem mají v extracelulárním prostoru změněnou distribuci ^{99m}Tc-DTPA.

Vzhledem k nerozpustnosti v tucích a negativnímu náboji nedifunduje do buněk a neproniká ani neporušenou hemato-encefalickou bariérou. ^{99m}Tc-DTPA jen slabě proniká difúzí do mateřského mléka a na erytrocyty se váže zanedbatelně. ⁽⁵⁾

▪ ⁵¹Cr-EDTA kyselina ethylendiamintetraoctová.

Má omezené využití v některých clearancových technikách. ⁽⁴⁾

4.2 Látky vylučované výlučně nebo alespoň z převážné části tubulární sekrecí

- **^{131}I nebo ^{123}I -OIH ortojodhippuran**

Je klasickým radiofarmakem pro funkční vyšetření ledvin. Pro nižší radiační zátěž a výhodnější energie záření gama je doporučován ^{123}I - OIH. Hipuran se po intravenózní aplikaci váže na bílkoviny krevní plazmy (35%), proniká do různých kompartmentů a rychle je odstraňován z krve ledvinami (70% podané dávky se vyloučí za 30 minut.), má částečně extrarenální exkreci hepatocyty (méně než 2% se vyloučí žlučí) a váže se též na erytrocyty. Hipuran je po prvním průtoku vylučován glomerulární filtrací (asi z 20 %) a secernován do tubulů aktivním mechanismem- tubulární sekrecí (80 %). Byl indikátorem i pro izotopovou nefrografii. ⁽⁵⁾

Nevýhodou tohoto radiofarmaka je vysoká cena a horší dostupnost. Naopak výhodou je vysoká clearance, která odráží hodnotu efektivního renálního plazmatického průtoku- ERPF.

- **$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG 3 merkaptoacetyltriglycin**

Je jedno z nově vyvinutých radiofarmak, které významně přispělo ke zvýšení kvality zobrazení a tím i zdokonalení dynamické scintigrafie ledvin. Typické pro $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG 3 je jeho velmi vysoká vazba na plazmatické proteiny- až 90%, proto se jen malá část aplikované aktivity vylučuje glomerulární filtrací. Dominantním mechanismem vylučování je aktivní tubulární sekrece. K maximální sekreci dochází v proximálním tubulu, jen menší část se vylučuje v oblasti přechodu proximálního a distálního tubulu. Při neporušené funkci ledvin je během 30 minut od aplikace vyloučeno 70% podané aktivity radiofarmaka a za 3 hodiny je to více jak 95%. Žlučí je vylučováno jen ve velmi

malé míře. Nebyly popsány žádné interakce tohoto radiofarmaka s léčivými běžně předepisovanými pacientům s onemocněním ledvin.

^{99m}Tc-MAG 3 je radiofarmakem, které svými výhodnými fyzikálními vlastnostmi pro detekci zobrazovacími systémy je vhodnou alternativou k OJH. Je používán jako indikátor pro dynamickou scintigrafii ledvin i pro clearancové studie ⁽²⁾

4.3 Indikátory fixované v tubulárních buňkách

Přináší nám informaci o anatomii a makrostruktuře ledvin pomocí statické scintigrafie.

▪ ^{99m}Tc- DMSA dimerkaptantarová kyselina

Po intravenózní aplikaci je u pacientů s normální funkcí ledvin vylučována tubulární sekrecí, částečně glomerulární filtrací, ale hlavně se dlouhodobě akumuluje v tubulárních buňkách. Koncentruje se jak v buňkách proximálního tak distálního tubulu, kde se váže na cytoplazmatické proteiny a mitochondrie.

^{99m}Tc- DMSA se ve zvýšené míře koncentruje v kůře ledvin s maximem 3-6 hodin po aplikaci, kdy se v ledvinách nachází asi 50 % aktivity. Do moče se po 24 hodinách vyloučí asi 30-40 % DMSA. Má-li pacient sníženou funkci ledvin, dochází k navýšení množství indikátoru v játrech.

Hlavní výhodou je specifické zobrazení aktivní tubulární masy, což umožňuje citlivou detekci ložiskových lézí. ⁽⁵⁾

▪ ^{99m}Tc-glukonátové a glukohexonátové komplexy.

V Evropě se využívá nyní jen zřídka.

obr.č. 2 Mechanismus akumulace radiofarmak ⁽⁹⁾

Mechanismus akumulace radiofarmak

glomerulární filtrace

- ^{99m}Tc DTPA
- ^{51}Cr EDTA

tubulární sekrece

- ^{99m}Tc MAG3
- ^{131}I , ^{123}I – OIH

tubulární fixace

- ^{99m}Tc DMSA
- ^{99m}Tc glukohexonát

5. Metody nukleární medicíny v diagnostice onemocnění ledvin

Nukleární medicína je významnou součástí diagnostických postupů v klinické nefrologii a urologii. Na rozdíl od jiných vyšetřovacích metod přináší informace o funkci ledvin a močových cest, v menší míře o morfologii, kde jen doplňuje výsledky rentgenových modalit.

5.1 Typy vyšetření a jejich hlavní klinické indikace

základní renogram (dynamická scintigrafie ledvin)

- posouzení funkce ledvin a odtoku moči
- stanovení relativní funkce ledvin

diuretický renogram

- rozpoznání / vyloučení obstrukce močových cest

renogram po inhibici angiotenzin-konvertujícího enzymu

- rozpoznání / vyloučení renovaskulární hypertenze

scintigrafie transplantované ledviny

- hodnocení průtoku krve transplantátem a jeho funkce
- pomocná diagnostika rejekce a akutní tubulární nekrózy
- detekce úniku moči, infarktu ledviny a obstrukce odtoku

statická scintigrafie ledvin (korová scintigrafie)

- rozpoznání / vyloučení pyelonefritidy
- stanovení separované funkce ledvin

6. Dynamická scintigrafie ledvin

Patří mezi základní metodu nukleární medicíny, která přináší informaci o intrarenální kinetice nitrožilně podaného radiofarmaka a jeho transportu vývodnými močovými cestami. Pomocí obrazové prezentace je možné posoudit morfologii ledvin a vývodného systému. Vyšetření lze provést jako dvoufázovou studii, zahrnující navíc radionuklidovou angiografii, kterou lze využít k prokázání renální trombózy nebo v diagnostice transplantované ledviny. Toto vyšetření nemá kontraindikace. Svůj omezený význam má u pacientů s chabou renální funkcí, kde je stanovení % funkčního podílu a hodnocení odtokových poměrů zatíženo větší chybou. U těhotných žen a kojenců je vzhledem k radiační zátěži nutno zvážit nezbytnost tohoto vyšetření. U novorozenců a kojenců se doporučuje provádět toto vyšetření až po 4 týdnech věku, v případě nezbytnosti i dříve. Dynamická scintigrafie ledvin je indikována u všech stavů, u kterých je podezření na renální parenchymovou lézi či odtokovou poruchu.

Příprava pacienta na vyšetření

Pacient je soustředěn na své onemocnění, na své obtíže, je velmi citlivý, mnohdy nedůvěřivý a skeptický. Jeho vystupování může být nevhodné, málo sebekritické, ale za to velmi kritické ke zdravotnickému personálu. Jsou však i pacienti, kteří jsou při svém onemocnění velice vděční a skromní a snaží se zdravotnickému personálu pomoci alespoň tím, že jsou ukáznění a ochotně spolupracují.

Radiologický asistent, tak jako každý zdravotnický pracovník, musí počítat s tím, že většina pacientů má strach z jakéhokoli vyšetření a že jejich reakce jsou nepřírodní. Musíme počítat s tím, že i velmi inteligentní pacient zamění strany svého těla nebo vyšetřovacího stolu. Musíme si uvědomit, že může být na některém vyšetření poprvé,

poprvé v nemocnici a musí se pohybovat v prostředí pro něj tak komplikované techniky. Z těchto důvodů je důležité, abychom pacienta správně, pro něj srozumitelně informovali o tom, co a kde se s ním bude dít a co od něj budeme potřebovat.

Rtg pracovníci musí být taktní, úslužní, milí a také pohotví. Pro všechny zdravotnické pracovníky platí příkaz lékařského tajemství. Zvláště důležitý je citlivý, psychologický přístup k dětem, protože jsou mnohem citlivější a vnímavější než dospělí. Návštěva zdravotnického zařízení u většiny dětí vyvolává nejistotu, strach, nedůvěru, neboť zde postupně získávají zkušenosti s nezbytnými bolestivými zákroky (očkování, odběry krve, injekční aplikace léků apod.). U mnohých dětí působí nepříznivě i jen neobvyklost prostředí, převažující bílá barva, bílé oblečení personálu.⁽¹⁾ U některého dítěte mohou být reakce velmi mírné, jiné křičí, má záchvaty vzteku nebo neutěšitelně pláče. Odvézt pozornost dítěte od nepříjemné situace se snažíme pomocí hračky nebo jiným způsobem. Velkým přínosem je přítomnost a spolupráce rodičů během vyšetření. Po výkonu dítě vždy pochválíme, pohladíme, uklidníme, bez ohledu na to, zda se chovalo přiměřeně nebo ne.

Před vyšetřením je vhodné, aby byl pacient dostatečně hydratován, neboť snížená hydratace může být příčinou zpomalené akumulace i exkrece radiofarmaka, což může stimulovat zhoršenou renální funkci. Asi půl hodiny před aplikací radiofarmaka se doporučuje vypít 100 ml tekutin/ 10 kg hmotnosti pacienta. Pokud pacient nespolupracuje je možné provést i.v. hydrataci. Před vyšetřením požádáme pacienta, aby se vymočil. Vždy je také nutno znát probíhající farmakoterapii u pacienta.

Provedení vyšetření

Po příchodu na oddělení je pacient upozorněn, aby byl dostatečně hydratován, pokud to dovoluje jeho zdravotní stav. Před zahájením samotného vyšetření se

pacient dojde vymočit. Poté radiologický asistent pacienta uloží do vhodné polohy, nejčastěji do polohy vleže na zádech, v některých případech je možné vyšetření provést i v poloze vsedě. Radiologický asistent poté nastaví detektor gamakamery do zadní projekce a do počítače zadá osobní údaje pacienta.

Zorné pole zahrnuje ledviny, uretery a pokud je to možné i močový měchýř. Správné uložení pacienta kontrolujeme pomocí radioaktivního markeru, za použití tzv. „ukazovátka“. Po správném uložení a nastavení scintilační kamery je pacientovi v. aplikováno RF. Pokud je pacient mladší 3 let, aplikuje radiofarmakum dětský lékař. V ostatních případech aplikuje RF sestra daného oddělení. V případě $^{99m}\text{Tc-MAG 3}$ je minimální aplikovaná aktivita 15 MBq. Pro dospělého pacienta se doporučuje aktivita 70 MBq. Pokud aplikujeme $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ je minimální aktivita 20 MBq a doporučená aktivita pro dospělého 200 MBq. U dětí a dospělých pacientů nad 80 kg váhy se aplikovaná aktivita přepočítává s ohledem na váhu a tabulky EAMN. Ten, kdo aplikaci provedl, zapíše do dokumentace pacienta čas, kdy bylo RF podáno, natažená aktivita, místo aplikace a podpis dotyčné osoby, která aplikaci provedla. Ihned po aplikaci spouští radiologický asistent snímání. Je vhodné, aby měl pacient během vyšetření ruce za hlavou. Po zhotovení několika obrázků označí radiologický asistent nejprve levou, poté pravou ledvinu a počítač průběžně hodnotí křivky. Během vyšetření zhotovujeme 80 obrázků. Poté se pacient dojde vymočit a zhotovíme ještě 10 obrázků po mikci. Po dokončení vyšetření odchází pacient do čekárny pro pacienty po aplikaci RF.

Celková doba vyšetření se pohybuje kolem 20 – 30 minut. Získané informace jsou ukládány do paměti vyhodnocovacího počítače.

Lékař provede zhodnocení studie a pokud křivky obou ledvin fyziologicky klesají, není nutné provést tzv. furosemidový test (viz dále) nebo nevyžaduje-li lékař zhotovit doplňující obrázky, odchází pacient domů. Výsledky vyšetření jsou zpravidla hotové do druhého dne.

Po skončení vyšetření je pacient poučen o nutnosti většího příjmu tekutin, což umožní urychlené vyplavení radiofarmaka z organismu a snížení radiační zátěže.

Radiologický asistent provede záznam do dokumentace pacienta, kam zapíše čas zahájení snímání, název přístroje, na kterém bylo vyšetření provedeno a podepíše se. Záznam provede také do provozního deníku, kam zapíše iniciály pacienta, rok narození a druh vyšetření.

Zpracování získaných informací

Série získaných obrázků, uložených do paměti počítače, umožní vizuálně hodnotit vstup indikátoru do ledviny, jeho časnou distribuci do parenchymu, intrarenální transport, vylučování do kalichopánvičkového systému a jeho následný odtok močovody do močového měchýře. Pomocí obrazové prezentace tak můžeme hodnotit tvar, velikost, polohu ledviny a s určitým omezením i hrubé změny v jejím parenchymu.

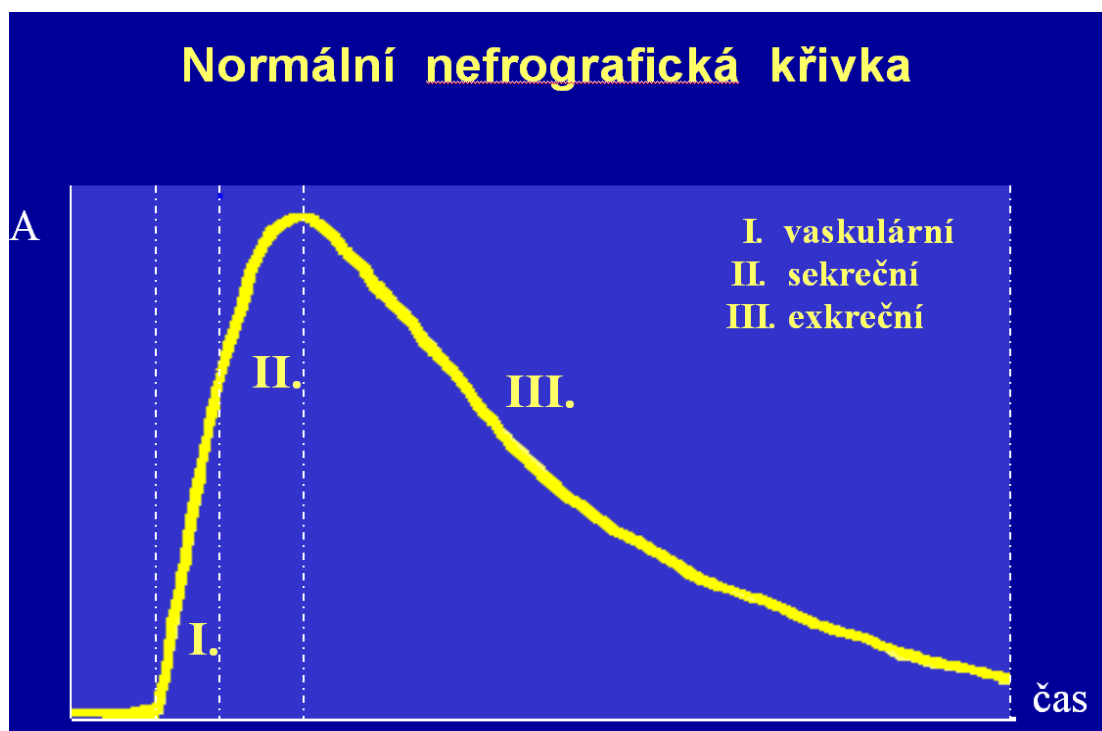
Po sečtení jednotlivých obrázků vybavených z paměti počítače vymežíme na sumačním obrazu tzv.oblast zájmu (ROI) (viz obr.3). Oblast zájmu vymezujeme nad ledvinami, jejich částmi (kůra, oblast pánvičky), nad extrarenálním pozadím nebo nad močovým měchýřem či močovody.

obr.č.3 vyznačené oblasti zájmu



Počítač pak vytvoří histogramy, což jsou křivky časového průběhu změn aktivity odpovídající námi vymezené oblasti zájmu. Volbou vhodných oblastí zájmu lze vytvořit křivku odpovídající renální aktivitě po odečtení extrarenálního pozadí i odlišit aktivitu parenchymu od aktivity pánvičky, což je nutné pro rozhodnutí, je-li za patologii křivky odpovědná porucha transportu indikátoru v parenchymu nebo odtoková abnormalita.⁽⁴⁾

obr.č.4 - Fáze nefrografické křivky⁽⁹⁾

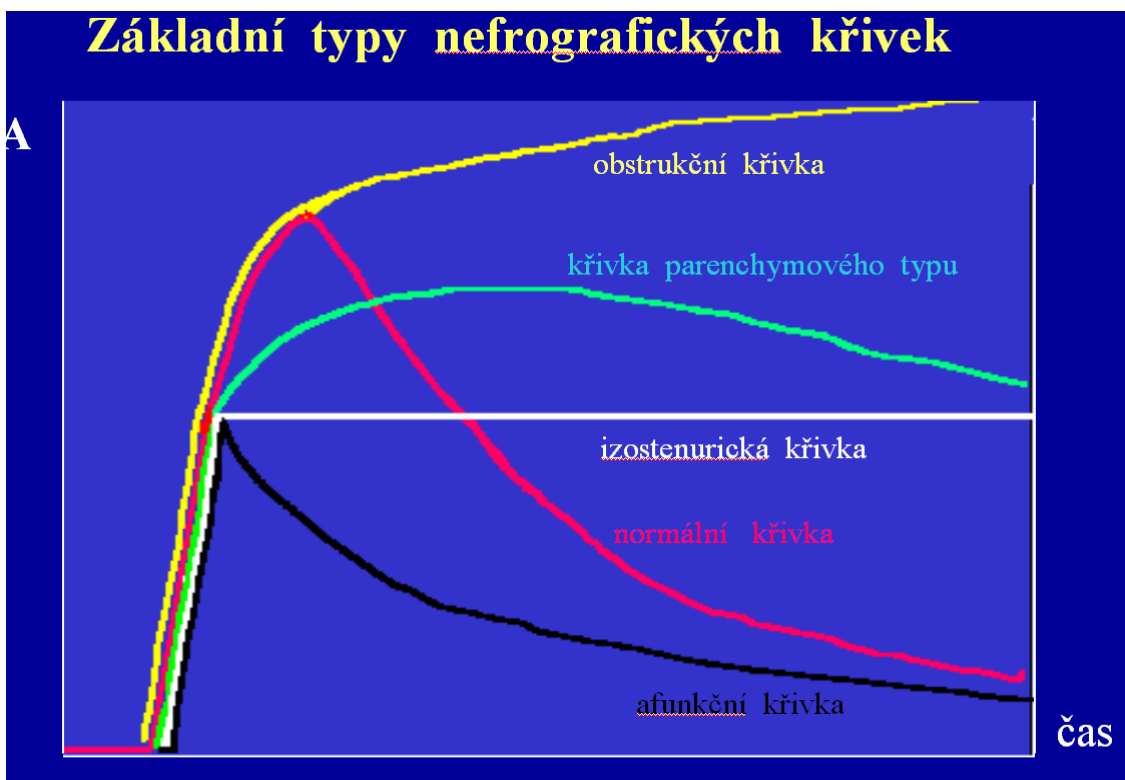


Hodnocení :

Tvar křivky nám poskytuje základní informaci. Sledujeme tzv. T_{max} , což je doba, za kterou dosáhne křivka svého vrcholu. Dalším parametrem je $T_{1/2}$, což je interval mezi časem dosažení maxima křivky a poklesem na 50% jeho hodnoty.

Průběh nefrografické křivky ovlivňují různé patologické stavy ledvin a vývodných močových cest, řada extrarenálních faktorů, hodnota diurézy, ale i poloha pacienta během vyšetření.

obr.č.5 - Základní typy nefrografických křivek ⁽⁹⁾



Parenchymová křivka: Plošší 2. fáze, prodloužení ukazatelů 3. fáze

Význam: lehčí parenchymová léze, mírné narušení dynamiky odtoku moče. ⁽⁴⁾

Izostenurická křivka- Význam: jednostranná- pokročilejší parenchymová porucha

oboustranná- velice závažná oboustranná parenchymová léze, pokročilá renální insuficience ⁽⁴⁾

Afunkční křivka: po iniciálním vzestupu exponenciální pokles aktivity nad ledvinou

Význam: nevýznamné funkční reziduum až úplná absence funkčního parenchymu (svraštělá ledvina, ageneze ledviny, stav po nefrektomii). ⁽⁴⁾

Obstrukční (akumulační) křivka: kontinuální vzestup aktivity během celé studie

Význam: závažnější odtoková porucha obstrukčního, ale i neobstrukčního charakteru, narušení kinetiky radiofarmaka u některých onemocnění, šok, kolapsový stav (zejména při použití tubulárních indikátorů). ⁽⁴⁾

Dalším parametrem, který během vyšetření hodnotíme, je podíl jednotlivé ledviny na celkové funkci (DRF – differential renal function). DRF je nutné počítat v závislosti na typu použitého radiofarmaka v rozmezí 1. a 3. minuty od aplikace, kdy ještě nedošlo k přestupu radiofarmaka do dutého systému ledvin. Za fyziologické rozmezí je považováno 45 – 55 %.

Interpretace obrazu:

V prvních minutách po aplikaci radiofarmaka je možné získat orientační informaci o absolutní a relativní velikosti ledvin, jejich celkové funkci, tvarových, polohových anomálií. Za fyziologických podmínek je distribuce radiofarmaka v ledvinách homogenní.

V parenchymové fázi je možné odhalit velké ložiskové defekty, rozsáhlejší jizvy, zvláště jsou-li uloženy na dorsální straně ledvin, např. cysty, trauma, tumor apod. Tyto defekty se prezentují sníženou nebo zcela chybějící akumulací v lézi.

Opožděné zobrazení obou ledvin může značit paravenózní aplikaci nebo zhoršenou funkci obou ledvin.

Za fyziologických podmínek se ve 3.-4. minutě začíná radiofarmakum objevovat v dutém systému ledvin a je postupně vylučováno do močového měchýře, zároveň plynule klesá sytost zobrazení parenchymu.

Zpomalený intraparenchymový transport se objevuje např. u stenózy renální artérie, akutní tabulární nekrózy, dehydratace a lékové nefrotoxicity. Zpomalený, ale nepatologický transport RF je možné zaznamenat u pacientů vyšších věkových skupin.

U novorozenců a kojenců lze ve srovnání s většími dětmi a dospělými, vzhledem ke zralosti ledvin, zaznamenat nižší akumulaci RF, zpomalený intrarenální transport a exkreci. U některých novorozenců však může mít nefrografická křivka zcela normální průběh.

6.1 DSL a Diuretický renogram (furosemidový test)

Slouží k diferenciální diagnostice obstrukční a neobstrukční dilatace dutého systému. V oblasti diagnostiky mechanické obstrukce je senzitivita tohoto vyšetření 60 – 90 %.

Tato metoda se nejčastěji využívá v případě, že po skončení základní studie ani po mikci nedošlo k vyplavení radiofarmaka z dutého systému. Furosemid by měl být aplikován velmi pomalu, intravenózně. Aplikaci diuretika provádíme buď po skončení základní studie , pokud ani po mikci nedošlo k vyplavení RF z dutého systému nebo furosemid aplikujeme asi ve 12 minutě 30. minutové studie. U dětí se doporučuje aplikovat 1 mg furosemidu/ kg hmotnosti dítěte, maximálně však do 20 mg. U dospělých pacientů platí 40 i více mg s ohledem však na funkci jejich ledvin. Furosemid bychom neměli aplikovat u pacientů s nefrolitiázou.

Odezva na diuretikum je závislá na významnosti překážky, kterou je vždy nutné hodnotit v kontextu s funkcí ledvin

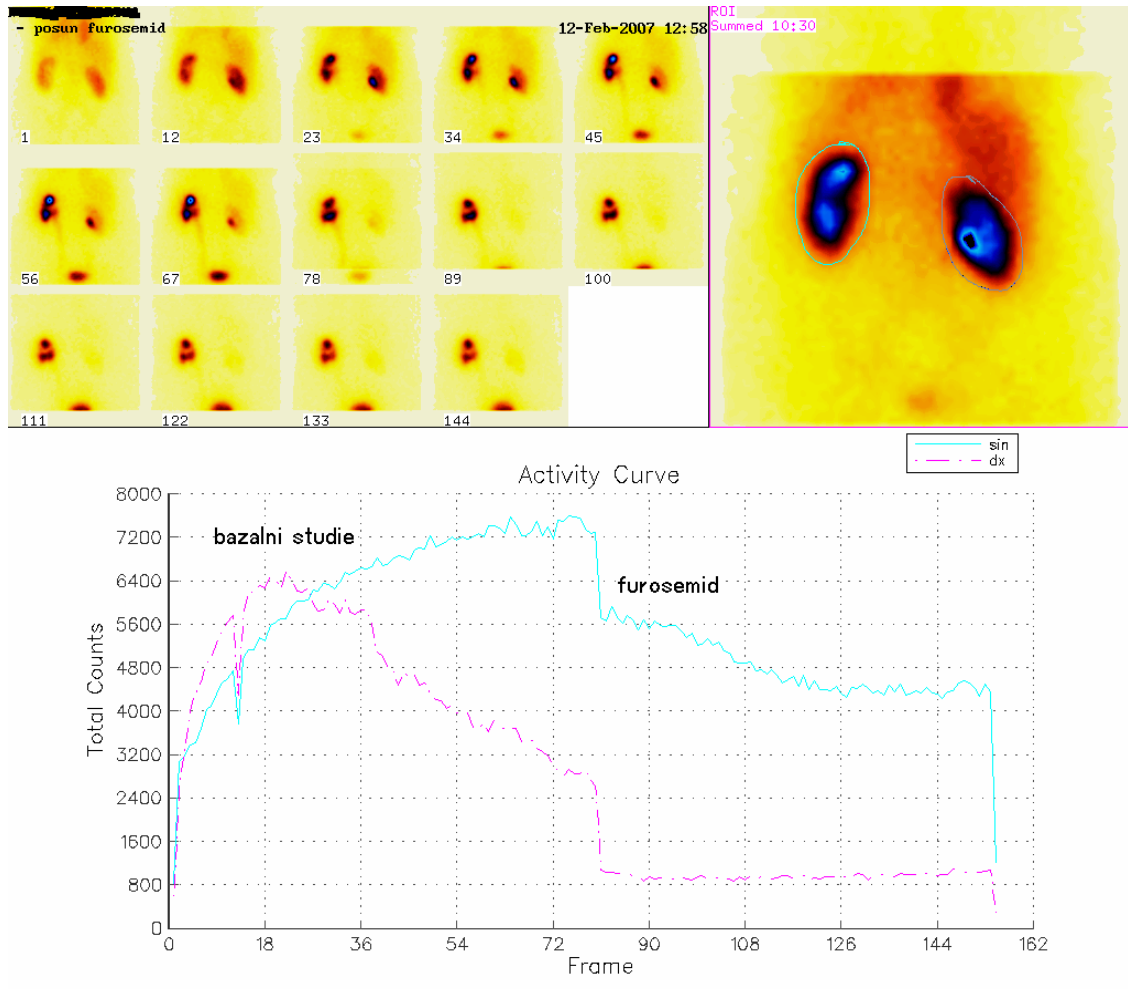
U neobstrukčního (hypotonického) dutého systému je při normální funkci ledviny aplikace diuretika následována rychlým vyplavením RF z dutého systému. Odezva na diuretikum u významné obstrukce je pomalá, zcela chybí nebo dokonce množství RF v dutém systému narůstá.

Příprava pacienta

Spočívá pouze v dostatečné hydrataci.

Při hodnocení furosemidové studie je nutné zohlednit velikost, poddajnost dutého systému, funkci ledvin, stav hydratace pacienta, dávku diuretika, náplň ureteru a močového měchýře, ale i paravenózní aplikaci diuretika.

obr.č.6 Studie s podáním furosemidu



6.2 Renogram po inhibici angiotenzin-konvertujícího enzymu

Hypertenze patří mezi hlavní rizikové faktory, které mohou vést ke vzniku infarktu myokardu nebo cévní mozkové příhody. Zvýšený krevní tlak však může signalizovat i onemocnění jiných orgánů nebo systémů. Nejčastější sekundární hypertenze je hypertenze renální parenchymová a asi 5% všech hypertenzí tvoří hypertenze renovaskulární

Renogram po inhibici angiotenzin – konvertujícího enzymu slouží k diagnostice renovaskulární hypertenze (RVH) . Indikace k provedení této studie je posouzení přítomnosti hemodynamicky významné stenózy renální artérie popř. její větve u pacientů se střední až vysokou pravděpodobností RVH. Senzitivita testu se pohybuje kolem 90%, specificita nad 95% ⁽⁵⁾

Příprava pacienta

Asi 3-7 dnů před samotným vyšetřením je nutné vysadit léčbu inhibitory angiotenzin – konvertujícího enzymu (ACEI) dle poločasu vylučování, pokud se neprovádí cílená studie při dlouhodobé medikaci. K minimalizaci rizika těžké hypotenzní reakce je nutné minimálně 3 dny před vyšetřením vysadit diuretika. Z dalších preparátů je vhodné vysadit také blokátory angiotenzin II receptorů. Ostatní antihypertenziva je možné ponechat, zvláště u pacientů s obtížně kontrolovatelnou hypertenzí. Dále je pacient poučen, že 4 hodiny před vyšetřením nesmí nic jíst a pít pouze vodu.

Provedení vyšetření

Vyšetření se provádí ve formě opakované dynamické scintigrafie ledvin – 1x za bazálních podmínek 1x po podání ACEI. ⁽¹⁾ Asi 1 hodinu před aplikací RF je pacientovi perorálně podáno 25 – 50 mg captoprilu. Poté v intervalu 10 – 15 minut monitorujeme TK a tepovou frekvenci pacienta.

Aplikovaná aktivita radiofarmaka se příliš neliší od aktivit u dynamické scintigrafie ledvin .Samotné vyšetření provádíme ve formě jednodenního nebo dvoudenního protokolu. V případě, že je jako první provedena studie s ACEI a normální nález vylučuje významnou stenózu renální artérie, pak není nutné doplňovat základní studii. Pokud se ale objevují známky zpomaleného průchodu RF parenchymem, opožděný vrchol křivky nebo zpomalená exkrece, je nutné provést bazální studii.

Kritériem pro RVH je zhoršení renografické křivky, snížení % funkčního podílu, prodloužení parenchymového tranzitního času, posun vrcholu křivky a navýšení reziduální aktivity v ledvině v 20. (resp.30.) minutě ve studii s ACEI ve srovnání se studií bez ACEI. ⁽⁵⁾

6.3 Scintigrafie transplantované ledviny

Metody nukleární medicíny mají své uplatnění i v časně diagnostice potransplantačních komplikací. Scintigrafie transplantované ledviny zahrnuje sérii opakovaných vyšetření prováděných za standardních podmínek v časně pooperační fázi a dále dle potřeby v různých časových odstupech.

Příprava pacienta

Příprava pacienta na vyšetření je obdobná jako u dynamické scintigrafie ledvin.

Provedení vyšetření

Radiologický asistent uloží pacienta do polohy vleže a detektor scintilační kamery nastaví do přední projekce tak, aby transplantovaná ledvina byla těsně pod polovinou zorného pole. Pro přesné polohové nastavení (zejména u atypického uložení ledvin) je vhodné použít metodu pre – aplikace malého množství radioindikátoru, který nám asi po 2 – 4 minutách na monitoru zobrazí transplantovanou ledvinu, kterou poté nastavíme do zorného pole.

Do stříkačky připravíme bolus příslušného radiofarmaka a i.v aplikujeme asi 7,4 Mbq/ kg. Během perfuzní fáze jsou nahrávány 0,25 – 1,0 sekundové snímky po dobu jedné minuty od aplikace radiofarmaka, následuje snímání 10-30 sekundových obrazů po dobu 30 minut.

Zejména u štěpů se jako poměrně častý, reverzibilní stav vyvolaný ischemií objevuje akutní tubulární nekróza. Pro niž je typická zachovalá perfuze, snížená funkce a zpomalená exkrece radiofarmaka. U většiny pacientů se ale při opakovaných kontrolách sekreční i exkreční funkce zlepšuje a do 3 – 8 týdnů se nález obvykle normalizuje.

Zásadní prognostický i léčebný význam má odlišení transplantační imunitní reakce (rejekce- nepřijetí) od ostatních komplikací. Při akutní rejekci se postupně zhoršuje perfuze ledviny i akumulace radiofarmaka v ledvině a v některých případech je možné zaznamenat i zvětšování ledviny. Pro diagnostiku transplantační imunitní reakce se používá dynamická scintigrafie ledvin po podání ^{99m}Tc - DTPA ,

6 .Dynamická scintigrafie ledvin

popř.značená ortojodhippuranem, svůj přínos má i akumulace ^{99m}Tc – sulfur-koloidu při statické scintigrafii.

Nukleární medicína je přínosná i pro poznání některých chirurgických komplikací.

7. Statická scintigrafie ledvin (korová scintigrafie)

Statická scintigrafie ledvin patří mezi vyšetření, která umožňují posouzení tvaru, velikosti, uložení ledvin, stavu jejich funkčního parenchymu, stanovení korového záchyty a separované ledvinné funkce. Výhodou této metody je poměrně nízká radiační zátěž a nepřítomnost vedlejších reakcí. Principem vyšetření je zobrazení záchyty specifických radiofarmak ve funkčním parenchymu ledvin. Při statické scintigrafii ledvin se používají radiofarmaka s tzv. tubulární fixací, která se akumulují a dostatečně dlouho přetrvávají v buňkách proximálních tubulů ledvin. Vhodným indikátorem pro tuto metodu je $^{99m}\text{Tc} - \text{DMSA}$.

Indikace k vyšetření

V současné době má statická scintigrafie ledvin své využití asi v 5. indikačních oblastech. Přináší citlivý průkaz korové léze u akutní a chronické pyelonefritidy a chronické refluxové neuropatie. Dále je využívána v diagnostice vrozených vývojových vad ledvin, traumatu ledvin a související funkční postižení. Svůj přínos má také při průkazu funkčního rezidua srašťelé ledviny, ageneze ledviny, hypoplázie či ověření rtg. němé ledviny. Hlavní přínos této metody je zejména v praxi dětské nefrologie a urologie, kde u dětí starších jednoho roku jsou dokazovány přednosti tohoto vyšetření před sonografií a vylučovací urografií.

Příprava pacienta

Vhodné je dostatečné zavodnění pacienta, čímž se zvýší diuréza a tím i vylučování nenavázaného radiofarmaka. Některá farmaka, zejména gentamicín, cisplatina, chlorid amoný nebo manitol, mohou ovlivnit biodistribuci radiofarmaka.

Proto by podávání těchto látek mělo být v dostatečném předstihu před vyšetřením přerušeno. Před scintigrafií by měl být prázdný močový měchýř.

Záznam se provádí za klidu pacienta, u dětí je ideální fyziologický spánek. U velmi problematických dětí je použitelné i medikamentózní zklidnění.⁽⁵⁾

Aktivita, kterou aplikujeme při tomto vyšetření, se u dospělého pacienta pohybuje v rozmezí 74 – 185 MBq. U dětí je to 1 – 2 MBq/ kg hmotnosti pacienta, minimálně však 20 MBq.

Provedení vyšetření

Vyšetření se provádí na jedno či dvouhlavé kameře, vybavené kolimátory s vysokým rozlišením. Pacienta uložíme do polohy vleže. Snímání zahajujeme za 2 – 3 hodiny po i.v. aplikaci radiofarmaka. Vedle základních projekcí (zadní, přední) je vhodné záznam doplnit i v projekcích bočních a zadních šikmých. Rozlišovací možnosti metody zvyšuje použití SPECT.

Hodnocení

Za normální nález jsou považovány ostře ohraničené ledviny s dobrým kontrastem mezi zevní a vnitřní částí. Dřeň a dutý systém mají zpravidla nízký záchyt. Kritériem pro normální záznam je i popis polohy, tvaru a velikosti ledvin. Ledviny se rychle zvětšují během prvních 2 let života, poté rostou poměrně pomaleji až do 12 let. U novorozenců jsou proximální tubuly ještě nezralé, což může značit sníženou akumulaci RF a z toho důvodu tedy mohou být ložiskové defekty až do věku 3 měsíců dítěte podhodnocené.

Mezi nejčastější příčiny patologických defektů patří akutní pyelonefritida, která má za následek vznik jednoho či více ložisek snížené akumulace radiofarmaka bez ztráty objemu a změny separované funkce.

7. Statická scintigrafie ledvin (korová scintigrafie)

Scintigrafie má malý význam při diagnostice nádorů ledvin, renálních cyst, včetně polycystózy a dále změn dutého systému – UZ či CT jsou zde výhodnější. ⁽⁵⁾ Nukleární medicína slouží spíše k monitorování a sledování komplikací moderních terapeutických postupů.

8. Závěr

Ledviny a cesty močové jsou pro lidské tělo důležitým systémem. Proto je pro jejich onemocnění a poranění velmi důležitá včasná a přesná diagnóza. Ke stanovení diagnózy slouží řada vyšetřovacích a zobrazovacích metod.

Metody nukleární nefrologie při správné indikaci přinášejí důležité klinické informace. Svůj přínos mají zejména u hodnocení významnosti chorobného procesu, stupni postižení ledvin a slouží také k monitorování efektu léčby. Velkou výhodou je i dobrá reprodukovatelnost vyšetření, velmi vzácné vedlejší účinky a přijatelná radiační zátěž v porovnání s RTG vyšetřením. Mají své nezastupitelné místo v diagnostice chorob vylučovacího systému jak u dospělých tak u dětí.

Interpretace těchto metod může být spolehlivá a plně využitelná pouze při současném zohlednění klinického stavu a výsledků dalších postupů nefrologicko urologického vyšetřovacího souboru.

9. Vlastní práce

Cíl

Porovnat procentuální funkční podíl pravé a levé ledviny v 1 – 2 minutě studie s procentuálním podílem ve 2 – 3 minutě. Zjistit, zda je tento rozdíl signifikantní.

Výzkum byl proveden na oddělení NM FN Motol u dvaceti náhodně vybraných pacientů různých věkových skupin.

Závěr

Po porovnání počítačem vyhodnocených studií bylo zjištěno, že procentuální podíl v 1 – 2 minutě a ve 2 – 3 minutě se u obou ledvin lišil pouze nepatrně.

U čtyř pacientů (tj.20%) přesáhla odchylka hodnotu jednoho procenta a v jednom případě přesáhla hranici dvou procent.

U 13-ti pacientů (tj.65%) zvýšila svůj % podíl ve 2. – 3.minutě levá ledvina.

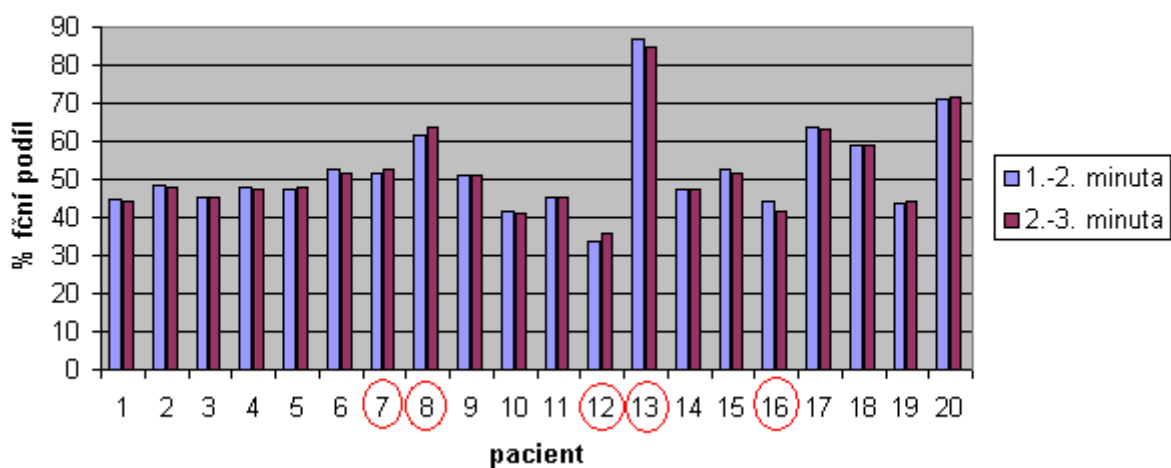
Rozdíl v těchto hodnotách byl zaznamenán v případech, kde byla výraznější asymetrie velikosti ledvin s redukcí funkčního parenchymu a v případě většího rozdílu hodnot relativních funkcí.

Viz.tabulka

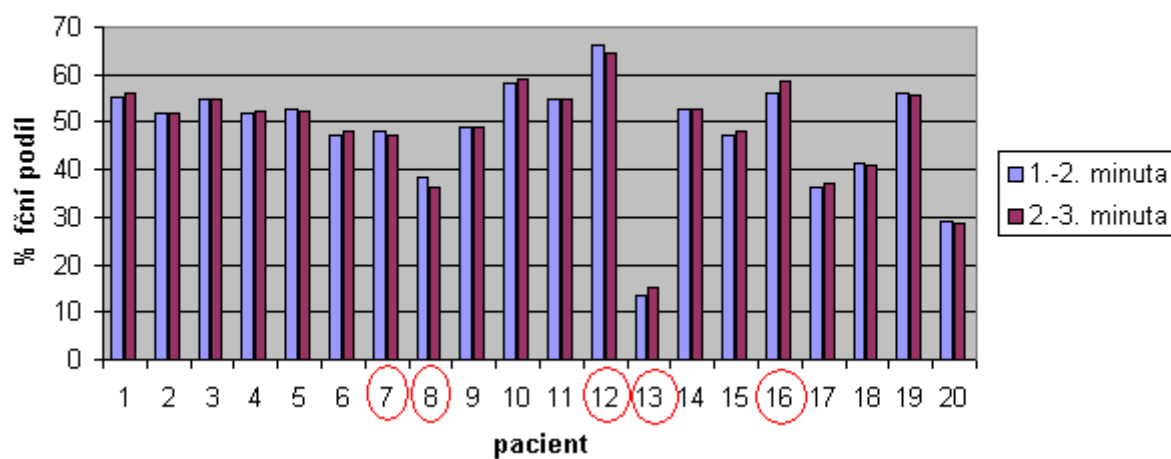
9. Vlastní práce

	pravá ledvina			levá ledvina		
	% účinnost 1-2 min.	% účinnost 2-3 min	rozdíl %	% účinnost 1-2 min	% účinnost 2-3 min	rozdíl %
1.pacient	44,91	44,12	0,79	55,09	55,88	0,79
2.pacient	48,28	48,11	0,17	51,72	51,89	0,17
3.pacient	45,29	45,11	0,18	54,71	54,81	0,18
4.pacient	48	47,56	0,44	52	52,44	0,44
5.pacient	47,14	47,81	0,67	52,86	52,19	0,67
6.pacient	52,72	51,83	0,89	47,28	48,17	0,89
7.pacient	51,74	52,75	1,01	48,26	47,25	1,01
8.pacient	61,57	63,55	1,98	38,43	36,45	1,98
9.pacient	51,21	50,94	0,27	48,79	49,06	0,27
10.pacient	41,78	41,04	0,74	58,22	58,96	0,74
11.pacient	45,29	45,11	0,18	54,71	54,89	0,18
12.pacient	33,75	35,55	1,8	66,25	64,45	1,8
13.pacient	86,6	85	1,6	13,4	15	1,6
14.pacient	47,44	47,18	0,26	52,56	52,82	0,26
15.pacient	52,72	51,83	0,89	47,28	48,17	0,89
16.pacient	43,97	41,34	2,63	56,03	58,66	2,63
17.pacient	63,57	63,05	0,52	36,43	36,95	0,52
18.pacient	58,77	59,16	0,39	41,23	40,84	0,39
19.pacient	43,81	44,2	0,89	56,19	55,8	0,89
20.pacient	71,1	71,41	0,31	28,9	28,59	0,31
		průměrná odchylka	0,126		průměrná odchylka	0,126

Pravá ledvina



Levá ledvina



Seznam použité literatury

1. Čechová, V., Neklanová, A., Rozsypalová, M. , Speciální psychologie, Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, Vinařská 6, 656 02 Brno 2001, ISBN 80 – 7013 – 342 - 2
2. Čihák, R., Anatomie 2, Grada Publishing, spol.s.r.r.,2001, ISBN 80 – 7169 – 970-5
3. Ganong William F., Přehled lékařské fyziologie, Nakladatelství a vydavatelství H&H, Komenského 236, 252 25 Jinočany 1999, ISBN 80 - 85787 – 36 – 9
4. Urbánek, J., kolektiv autorů, Nukleární medicína, Gentiana Jilemnice 2002 ISBN 80 – 86527 – 05 – 0
5. Vízd'a, J., Lepej, J., Křížová, J., Urbanová, E., Atlas scintigrafie ledvin, Agentura Pankrác spol s.r.o. Praha 2002, ISBN 80 – 902873 – 6 - 0
6. webové stránky [http://www. biology.estranky.cz/clanky/fyziologie](http://www.biology.estranky.cz/clanky/fyziologie)
7. webové stránky – Koordinační středisko transplantací <http://www.kst.cz>
8. webové stránky- RNDr.Ullmann Vojtěch, <http://www.sweb.cz/AstruNuklFyzika>
9. přednášky MUDr. Michalová Kateřina

Seznam obrázků

Obr.č.1 – Průřez ledvinou, anatomický popis.....	16
Obr.č.2 – Schéma mechanismu akumulace radiofarmaka v ledvinách.....	24
Obr.č.3 – Vyznačení oblasti zájmu.....	29
Obr.č.4 – Fáze nefrografické křivky.....	30
Obr.č.5 – Typy nefrografických křivek.....	31
Obr.č.6 – Studie po podání furosemidu.....	35

Seznam použitých zkratk

ACEI – angiotenzin konvertující enzym inhibitory

CT- computed tomography

DMSA - kyselina dimerkaptojantarová

DTPA - kyselina diethylentriaminpentaoctová

EAMN – Pediatric Task Group

EDTA - kyselina ethylendiamintetraoctová

ERPF – efektivní průtok plazmy ledvinami

MAG3 – merkaptoacetyltriglycin

OIH - orto-jodhipuran

RF – radiofarmakum

ROI - regions of interests, oblast zájmu

RVH – renovaskulární hypertenze

SPECT – single photon emission computed tomography , jednofotonová emisní
tomografie

TK – krevní tlak

UZ – ultrazvuk