

MASARYKOVA UNIVERZITA
LÉKAŘSKÁ FAKULTA
KATEDRA RADIOLOGICKÝCH METOD

DYNAMICKÁ CHOLESCINTIGRAFIE

Bakalářská práce v oboru radiologický asistent

Vedoucí bakalářské práce:
doc. MUDr. Jiří Přešek, CSc.

Autor:
Zuzana Kotásková

Brno, duben 2013

Jméno a příjmení autora: Zuzana Kotásková

Název bakalářské práce: Dynamická cholescintigrafie

Pracoviště: Klinika nukleární medicíny – Fakultní nemocnice Brno

Vedoucí bakalářské práce: doc. MUDr. Jiří Prášek, CSc.

Rok obhajoby bakalářské práce: 2013

Anotace: V teoretické části mé bakalářské práce se zabývám pojmem dynamická scintigrafie, anatomii a fyziologií jater a žlučových cest, obecnými indikacemi a kontraindikacemi, dále principem vyšetření, radiofarmaky, průběhem celého vyšetření a radiační ochranou v nukleární medicíně. V praktické části mě zajímalo, jaké jsou nejčastější indikace k vyšetření a jejich procentuální zastoupení, a jaké je průměrné množství aplikované aktivity RF u pacientů, jež vyšetření podstoupili, a jestli právě toto množství odpovídá optimální aktivitě RF podávané při vyšetření dynamická cholescintigrafie.

Klíčová slova: Dynamická cholescintigrafie, gama kamera, indikace a kontraindikace k vyšetření, radiofarmaka, radiační ochrana

Name of the author: Zuzana Kotásková

The title of the dissertation work: Dynamic cholescintigraphy

Work place: Department of Nuclear Medicine – University Hospital Brno

Dissertation work facilitator: doc. MUDr. Jiří Prášek, CSc.

Year of defence of dissertation work: 2013

Annotation: In the theoretical part of my dissertation work I deal with the concept of dynamic cholescintigraphy, anatomy and physiology of the liver and biliary tract, general indications and contraindications, as well as the principle of examination, radiopharmaceuticals, the course of the examination and radiological protection in nuclear medicine. In the practical part of my dissertation work I wonder what are the most common indication for the examination and their percentage, and what is the average number of applied RF activity in patients who underwent examination, and if it is this quantity corresponds to the optimum RF activity, which is served in the examination of dynamic cholescintigraphy.

Keywords: Dynamic cholescintigraphy, gamma camera, indications and contraindications for the examination, radiopharmaceuticals, radiation protection

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením doc. MUDr. Jiřího Práška, CSc., a uvedla v seznamu literatury všechny použité literární a odborné zdroje.

V Brně dne

.....

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji doc. MUDr. Jiřímu Práškoví, CSc. za odborné vedení bakalářské práce, jeho cenné rady a vstřícný přístup. Rovněž děkuji pracovníkům kliniky nukleární medicíny za trpělivou pomoc při sběru dat.

OBSAH

1 Úvod	7
2 Teoretická část	8
2.1. Pojem dynamická cholescintigrafie	8
2.2. Anatomie	9
2.3. Fyziologie	18
2.4. Obecné indikace a kontraindikace	22
2.4.1. Indikace k vyšetření	22
2.4.2. Kontraindikace k vyšetření	23
2.5. Diagnostická metoda dynamická cholescintigrafie	24
2.5.1. Princip vyšetření	24
2.5.2. Radiofarmaka	26
2.5.3. Průběh vyšetření	29
2.6. Radiační ochrana v nukleární medicíně	33
2.6.1. Radiační ochrana pro pracovníky	33
2.6.2. Radiační ochrana pro pacienty	33
3 Praktická část	35
3.1. Metodika a cíl práce	35
3.2. Rozbor sbíraných dat a zjištěných údajů	36
4 Závěr	41
5 Soupis literatury a pramenů	42
6 Seznam zkratk	44
7 Seznam obrázků	45
8 Seznam tabulek	46

1 ÚVOD

Téma mé bakalářské práce jsem si vybrala proto, že mě nukleární medicína zajímá a velmi mě baví a naplňuje práce spjata s tímto odvětvím, která je mi poskytována díky praxi v mém studijním oboru radiologický asistent. V nukleární medicíně se provádí řada diagnostických vyšetření a mě nejvíc zaujalo jedno z nich a to právě dynamická cholescintigrafie. Chtěla jsem tedy zjistit, co se pod tímto pojmem skrývá, co vyšetření obnáší, jaký je jeho princip a také jaké jsou indikace k němu vedoucí. V teoretické části se tedy zabývám vysvětlením samotného pojmu dynamická cholescintigrafie, anatomii a fyziologií jater a žlučových cest, indikacemi a kontraindikacemi a také principem a popisem samotného vyšetření a radiační ochranou. V praktické části mě zajímalo, jaké jsou nejčastější indikace k vyšetření a jaké je jejich procentuální zastoupení. Dále mě zajímalo průměrné množství aplikované aktivity RF u pacientů, jež vyšetření podstoupili, a jestli právě toto množství odpovídá optimální aktivitě RF podávané při vyšetření dynamická cholescintigrafie.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1. Pojem dynamická cholescintigrafie

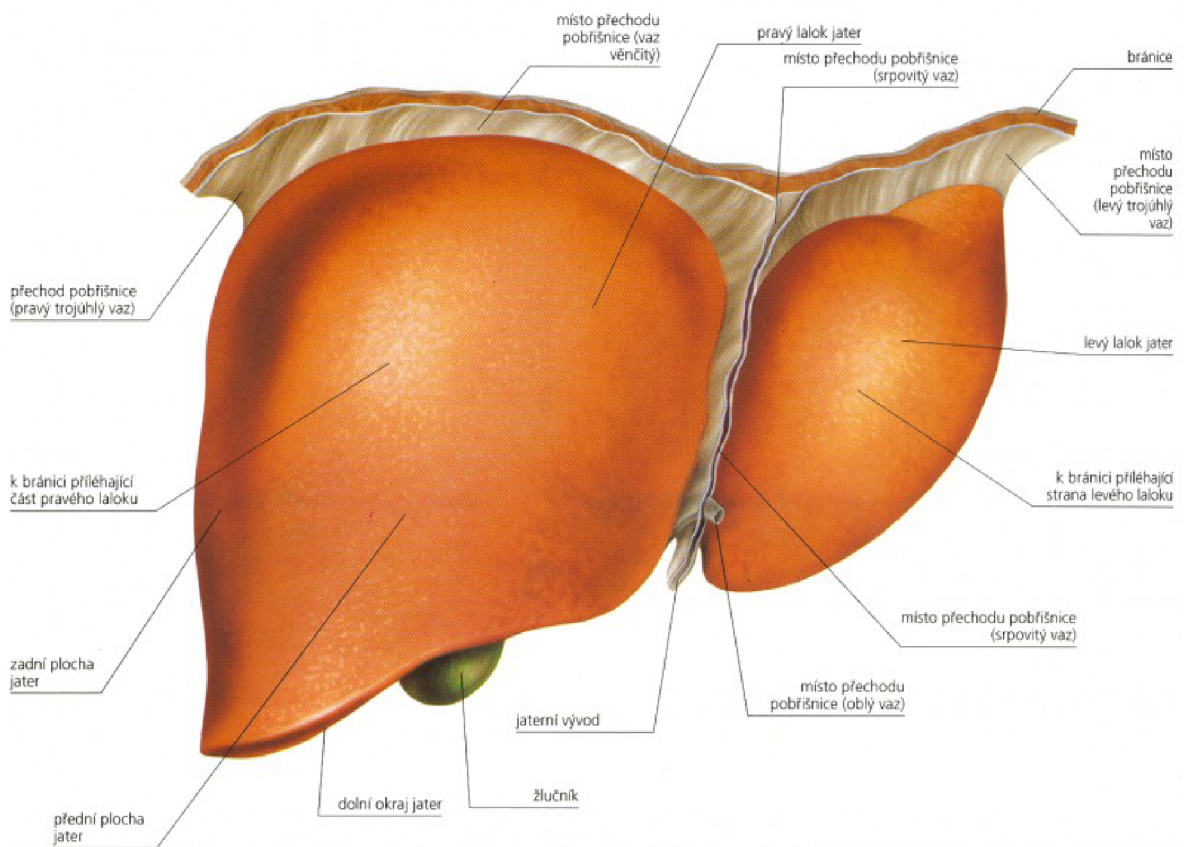
Dynamická cholescintigrafie aneb dynamická scintigrafie jater a žlučových cest je jednou z diagnostických metod nukleární medicíny, která slouží k diagnostice průchodnosti žlučových cest. Z výsledných histogramů můžeme získat informace například o distribuci hepatocytů, o uložení a velikosti žlučníku, o hrubé morfologii žlučových cest. Dále pak hodnotíme rychlost extrakce radiofarmaka z krevního oběhu a dynamiku odtoku radiofarmaka žlučovými cestami.[5] [13] [14] [15]

Název je složen ze dvou slov: chole- (z řeč., označuje žluč) a scintigrafie (z lat., scintilla, česky "jiskra", diagnostická metoda využívaná v nukleární medicíně).

2.2. Anatomie

HEPAR (ř. jecur), játra

Játra jsou měkkým, pružným a křehkým orgánem hnědočervené barvy a jsou největší a nejtěžší žlázou těla. Jejich hmotnost se pohybuje mezi 1200 – 1400 g u žen a u mužů mezi 1400 – 1800 g. Hlavní jaterní hmota je uložena v pravé brániční klenbě a až do levé brániční klenby, k medioklavikulární čáře, zasahuje plošší, zúžená levá část jater. Délka jater (pravolevá) je asi 25 cm, šířka (předozadní) je 15 cm a výška (shora dolů) je 10 cm.[1] [6] [8]



Obr.1 – Anatomie jater

Facies diaphragmatica (horní, brániční plocha) je silně vyklenuta a tvarem přizpůsobena brániční klenbě a je poměrně hladká. Brániční plocha je rozdělena na dva úseky: přední volný úsek (pars libera) je krytý peritoneem; zadní úsek (area nuda, pars affixa) srůstá s bránicí a pobříšnice zde chybí.[1] [6] [8]

Od přední plochy jater, která je kryta pobřišnicí, odstupuje k bránici a k přední stěně břišní dutiny několik peritoneálních řas (duplikatur peritonea). K přední stěně břišní a dolnímu okraji jater jde lig. faciforme hepatis. V jeho spodním okraji je lig. teres hepatis (oblý vaz), původně pupeční žíla, která se po porodu uzavírá a mění se ve vazivový pruh jdoucí na viscerální plochu jater. Lig. falciforme hepatis rozděluje horní jaterní plochu na dva asymetrické laloky: velký lobus hepatis dexter (pravý jaterní lalok) a malý lobus hepatis sinister (levý jaterní lalok). (Na spodní straně lze od lobus dexter oddělit ještě dva menší laloky, a to lobus caudatus a lobus quadratus).[1] [6] [8]

Ligamentum falciforme se rozestupuje dozadu a do stran jako lig. coronarium dextrum et sinistrum. Obě řasy slouží k fixaci jater k bránici. Od area nuda pokračují obě ligamenta k pravému i levému okraji jater v podobě peritoneálních duplikatur, které jsou zvané lig. triangulare dextrum et sinistrum. Levostranná řasa jde až na okraj levého laloku, tam přechází v appendix fibrosa (vazivový přívěšek), kterým levý lalok končí.[1] [6] [8]

Facies visceralis, dolní, orgánová plocha jater obrácená do dutiny břišní, je bohatě členěna. Celou plochu výrazně dělí fissura sagittalis dextra et sinistra (dvě rovnoběžné rýhy) a jedna příčně orientovaná brázda, porta hepatis (uspořádání si lze představit jako písmeno "H").[1] [6] [8]

Porta hepatis je místo, kde vstupuje do jater v. portae (vrátnicová žíla), a. hepatica (jaterní tepna) a nervová pleteň. Zde vystupuje z jater ductus hepaticus sinister et dexter (levý a pravý jaterní vývod).[1] [6] [8]

Porta hepatis společně se sagitálními rýhami odděluje přední, čtyřhranný – čtvercový lalok (lobus quadratus) a zadní, více stupňující lalok (lobus caudatus; Spiegeli).[1] [6] [8]

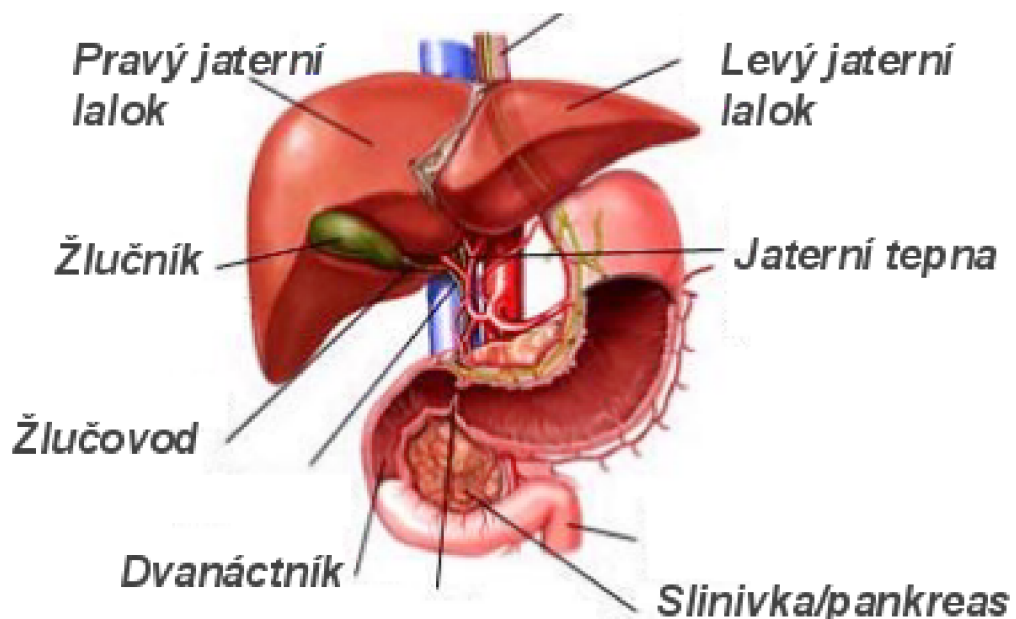
Fissura sagittalis sinistra (levá sagitální rýha) obsahuje v předním úseku lig. teres hepatis (uzavřená v. umbilicalis) a zadním úseku lig. venosum (Arantii). Tento vaz je zbytkem tzv. ductus venosus Antii, neboli žilní spojky, která odvádí u plodu část krve z v. umbilicalis přímo do v. cava inferior (tímto jsou u plodu obcházena játra).[1] [6] [8]

Fissura sagittalis dextra (pravá sagitální rýha) ležící v pravém jaterním laloku, není

souvislá, protože je přerušena uprostřed výběžkem lobus caudatus. Je rozdělena také na dva úseky a to na přední, který je rozšířený a prohloubený ve fossa vesicae biliaris (žlučníkovou jámu) a na zadní, který je prohlouben v sulcus venae cavae (široký žlábek duté žíly). V tomto žlábků leží v. cava inferior, do které ústí vv. hepaticae (tři jaterní žíly). Dutá žíla může být ve svém žlábků fixována vazivovým lig. venae cavae, pokud není přímo zanořena do hmoty jater.[1] [6] [8]

Horní a dolní plocha jater v sebe přechází vpředu poměrně ostrým okrajem, který je nazýván margo inferior, a vzadu tupější hranou nazývanou margo posterior.[1] [6] [8]

Poloha: Bránice naléhá na horní plochu jater a jejím prostřednictvím i plíce a pohrudnice. Celou pravou brániční klenbu vyplňuje pravá část jater, levá zasahuje do levé klenby a sahá až k medioklavikulární čáře. Hmatný, dolní jaterní okraj (margo inferior) sleduje pravý okraj oblouku žeberního až do pravé medioklavikulární čáry, kde se jaterní okraj vzdaluje od žeberního oblouku, kde kříží střední čáru uprostřed vzdálenosti mezi mečovitým výběžkem kosti hrudní a pupkem. Dolní okraj jater mizí pod levým žeberním obloukem v levé parasternální čáře. Játra naléhají svou dolní plochou na řadu nitrobřišních orgánů a po tomto kontaktu zůstávají na játrech různé stopy, neboli orgánové otisky, imprese. Na levém laloku, na dolní ploše, jsou známy otisky impressio gastrica a impressio oesophagea. Na pravém je to impressio suprarenalis, renalis, duodenalis a colica.[1] [6] [8]



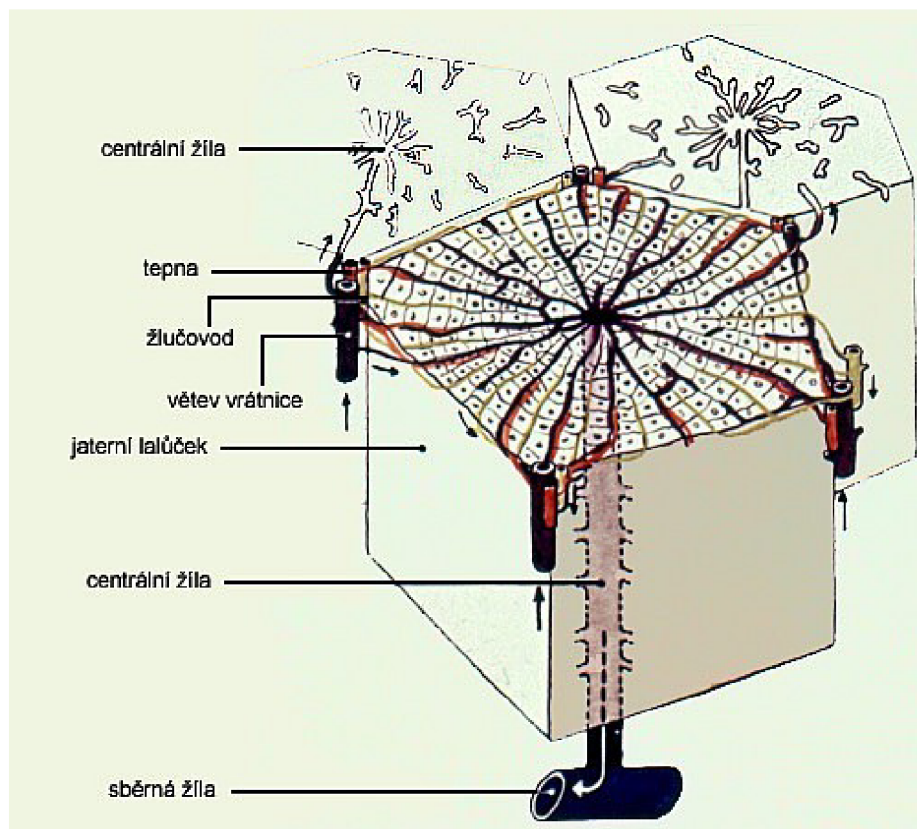
Obr. 2 – Poloha jater

Fixace: Játra jsou v břišní dutině upevněny několikerým způsobem. Velmi významný je především srůst jater s dolní brániční plochou (pars affixa) a tento srůst lemující ligg. coronaria, závěs na vena cava inferior, který je zprostředkovaný nejen srůstem, ale i jaterními žilami, podpora pevným lig. teres hepatis, podpora břišními orgány. [1] [6] [8]

Stavba: Povrch větší části jater je pokryt pobřišnicí (peritoneum viscerale), pod kterou jsou játra obalena souvislým vazivovým pouzdem (capsula fibrosa), které je v místech chybějící pobřišnice zesíleno. Od pouzdra proniká do jaterní hmoty vazivo, které vyplňuje prostory především kolem cév a žlučových, a které se označuje jako capsula fibrosa perivascularis. Základní stavební jednotkou je jaterní buňka (hepatocyt). Jaterní trámec je tvořen jaterními buňkami uspořádanými do dvou řad. V prostorech mezi trámci probíhají cévy a mezi sousedícími buňkami trámců se nachází tzv. žlučové kapiláry, které nemají vlastní výstelku a stěny kapilár tvoří přímo jaterní buňky. Jaterní trámce se sbíhají k tzv. jaterní žíle (v. centralis) a vytvářejí jaterní lalůček centrální žíly (lobulus venae centralis), který je základní morfologickou jednotkou jater. U člověka jsou jednotlivé lalůčky odděleny minimálním množstvím vmezeřeného vaziva. Více vaziva je pouze v tzv. portobiliárních prostorech, což je místo kontaktu tří sousedících lalůčků, kde probíhá "trias hepatica" – interlobulární tepna, žíla a žlučovod. Uvnitř trámce je žluč, vytvořená jaterními buňkami, sbírána do tzv. žlučových kanálků (canalis biliferi), které pokračují jako intralobulární žlučovody (canaliculi biliferi intralobulares) jaterním trámcem k portobiliárnímu prostoru. Na periferii lalůčků navazují na intralobulární žlučovody Heringovy kanálky (ductuli biliferi) odvádějící žluč do interlobulárních žlučových (ductus biliferi interlobulares), které jsou uloženy v portobiliárních prostorech. Postupným spojováním těchto žlučových vznikají stále větší trubice, které mají silnější stěnu a které v. porta hepatis opouštějí játra jako ductus hepaticus dexter et sinister (pravý a levý jaterní vývod). Intrahepatální žlučovody mají tedy návaznost: canaliculus bilifer a intralobulární žlučovod (bez vlastní výstelky) → Heringův kanálek (vlastní výstelka) → interlobulární žlučovod.[1] [6] [8]

Krevní oběh: Základní funkcí morfologické jednotky jater – lalůčku centrální žíly je jeho krevní oběh, který je dvojitý: nutritivní (tvořený větvemi a. hepatica) a funkční (tvořený v. portae a jejími větvemi). Nutritivní jaterní oběh vede krev bohatou kyslíkem, kterou do jater přivádí a. hepatica propria (větev a. hepatica communis, která přichází z truncus coeliacus). Protože jaterní buňky čerpají kyslík i z krve v. portae, je tepna vzhledem k velikosti jater slabá. Arteria hepatica je větvena, stejně jako v. portae, až na aa. interlobulares a aa.

circumlobulares. Ty vysílají do lalůček arterioly, jež probíhají mezi jaterními trámci, a jež ústí do začátků sinusoid. Tepenná krev z a. hepatica propria teče na úrovni sinusoid do žilní krve a buňky centrálních lalůček dostávají proto krev, která je méně sycená kyslíkem než periferie lalůček. Funkční oběh jater je oběhem v. portae, která sbírá krev ze všech nepárových orgánů a která vzniká za caput pancreatis a v ligamentum hepatoduodenale přichází k játrům. Po vstupu do jater se v. portae dělí na venae interlobulares (v portobiliárních prostorech) a venae cirkumlobulares, ze kterých vystupují větve sinusoidů probíhající mezi trámci jaterních lalůček. Sinusoidy lalůčku se stékají v jeho středu do v. centralis. Centrální žily sousedních lalůček vytvářejí venae sublobulares a ty se spojí ve tři venae hepaticae (pravý lalok dvě žily, levý jednu). Průtok krve lalůčkem je regulovaný systémem svěračů na začátcích interlobulárních cév. Základní cirkulační jednotkou jater je lobulus venae interlobularis (portální lalůček), která má tvar nepravidelného trojúhelníku a je tvořena skupinou jaterních trámců. Základní funkční jednotkou jater je primární jaterní acinus, který má tvar řezu dvou trojúhelníků se společnou základnou a který tvoří skupina trámců zásobených cirkumlobulární žilou a arterií.[1] [6] [8]



Obr. 3 – Jaterní lalůček

Jaterní segmenty:

"Členění jater podle zevního tvaru na lobus dexter, sinister, caudatus a quadratus neodpovídá jejich vnitřnímu členění podle organizace tepen, žil a žlučvodů.

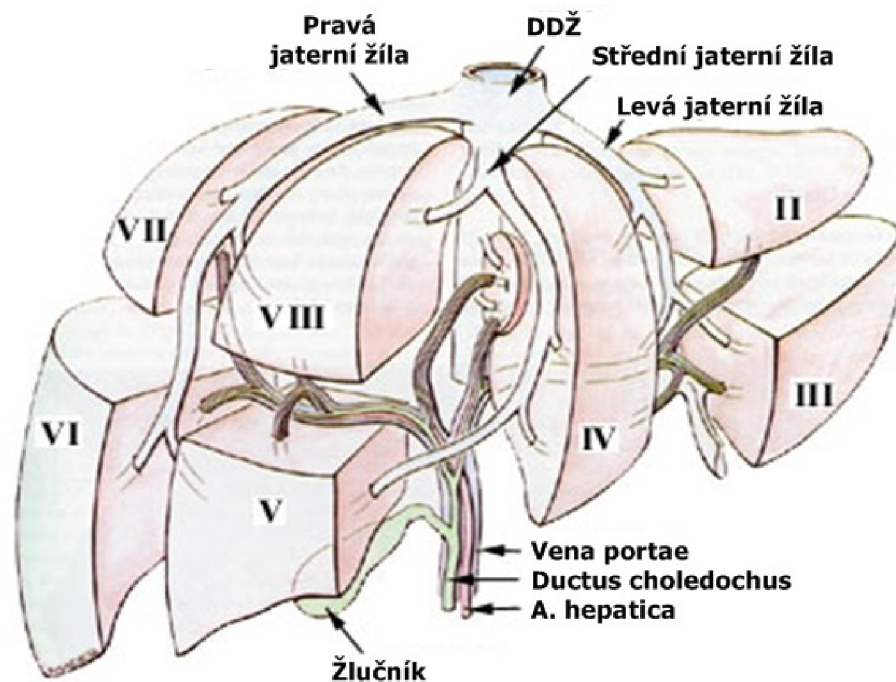
Na základě větvení tohoto "Glissonova trias hepatica" je možné dělit játra na čtyři základní segmenty, zakreslené na přiloženém obrázku.

Základní segmenty se dále dělí na další části, jejich znalost je nezbytná v jaterní chirurgii, zvláště při odstraňování – resekci části jaterní tkáně.

- Dva segmenty jsou vpravo: segmentum posterius (vpravo vzadu) a segmentum anterius (více vpředu a mediálně od předchozího).
- Dva segmenty jsou vlevo: segmentum mediale (při pohledu shora: mediálně od spojnice dolní dutá žíla – žlučník; při pohledu zdola pólí lobus caudatus a zaujímá celý lobus quadratus) a segmentum laterale (laterálně od předchozího – až k levému okraji jater).

Hranice pravého a levého "segmentového laloku" nejde v místě lig. falciforme a lig. teres hepatis (jak se popisuje klasicky), ale více vpravo – hlavně na viscerální ploše jater.

Každý ze 4 hlavních segmentů se dělí ještě na horní a dolní část, takže je možné mluvit např. o segmentum posterius superius, segmentum posterius inferius a analogicky i u ostatních hlavních segmentů – celkem tedy 8 segmentů." [8]



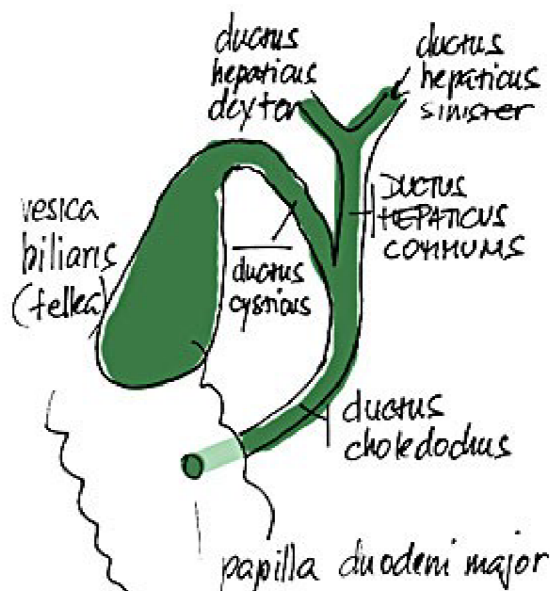
Obr. 4 – Jaterní segmenty

ŽLUČOVÉ CESTY

Žlučové cesty jsou tvořeny soustavou mezibuněčných štěrbin a trubic, kterými je odváděna do dvanáctníku žluč. Jsou rozděleny podle jejich lokalizace na intrahepatické (uloženy v játrech) a extrahepatické (uloženy pod játry) žlučové cesty.[1] [6] [8]

Intrahepatické žlučové cesty již byly popsány při stavbě jater. Pro zopakování: Žluč je vylučována jaterními buňkami do žlučových kapilár mezi buňkami trámčů jaterních. Anastomující síť kapilár ústí na periferii lalůček Heringovými kanálky, které ústí do interlobárních žlučovodů a ty se postupně spojují v segmentové a lalokové žlučovody, které ústí v porta hepatis do mimojaterních žlučovodů. Až od Heringových kanálků mají tyto žlučovody vlastní epitelovou stěnu. Stěnu doplněnou o vazivovou vrstvu a hladkou svalovinu mají větší žlučovody.[1] [6] [8]

Extrahepatické žlučové cesty začínají v porta hepatis. Pravý a levý lalok opouští ductus hepaticus dexter et sinister (pravý a levý jaterní vývod). Spojením těchto vývodů vzniká společný jaterní vývod, ductus hepaticus communis. Trubice tohoto společného vývodu je dlouhá 2 – 4 cm a vstupuje do lig. hepatoduodenale a tam se pod ostrým úhlem spojuje s vývodem žlučníku, ductus cysticus.[1] [6] [8]



Obr. 5 – Extrahepatální žlučové cesty

Od místa spojení vzniká nejdelší úsek žlučových cest a to žlučovod, ductus choledochus, který je dlouhý 6 – 8 cm a poměrně úzký (5mm). V pravém okraji omentum minus šikmo sestupuje k pars superior duodeni. Dále žlučovod podbíhá horní úsek duodena a vtlačuje se zezadu do hlavy pancreatu. Postupuje šikmo stěnou pars descendens duodeni a ústí na papilla duodeni major a to většinou společně (77 % případů) s ductus pancreaticus. Společné ústí vývodu slinivky břišní a žlučových cest je často rozšířeno (55 %) v ampula hepatopancreatica. [1] [6] [8]

Společné ústí uzavírají dva systémy svaloviny a to cirkulární a spirální. Tato úprava umožňuje řídit vstup žluče a pankreatické šťávy do střeva a zabránit vnikání žluče do pancreatu a pankreatického sekretu do choledochu. Obojí by způsobilo samonatravení. Společnou ampulu obtáčí m. sphincter ampullae hepatopancreaticae, na konečnou část choledochu přechází a je spirálně uspořádán m. sphincter ductus choledochi (Oddiho svěrač) a m. sphincter ductus pancreatici tvoří také spirální vlákna, která přestupují až na konečnou část ductus pancreaticus. [1] [6] [8]

Žlučník (vesica fellea, biliaris, cystis fellea) je vak válcovitého až hruškovitého tvaru o délce 8 – 12 cm, šířce 3 – 4 cm a obsahem 50 – 80 ml. Je to rezervoár žluče, žluč je v něm zahušťována. Leží na vicerální ploše jater a můžeme na něm rozlišit několik částí: fundus vesicae biliaris (dno žlučníku), corpus vesicae biliaris (tělo žlučníku), collum vesicae biliaris (krček žlučníku) a ductus cysticus (vývod žlučníku; spojuje se s ductus hepaticus communis za vzniku ductus choledochus). [1] [6] [8]

Stavba: Ve žlučníku je sliznice síťovitě zřasená (zvětšená plocha pro vstřebávání vody). Poměrně silnou vrstvu tvoří podslizniční vazivo s množstvím krevních a lymfatických cév. Svalovina žlučových cest je typem hladké, orgánové svaloviny, která vytváří ve stěně žlučových cest nesouvislé pruhy šikmých a podélných svalových vláken. Stejný systém vláken se nachází i ve žlučníku. Pokračováním peritonea viscerální plochy jater je serosa žlučníku. Pokud tento kryt na žlučníku sahá hlouběji, může se vytvořit i krátký závěs, který zvyšuje pohyblivost žlučníku. Žlučové vývody nemají vlastní peritoneální obal a probíhají ve vazivu peritoneálního závězu, v zesíleném dvojlistu malé předstěry (lig. hepatoduodenale). Koncový úsek ductus choledochus, který běží za duodenem, je krytý vmezeřeným vazivem a tkání slinivky břišní. [1] [6] [8]

Cévní zásobení jater a žlučových cest: Tepny vyživující játra a žlučové cesty jsou větvemi a. hepatica propria, která odstupuje z a. coeliaca, a dále se dělí na ramus dexter et sinister. Odstupující větví z ramus dexter je a. cystica, která kříží ductus cysticus a je větvena do pletení ve stěně žlučníku. Po vstupu a. hepatica propria se její dvě větve dělí na segmentové tepny, ze kterých odstupují další tepny aa. interlobulares a aa. circumlobulares, obě ústící do jaterních sinusoidů. Cca v 11 % se tvoří ještě samostatná a. hepatica accessoria odstupující z arteria mesenterica superior nebo přímo z truncus coeliacus. Jaterní žíly a žíly žlučových cest jsou větvemi vena portae. V porta hepatis se v. portae dělí na ramus dexter et sinister. Větve portální žíly se uvnitř jater dělí stejně jako tepny a v jaterních sinusoidech přecházejí do v. centralis, v. sublobularis a jako tři vv. hepaticae ústí do vena cana inferior.[1] [6] [8]

2.3. Fyziologie

Játra jsou označována jako ústřední orgán intermediárního metabolismu a jako orgán pro život nezbytný. Po jejich odstranění klesá hladina glukózy a močoviny v krvi, stoupají aminokyseliny a bilirubin a pokud není glukóza přiváděna, nastává smrt pro těžkou hypoglykémii během několika hodin. Protože je jaterní parenchym schopen velmi dobře regenerovat, stačí k přežití méně než polovina zdravého parenchymu. Makroskopicky jsou játra houbovitého vzhledu, mikroskopicky jsou tvořena buněčnými trámci obklopenými krevními sinusoidami. Hepatocyty jsou tak omývány krví a jaterní krevní oběh je velmi důležitý. Můžeme zde popsat dva krevní oběhy: funkční oběh, který přivádí krev bohatou na živiny z trávicího traktu ke zpracování do jater. Proteče tudy až 1200 ml/min; nutritivní oběh, který přivádí krev pro výživu jaterní tkáně a přivádí 350 ml krve za minutu. Za minutu proteče játry celkově 1500 ml krve, což odpovídá 30 % minutového srdečního objemu.[4] [7] [11]

"Anatomickou jednotkou jater je jaterní lalůček. V játrech se nachází padesát až sto tisíc lalůčků kolem vena centralis. Jsou cylindrového tvaru a tvoří je jednovrstevné až dvouvrstevné trámce buněk obklopené krevními sinusoidami.

Vena centralis sbírá krev ze sinusoid, které jsou velmi široké, a odvádí ji do vena hepatis. Krevní sinusoidy jsou vystlány endotelem s velkými póry a fixními magrofágy - Kupfferovými buňkami, které tvoří obrannou bariéru před cizorodým materiálem. Mezi endotelem a trámci jaterních buněk je Disseho prostor, kam se filtruje plazma a kam přes póry procházejí různé molekuly. Tímto způsobem vzniká lymfa, která se odvádí do lymfatických cév v septu a dále do mízních uzlin. Mezi trámci hepatocytů se nacházejí žlučové kanálky, které sbírají žluč vzniklou na žlučovém pólu hepatocytů a odvádějí ji do terminálních žlučovodů v septu. V septu se tedy sejdou: terminální portální venula, z níž teče krev do sinusoid, arteria hepatica, která představuje nutritivní krevní oběh v játrech, terminální žlučovod, jímž se odvádí žluč do větších žlučovodů, a lymfatická céva odvádějící lymfu vzniklou v Disseho prostoru." [11]

Funkce jater

Přeneseně můžeme játra nazvat chemickou továrnou organismu. Mají mnoho funkcí spolu úzce souvisejících a jsou prvním orgánem, který prostřednictvím portálního oběhu

dostává skoro všechny látky, jež jsou vstřebané v trávicím ústrojí. Játra zprostředkovávají metabolismus živin (cukry, tuky a bílkoviny), odpovídají za tvorbu a degradaci steroidních hormonů, plní exkreční, sekreční a detoxikační funkce a skladují různé látky. Význam mají také pro krevní oběh, krevtvorbu a ovlivňují vlastnosti krve. Pro termoregulaci mají též svůj význam, na který by se nemělo zapomínat.[4] [7] [11]

Metabolické funkce

Po metabolické stránce jsou játra neaktivnější tkání v těle. Játra regulují poměr zásob cukrů, tuků a bílkovin a podle zásob cukrů, jež hrají určitou roli, řídí metabolismus ostatních živin.[11]

Metabolismus cukrů: Játra udržují glykemii organismu v rovnováze. Při zvýšené glykemii je glukóza vychytávána v játrech a přeměňována na jaterní glykogen (zásobní forma glukózy), při nedostatku glukózy se glykogen odbourává a uvolňuje glukózu do krve. Současně jsou játra hlavním orgánem glukoneogeneze (tvorba glukózy z jiných zdrojů, např. laktát).[11]

Metabolismus tuků: Metabolismus tuků probíhá v celém těle, ale v játrech daleko intenzivněji. Existuje zde vysoká intenzita β - oxidace mastných kyselin (energie pro glukoneogenezi) a vzniká zde většina fosfolipidů (k zabudování do membrán buněk a intracelulárních struktur). Játra jsou také místem biosyntézy cholesterolu. Kromě toho se zde mohou tuky přeměňovat na cukry a tím zvyšovat zásobu glykogenu. Při nadbytku glykogenu se aminokyseliny i glukóza mohou přeměňovat na tuky a ukládat ve tkáních. V játrech jsou také vychytávány a tvořeny plazmatické lipoproteiny.[11]

Metabolismus proteinů: Metabolismus proteinů neprobíhá v jiné tkáni než v jaterní. Zde vznikají bílkoviny, které se účastní kaskády krevního srážení, všechny plazmatické bílkoviny kromě imunoglobulinů a mohou zde vznikat transaminacemi různé aminokyseliny. V době hladovění se mohou proteiny přeměňovat na glukózu, nebo pak v nadbytku na tuk.[11]

Metabolismus steroidů: Většina cholesterolu, jež je substrátem pro steroidní hormony, vzniká právě v játrech. Tyto hormony se zde také inaktivují.[11]

Biofransformační funkce

Játra mohou přeměňovat látky, které vznikly v těle, ale už nejsou potřebné (steroidní hormony, dále látky, které sice v těle vznikly, ale jsou pro něj jedovaté (amoniak, bilirubin) a látky, které jsou tělu cizí (jedy, léky).[11]

Játra jsou pro tuto svoji funkci vybavena množstvím enzymů, jež umožňují nejrůznější chemické reakce: metylaci, hydrolyzu, hydrataci, dále deaminaci, redukci, oxidaci atd. Na tyto reakce často navazuje druhá fáze → konjugace, při níž se nežádoucí látka naváže na nějaký substrát (sulfáty, glycin, kyselina octová, taurin). Výsledkem vždy není méně toxická látka, ale látka, jež je snadno vyloučitelná z těla. Příkladem můžeme uvést bilirubin, který vzniká po rozpadu hemoglobinu v hemu, a protože je ve vodě nerozpustný, nemůže být tělem vylučován močí. V játrech se bilirubin konjuguje na bilirubinglukuronát, který je dobře rozpustný ve vodě a může se tedy dobře vyloučit do žlučí a s ní do trávicího systému.[4] [11]

Sekreční a exkreční funkce

Schopnost tvořit žluč a secernovat ji do střeva je sekreční funkcí jater. V aktivním transportu iontů, který vytváří osmotický gradient podporující vodní tok směrem do lumen intrahepatálních žlučových kanálků, spočívá tvorba a tok žluči v játrech. S tvorbou žluči také souvisí exkreční funkce jater (do žluči se dostávají látky, které nemají žádný trávicí význam, jen se střevem vylučují z těla – těžké kovy, bilirubin, vápenaté ionty).[11]

Za 1 den, respektive za 24 hodin, vznikne 1 – 2 l žluči. Z hepatocytů je primární žluč secernována do žlučových kanálků a odtud odtéká do pravého a levého jaterního žlučovodu intrahepatálními žlučovody. Dále odchází společným žlučovodem a ductus cysticus do žlučníku, jehož obsah je 60 – 80 ml a v němž je obsah vstřebávaním vody a iontů 5x – 20 x zahuštěn.[11]

Žlučník je přirozený rezervoár žluči, která je v něm skladována zhruba ve složení: bilirubin, lecithin, cholesterol, žlučové kyseliny, voda, ionty (Na^+ , K^+ , Cl^- , HCO_3^- , Ca^{2+}) a těžké kovy. pH žluči je 7, 1 – 7, 3. V odpověď na vhodný podnět (stimulace vagu) se žluč dostává peristaltikou zpět přes ductus cysticus do ductus choledochus a odtud do dvanáctníku, kde ústí vedle vývodu ze slinivky na papilla Vateri.[11]

Trojí význam mají žlučové kyseliny vylučované žlučí: vylučování zbytku cholesterolu,

účast na emulgaci tuků a tvorbě micel pro vstřebávání tuku ve střevě a indukci sekrece tekutin do tlustého střeva. Ze střeva se většina žlučových kyselin vstřebává zpět a enterohepatálním oběhem (v. portae) se zpět vrací do jater, kde je účinně aktivně vychytávána jaterními buňkami.[11]

Další funkce

Játra fungují jako rezervoár krve, jejíž cirkulující objem pomáhají udržovat. Při sníženém srdečním žilním návratu nebo při poklesu krevního tlaku se krev z jater vyplavuje do oběhu. V játrech jsou také tvořeny plazmatické bílkoviny, které zabraňují svým onkotickým tlakem tomu, aby tekutina přestoupila z plazmy do intersticia, a tím vzniku edémů a snížení cirkulujícího objemu. Je zde také tvořena asi polovina v těle vznikající lymfy.[11]

Jako krvetvorný orgán, v němž jsou tvořeny krevní elementy, slouží játra ve fetálním období života. Protože se krevní buňky tvoří současně i ve slezině, je tato doba nazývána jako hepatolienální období. Později játra i slezina ztrácejí schopnost krvetvorby, ale při těžkých patologických okolnostech se v nich může tato schopnost obnovit.[11]

V játrech se tvoří také přibližně 10 % erythropoetinu, dále bílkoviny krevního srážení (koagulační faktory) a bílkoviny komplementu (nespecifická imunita).[11]

Játra jsou důležitým termoregulačním orgánem. Probíhá zde množství exotermických reakcí, při kterých se uvolňuje teplo, jež je rozváděno krví do dalších orgánů. Játra mají teplotu 40 – 41 °C, jsou nejteplejším orgánem v těle.[11]

Dále se játra podílejí na vodním a minerálním hospodářství v organismu. Produkují angiotenzinogen, který po aktivaci řídí sekreci mineralokortikoidu aldosteronu, který řídí zpětnou resorpci Na⁺ a s ním spojený přestup vody v distálním tubulu a sběracím kanálku. V játrech je aldosteron také odbouráván. Játra jsou také pomocníkem při udržování acidobazické rovnováhy v těle.[11]

Játra jsou schopna skladovat různé důležité látky: vitamin A, který má zásobu v játrech na dobu 10 měsíců, vitamin D (3 – 4 měsíce) a vitamin B₁₂ (několik let). Kromě nich je zde skladováno také železo (ferritin).[11]

2.4. Obecné indikace a kontraindikace

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.[17]

2.4.1. Indikace k vyšetření

- Podezření na chronické změny žlučových cest[16]

- Podezření na obstrukci ductus choledochus

Jedná se o uzávěr společného žlučovodu.[16]

- Podezření na dyskinezu v oblasti Oddiho svěrače

Jedná se o závadu či poruchu motoriky, dovedností a pohybových schopností v oblasti Oddiho svěrače, jež uzavírá společné vyústění pankreatického a žlučového vývodu do duodena.[2] [12] [16]

- Podezření na únik žluči intraperitoneálně

Jedná se o únik do břišní dutiny.[16]

- Podezření na kongenitální anomálie žlučových cest

Jde o vrozené anomálie, které značí určitou výjimečnost nebo odchýlení od normálního jevu.[16]

- Podezření na fokální nodulární hyperplazii jater

Značí se FNH a jde o benigní ložiskové postižení jater. Ve své podstatě se jedná o nodulární uzlovitě uspořádání hepatocytů v játrech.[2] [12] [16]

- Podezření na diferenciální dg. cholestázy zvláště u novorozenců a kojenců

Cholestáza je měštnání žluči. Při této poruše se do dvanáctníku nedostává normální množství žluči a tím stoupá množství bilirubinu v krvi a vzniká obstukční ikterus.[2] [5] [12]

- Podezření na postcholecystektomický syndrom

Pojem postcholecystektomický znamená týkající se období po chirurgickém odstranění žlučníku. Jde o soubor příznaků, jež vznikají po operaci, aniž je přitom prokázána příčina. Je také druhem funkční poruchy, na jejímž vzniku jsou uplatňovány psychické vlivy.[2] [5] [12]

2.4.2. Kontraindikace k vyšetření

Kontraindikace dělíme na absolutní a relativní. Absolutní jsou platné za každých podmínek. Relativní jsou takové, kdy pacient může být více ohrožen komplikacemi. Tato rizika ale mohou být převážena jinými důvody.[17]

Relativní kontraindikací u vyšetření je gravidita (těhotenství). Provádí se jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF. Další kontraindikací je laktace (kojení). Další možností může být i zvýšená hladina bilirubinu, při které se výrazně zhoršuje kvalita zobrazení.[16] [17]

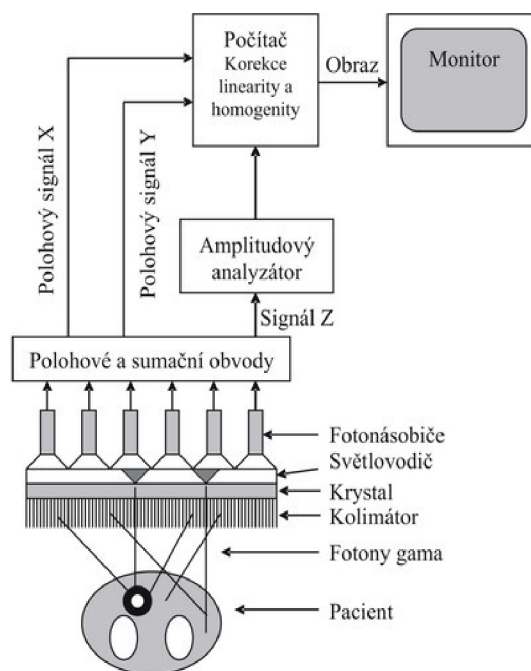
2.5. Diagnostická metoda dynamická cholescintigrafie

2.5.1. Princip vyšetření

Zobrazovací metoda, kterou nukleární medicína využívá, se nazývá scintigrafie (podle scintilačního detektoru, jež tvoří základ scintilační kamery) nebo gamagrafie (podle gama záření emitovaného radionuklidu). Při scintigrafii jsou obrazy prostorového rozlišení aplikovaného radiofarmaka ve vyšetřované anatomické oblasti snímány scintilační kamerou. [5]

Pro scintigrafické vyšetření (zobrazení distribuce radiofarmaka v těle) se používá scintilační kamera (nazývána Angerova kamera po americkém fyzikovi H.O. Angerovi). Detektor scintilační kamery je složen z scintilačního krystalu, světlovodiče, souboru fotonásobičů a kolimátoru. [5] [18]

Scintilačním krystalem je nejčastěji jodid sodný aktivovaný thaliem (NaI(Tl)) a je často obdélníkového tvaru. Jeho rozměry jsou 40 – 50 cm a tloušťka obvykle 12,7 mm u starších kamer, u modernějších typů je to 9,5 mm. Nad krystalem je uloženo 60 – 90 fotonásobičů, které jsou k němu připojeny světlovodičem usnadňujícím převod světelných fotonů ze záblesků v krystalu. Foton gama záření vyvolává scintilaci v krystalu, světelné fotony se šíří všemi směry a dopadají na fotokatody jednotlivých fotonásobičů. Do fotonásobiče, který je nejbližší místu interakce fotonu gama s krystalem, se dostane nejvíce světelných fotonů. Na výstupu fotonásobiče vznikne impulz, jehož amplituda je větší než amplituda impulzů vznikajících ve vzdálenějších fotonásobičích. Výstupní signály všech fotonásobičů se vyhodnotí pomocí počítačových obvodů, čímž vznikne impulz Z přiváděný do amplitudového analyzátoru. Dále se určují souřadnice X a Y místa, v němž došlo ke scintilaci v krystalu. Uvedené tři signály byly u původních kamer (šedesátá a sedmdesátá léta minulého století) přiváděny na osciloskop. Stopy záblesků byly fotografovány např. polaroidní kamerou. Byl tak vytvořen záznam obrazu (mapy) distribuce radiofarmaka ve vyšetřované části těla. V současné době jsou používány pc, které jsou schopny zpracovávat pouze údaje v digitální podobě. Elektronická aparatura je proto vybavena analogově – digitálním převodníkem, jež převádí analogový signál na digitální. U moderních scintilačních kamer se hovoří o celkové digitalizaci, jelikož převodník je umístěn za každým fotonásobičem. [5] [18]

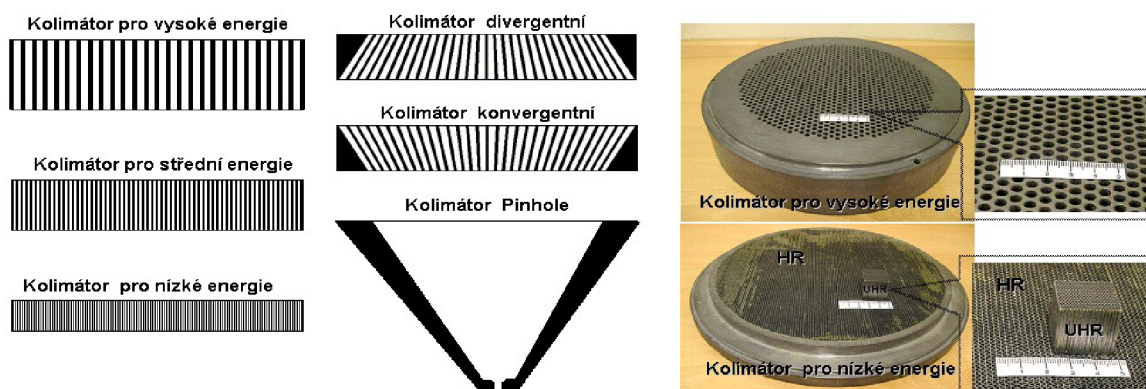


Obr. 6 – Schéma přenosu informace scintilační kamerou

Z parametrů scintilační kamery, jež ovlivňují obraz, můžeme zmínit tři nejdůležitější: homogenita zorného pole (uniformita) – schopnost kamery zobrazit homogenní rozložení aktivity ve zdroji záření jako obraz s homogenním jasem; prostorová rozlišovací schopnost (prostorové rozlišení) – vyjádřeno jako šířka profilu v obraze liniového nebo bodového zdroje v polovině výšky tohoto profilu. Obecněji se někdy charakterizuje jako schopnost přístroje rozlišit detaily v distribuci radiofarmaka (velikost, kterou je přístroj ještě schopen zachytit); citlivost – četnost impulzů, která je měřena s plošným zdrojem fotonového záření o průměru 10 cm vztažená na 1 MBq. Jako další parametry můžeme zmínit i energetickou a časovou rozlišovací schopnost.[5]

Pro planární a tomografickou scintigrafii jsou u scintilačních kamer používány různé typy kolimátorů zhotovených z olova. Rozlišují se podle konfigurace a počtu otvorů (jedno a mnohooťvorové), dále podle energie záření gama aplikovaného radiofarmaka (nízkoenergetické, pro střední energii, vysoce energetické) a podle vztahu mezi prostorovou rozlišovací schopností a citlivostí kolimátoru (kolimátory s vysokým rozlišením a nízkou citlivostí, se středním rozlišením a střední citlivostí atd.). Mezi typy kolimátorů může zařadit například mnohooťvorový kolimátor s paralelními otvory. Ten je vhodný pro zářiče

gama s nízkou energií a skládá se až z deseti tisíců otvorů v olovu. Jsou využívány při většině scintigrafických vyšetřeních (zejména typ HR s vysokým prostorovým rozlišením). Kolimátor typu pinhole ("špendlíková dírka") má jeden otvor v olovu o průměru 3 – 5 mm. Je nezbytný pro zobrazování malých orgánů v těle (štítná žláza, ledviny a kyčelní klouby u dětí). Kolimátor typu fan beam se používá při tomografickém zobrazení mozku. Kolimátory můžeme ještě rozdělit podle energie do tří základních skupin – pro použití se zářiči nízkých energií (do 160 keV; ^{201}Tl , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{123}I), pro střední energie (300 keV; ^{67}Ga , ^{111}In) a pro vysoké energie (více než 400 keV; ^{131}I , ^{18}F). Čím je energie gama záření větší, tím musí být olověné přepážky mezi jednotlivými otvory kolimátoru tlustší (nízká energie od 0,2 – 0,3 mm, vysoká energie až do 2 – 3 mm).[5]



Obr. 7 - Kolimátory

2.5.2. Radiofarmaka

"Radiofarmakum je jakýkoliv léčivý přípravek, který obsahuje jeden nebo více radionuklidů (radioaktivních izotopů) včleněných pro lékařské účely." [5]

Při výrobě, přípravě a při manipulaci s radioaktivními přípravky je nutné dodržovat zvláštní požadavky, které jsou u jiných léčiv neobvyklé. Při manipulaci a přetváření radioaktivních látek na léčiva je důležité respektovat požadavky pro práci se zdroji ionizujícího záření i kritéria kladená na léčebné přípravky, jež vyžadují výrobu v prostorách vysoké čistoty. Množství radionuklidu, který je nezbytnou součástí radiofarmaka, se exponenciálně snižuje s časem a to vlivem radioaktivní přeměny. Radionuklid je charakterizován jeho poločasem přeměny (doba, za kterou poklesne aktivita na polovinu),

druhem a energií ionizujícího záření (udávána v eV; násobky pak v keV, MeV). Množství radionuklidu je vyjádřeno jeho aktivitou v becquerelech (Bq); používanými násobky jsou kBq, MBq, GBq).[5]

"Radiofarmaka obsahují radionuklid v požadované radiochemické formě. Radiofarmaky jsou radionuklidy označené jednoduché anorganické látky, různé organické molekuly, peptidy, proteiny (imunoglobuliny, protilátky), krevní elementy, buňky apod." [5] Radionuklid je v iontové podobě, po případě vázán kovalentně či ve formě komplexu nebo chelátu. Značené látky jsou zpracovány do různých lékových forem a aplikují se jako injekce, plyny, aerodisperze, roztoky a tobolky. Radiofarmaka s delším poločasem přeměny jsou vyráběny hromadně. Dnes však většina klinicky používaných radiofarmak obsahuje radionuklidy s krátkým poločasem přeměny, které mají krátkou dobu použitelnosti a musí být tedy připravovány přímo v nemocnicích.[5]

Výroba a příprava radiofarmak:

Při výrobě radiofarmak je základem příprava radionuklidu, který se převádí do podoby požadované značené sloučeniny a ta je upravována tak, aby byla vhodná pro přípravu lékové formy. Technologický proces výroby radiofarmak se skládá z několika částí: výroba a získávání radionuklidu, příprava značených sloučenin, dále úprava sloučeniny do lékové formy a hodnocení jakosti radiofarmak. Během výroby se kontroluje vstupní materiál, meziproduct a nerozplněný produkt a hotový výrobek.[5]

Výroba a získávání radionuklidů:

Radionuklidy, které jsou obsaženy v radioaktivních přípravcích, jsou vyráběny v cyklotronech, jaderných reaktorech a nebo jsou získávány jako dceřinné radionuklidy z radionuklidových generátorů. Pro lékařské účely se používají pouze umělé radionuklidy, které jsou získávány různými jadernými reakcemi provázenými měnicí se stavbou výchozího atomového jádra za vzniku jádra jiného, radioaktivního.[5]

Příprava značených sloučenin:

Ke značení sloučenin slouží radiochemické metody. Mezi nejrozšířenější patří například izotopové výměnné reakce, kde je stabilní izotop nahrazen radioizotopem téhož prvku. Látky mají tedy prakticky stejné chemické a biologické vlastnosti. Patří sem značení radionuklidy

jódu. Další metodou je chemická syntéza. Ta umožňuje jedno a vícečetné reakce, které probíhají při různých fyzikálně chemických podmínkách určujících typ a výtěžek reakce. Můžeme dosáhnout umístění radioaktivních atomů v molekule v požadované poloze a získat sloučeniny s požadovanými vlastnostmi. Patří sem příprava sloučenin značených techneciem ^{99m}Tc , indiem ^{111}In , galliem ^{67}Ga a případně yttriem ^{90}Y pro terapii. Poslední metodou jsou biochemické a enzymatické syntézy, kterými se značí sloučeniny radionuklidů ^{14}C , ^{32}P a ^{35}S . Rozdělují se dále na enzymatické systémy a totální biosyntézy. Pro značení radiofarmak se zde používá kobalt ^{57}Co , ^{58}Co a selen ^{75}Se . [5]

V současné době je nejpoužívanějším radionuklidem nukleární medicíny technecium ^{99m}Tc , kterým jsou značeny vybrané látky dodávané na pracoviště ve formě neradioaktivních zásobních souprav. [5]

Lékové formy radiofarmak:

Jak už jsem zmínila, při přípravě aplikační formy vyráběného radiofarmaka musí být dodržovány všechny předpisy a požadavky pro zacházení s radioaktivními látkami. Zde, v této etapě, jsou radioaktivní látky a neaktivní materiály přeměňovány na léčiva. [5]

Radiofarmaka mohou být podávána v různé formě a to parenterálně, perorálně, inhalačně a lokálně. Parenterálně podávaná radiofarmaka jsou v praxi nejpoužívanější. Aplikují se intravenózně (roztoky, disperze, suspenze), subkutánně (koloidní disperze), také intralumbálně (roztoky a plyny), pro terapii pak intraperitoneálně a intraartikulárně (disperze). Perorální radiofarmaka mohou být roztoky (vodné) nebo tuhé látky (želatinové tobolky). Do inhalačních radiofarmak zahrnujeme radioaktivní plyny, které jsou vdechovány. Příkladem pro lokální aplikaci je iontoměničová folie vysycená fosforem (pro léčbu hemangiomů). [5]

Zásady výroby a přípravy radiofarmak:

Při výrobě a přípravě radiofarmak je nutno řídit se zásadami směrnic o správné výrobní praxi SVP (Good Manufacturing Practice – GMP). Tyto směrnice se uplatňují jako souhrn opatření a kontrolních postupů zahrnujících nejen oblast farmaceutické výroby a individuální přípravy, ale i respektujících zvláštní vlastnosti těchto přípravků a to jejich radioaktivitu. Pravidlům správné výrobní praxe se musí podřizovat pracovníci, pracovní prostory a zařízení, také hygiena práce, zpracování surovin, dokumentace a v neposlední řadě také skladování a

transport radioaktivních přípravků a likvidace jejich odpadů.[5]

Hodnocení jakosti radiofarmak:

Jak postupy obecně platné pro injekční přípravky, tak metody hodnocení obsahu radioaktivních látek patří mezi kontrolní metody radiofarmak. Do fyzikálních a chemických metod hodnocení jakosti zahrnujeme stanovení aktivity - aktivita je základní veličina, která charakterizuje radioaktivní přípravek a její hodnota je stanovena měřičem aktivity (ionizační komora, scintilační detektor); radiační čistotu – ověření obsahu nečistot se provádí spektrometrem se scintilačním nebo polovodičovým detektorem; radiochemickou čistotu – žádná z reakcí neproběhne se stoprocentním výtěžkem, vyskytuje se zde malé množství nežádoucích složek, které nenesou diagnostickou informaci. U biologických metod hodnocení jakosti radiofarmak se hodnotí především sterilita a bezpyrogenost parenterálně podávaných radiofarmak. Někdy se sleduje i rychlost akumulace a a vylučování látek.[5]

Mechanismy lokalizace radiofarmak:

Díky různým transportním mechanismům se dostávají radiofarmaka ve formě pravých roztoků na místo určení. Počáteční ředění je v plazmě a prochází prostou difuzí (koncentrační pád biologickými membránami). Pasivním transportem prochází lipofilní nosiče, aktivní transport zahrnuje vychytávání mechanismem Na^+/K^+ ATP pumpy v buňkách srdečního svalu. Koloidní částice jsou vychytávání fagocytózou a pynocytóza je uplatňována u makromolekul. Kromě iontové výměny hrají často úlohu i jiné mechanismy (např. vazba na mitochondrie, adsorbce na povrch kostní tkáně. Další možností je metabolická inkorporace do tkání u radionulidů jódu nebo zobrazení mozku pomocí průchodu radionuklidů hematoencefalickou bariérou.[5]

2.5.3. Průběh vyšetření

Při popisu průběhu celého vyšetření uvádím obecné předpoklady, jež jsou uvedeny v literatuře, ale také modifikace KNM, kde svou práci vypracovávám.

Příprava pacienta:

Před vyšetřením pacienta je nutné si ověřit jeho osobní a zdravotní data a také jeho

identitu. Personál dále poučuje o průběhu a významu vyšetření a dává pacientovi k podpisu informovaný souhlas s vyšetřením. Odebírá se také anamnéza zaměřená na kontraindikace k vyšetření, což jsou gravidita a laktace, dále na onemocnění, pro které se vyšetření provádí a prodělané operace a nemoci, které mohou ovlivnit výsledek vyšetření. Před vyšetřením musí být pacient lačný několik hodin (4 – 12 hodin). Musí se vysadit léky ovlivňující motilitu GIT (anticholinergika, choleretika, opiové preparáty). Je vhodné 3 – 4 hodiny před výkonem použít evakuační podnět (pokrm bohatý na tuky; 5 – 10 dkg mléčné čokolády) k vyprázdnění žlučníku.[9] [10] [16]

Průběh:

Pacient leží na zádech a hlava gamakamery je nastavená na oblast jater tak, aby byla snímána i radioaktivita z oblasti srdce. Poté je pacient i.v. naaplikován radiofarmakem. Při dynamické cholescintigrafii jsou jako radiofarmakum používány fenylderiváty kyseliny iminodictové (IDA nebo také HIDA – firemní označení) značené ^{99m}Tc . Dnes nejčastěji používanými deriváty IDA jsou ^{99m}Tc -disofenin (DISIDA) a ^{99m}Tc -mebrofenin (BRIDA). Jejich aktivita se pohybuje mezi 50 – 200 MBq. Dospělým se aplikuje asi 150 MBq, dětem méně, ale nejde se pod hranici 50 MBq. DRÚ (diagnostická referenční úroveň) ^{99m}Tc -Trimethyl-IDA a ^{99m}Tc -Brom-IDA je 250 MBq. U ikterických pacientů se volí bromovaný derivát (mebrofēfin; značený také brom-HIDA zvaný HIBIDA) a aplikuje se až 5x větší aktivita v závislosti na hladině bilirubinu. Dynamická scintigrafie je tedy zahájena po aplikaci radiofarmaka a je snímána v přední projekci. Frekvence snímání je 1 scintigram/20s (nebo 30s) a používaná matice je 128 x 128 (v SOP se uvádí i 64 x 64). Doba snímání je 60 minut, ale může být i delší. Například když se žlučník plní opožděně. Asi v polovině vyšetření, pokud je tedy žlučník naplněn, se opět podává evakuační podnět k vyvolání kontrakce žlučníku. Jak už jsem zmínila, může to být opět 5 dkg čokolády nebo se může použít farmakologický podnět cholecystokinin (CCK; hormon způsobující vyprázdnění žlučníku), jež může být aplikován i před vlastním vyšetřením 30 minut předem. Po celou dobu vyšetření by měl být pacient v klidu, neměl by se hýbat ani hovořit.[9] [10] [16]

Radiofarmaka založená na bázi IDA jsou dvousložkové látky. První složkou je kyselina iminodictová, jež je schopna tvořit chelátové komplexy s těžkými kovy a dovoluje značení pomocí technecia, druhou je pak lidokain, který zajišťuje hepatotropní vlastnosti preparátů a je metabolizován v játrech. Poté, co naaplikujeme preparát HIDA, následuje jeho transport

krví, vychytávání v hepatocytech a dále vylučování jimi do žlučových kanálků, odtok kanálky do žlučových cest a nakonec shromažďování ve žlučníku a jeho evakuace po evakuačním podnětu.[9] [10]

Rychlost transportu radiofarmaka ovlivňuje celá řada faktorů. Můžeme zmínit například hypoalbuminemii (sníženou koncentraci albuminu v krvi) a hyperbilirubinemii (zvýšení bilirubinu), které zpomalují rychlost vylučování. Na vychytávání a rychlost transportu do žlučových kanálků má vliv množství jaterních buněk a jejich eventuální poškození. Další vlivy mají také různé patologie, které jsem již uvedla v indikacích k vyšetření.[9] [10]

Hodnocení:

Hodnocení provádíme z digitálních obrazů a histogramů (křivek průběhu aktivity v čase) v zájmových oblastech jater, žlučovodů, žlučníku, střeva a srdce. Na obrazech můžeme hodnotit distribuci hepatocytů, uložení a velikost žlučníku a hrubou morfologii žlučových cest.

Většinu morfologických informací obsahují obrazy získané v prvních šedesáti minutách vyšetření, kdy je vysoká koncentrace indikátoru ve žluči.[5] [9] [10]

Kvantifikace jaterních funkcí:

Většinou žádnou jinou informaci, než jsou schopny poskytnout jiné diagnostické zobrazovací metody (sonografie, CT, MRI), vizuální hodnocení obrazů nepřinese. Základním přínosem pro vyšetření je kvantifikace (určování množství). Z křivek průběhu aktivity v čase hodnotíme rychlost extrakce radiofarmaka jaterními buňkami z krevního oběhu a dynamiku odtoku radiofarmaka žlučovými cestami.[5] [9] [10]

V jaterních buňkách (hepatocytech) se za fyziologických podmínek radiofarmakum akumuluje již v prvních minutách vyšetření, v 15. minutě je většina radiofarmaka z krve extrahována a aktivita se objevuje ve žlučovodech a žlučníku, do 60 minut pak i v duodenu. Histogram ze zájmové oblasti jaterních buněk vrcholí asi v 8. - 10. minutě (T_{max}) a poločas jejího poklesu ($T_{1/2}$) činí 15 – 30 minut. Výslednicí všech metabolických cest, které musí indikátor absolvovat, je křivka průběhu aktivity nad játry. Pokud bude T_{max} normální, může se předpokládat, že jaterní funkce je neporušena. Pokud však ale bude prodloužený, uvažuje se o poruše funkce jater až po vyloučení zpomalení transportu radiofarmaka do jater, změn tlakových poměrů ve žlučových cestách atp. Dekonvoluční analýza nabízí jedno z řešení

přesnějšího hodnocení. Průběh aktivity nad játry a nad srdcem zadáme do výpočetního algoritmu. Analýza dekonvoluční křivky umožňuje stanovit HEF (hepatic extraction fraction; extrakční frakci), která popisuje funkční zdatnost parenchymu jater. Hodnoty extrakční frakce jsou udávány v procentech a norma se pohybuje mezi 95 – 100 procenty. Tyto hodnoty můžou klesnout až na 10% a méně a to u těžkých hepatocelulárních poškození. Hodnota HEF bývá v časně fázi kompletní obstrukce choledochu (žlučovodu) normální až do 3. dne obstrukce, dále pak mezi 3. - 5. dnem klesá na 80 % a při kompletní obstrukci, jež trvá déle než 5 dnů, klesá hodnota po 60 %.[5] [9] [10]

2.6. Radiační ochrana v nukleární medicíně

2.6.1. Radiační ochrana pro pracovníky

Jelikož se pracovníci nukleární medicíny setkávají s otevřenými zářiči, musí se chránit jak před vnějším zářením (ochrana časem, vzdáleností, stíněním), tak před vnitřní kontaminací (nošení gumových rukavic a práce v digestoři).[3] [5]

Před vnějším zářením se pracovníci chrání časem a to tak, že se snaží snižovat dobu pro přípravu radiofarmak, která záleží na jejich dovednosti a kvalifikaci. U těžce nemocných a nespolupracujících pacientů se vyžaduje více stráveného času v jejich blízkosti, například z důvodu umístění pod detektor, tudíž je vhodné časté střídání pracovníků.[3] [5]

Jelikož víme, že dávka (dávkový příkon) záření klesá s druhou mocninou vzdáleností od zdroje, měli by pracovníci být od zdrojů co nejdále (použití peánů, pinzet) a neměli by zbytečně prodlévat v blízkosti pacientů, kterým již byla aplikována radiofarmaka.[3] [5]

Ochrana stíněním je realizována tím způsobem, že mezi zdroj záření a pracovníky je umístěna vrstva vhodného materiálu o vysoké hustotě, který má schopnost výrazně zeslabovat svazek záření. Jako materiál se zde nejčastěji používá olovo, příp. wolfram.[3] [5]

Vnitřní kontaminace je způsobena radioaktivními látkami, které se dostanou do organismu buď povrchově přes kůži, nebo vnitřně ingescí. Proto je důležité, aby se pracovníci převlékali do pracovního oděvu, používali ochranné prostředky (gumové rukavice, zástěry a brýle) a dbali na opatrné svlékání gumových rukavic. Dále je nutné nebrat otevřené zářiče do rukou, je nutné používat ochranné pracovní pomůcky jako pinzety, kleště a kontejnery. Činnosti, spojené s možností úniku radioaktivní látky, musí pracovníci vykonávat v uzavřených prostorech (digestoř). Personál má zakázáno v kontrolovaném pásnu oddělení jíst, pít a kouřit.[3] [5]

2.6.2. Radiační ochrana pro pacienty

Pacientovi je nutno aplikovat pouze nezbytné množství radioaktivní látky požadované

čistoty a aktivity, které zaručí dostatečnou diagnostickou informaci s co nejnižší radiační zátěží. K optimalizaci aplikovaných aktivit slouží diagnostické referenční úrovně (DRL; platné pro člověka o hmotnosti 70 kg).[3] [5]

Pro léčbu v terapeutické nukleární medicíně se volí aktivita radiofarmaka podle požadované dávky v Gy v léčeném orgánu či tkáni. Ozáření zdravých tkání, které sousedí s léčeným orgánem, má být tak nízké jak lze rozumně dosáhnout. Také je nutné vědět, že diagnostický přínos musí převyšovat radiační riziko pro pacienta.[3] [5]

Dále můžeme radiační zátěž u pacientů snižovat tak, že zajistíme urychlení eliminace radiofarmak z těla a to dostatečnou hydratací s požadavkem častého močení. Další možností je zábrana nebo omezení přísunu radiofarmaka do určitého orgánu; běžně je blokována štítná žláza.[3] [5]

U těhotných pacientek se diagnostický postup může provést pouze v neokladném případě, protože gravidita je pro aplikaci radiofarmak kontraindikací. U kojících žen je to obdobné, protože laktace je také absolutní kontraindikací pro léčebnou aplikaci radiofarmak.[3] [5]

3 PRAKTICKÁ ČÁST

3.1. Metodika a cíl práce

Data k té praktické části bakalářské práce jsem sbírala na Klinice nukleární medicíny – Fakultní nemocnice Brno. Anonymně jsem získala informace ke splnění cíle své práce od posledních 105 pacientů, kteří podstoupili právě vyšetření dynamická cholescintigrafie.

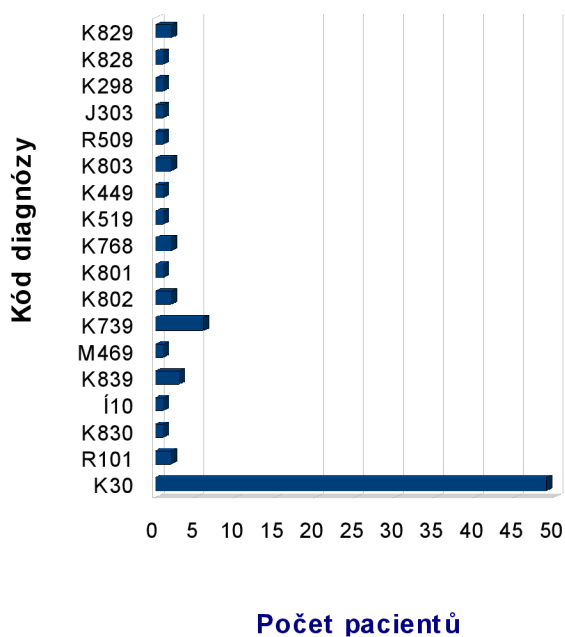
Cílem mé práce bylo zjistit, jaké jsou nejčastější indikace k vyšetření a jaké je jejich procentuální zastoupení. Dále mě zajímalo průměrné množství aplikované aktivity RF u pacientů, jež vyšetření podstoupili, a jestli právě toto množství odpovídá optimální aktivitě RF podávané při vyšetření dynamická cholescintigrafie.

3.2. Rozbor sbíraných dat a zjištěných údajů

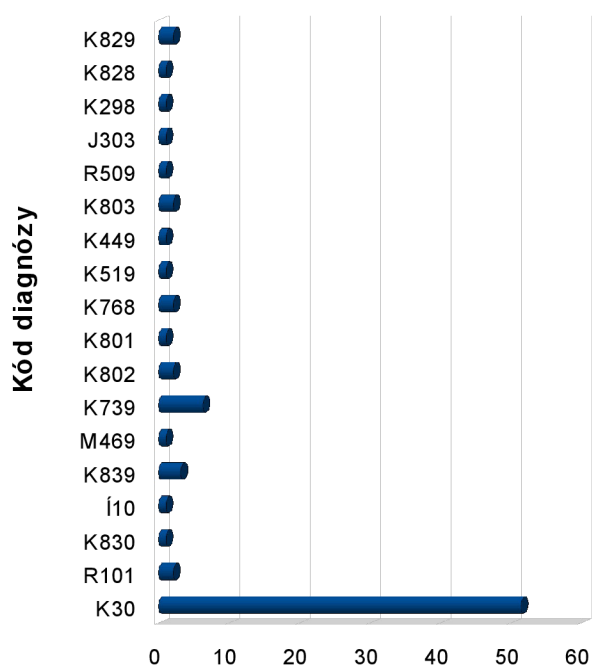
První cílem mé práce bylo zjistit, jaké jsou nejčastější indikace k vyšetření dynamická choleoscintigrafie a také jejich procentuální zastoupení. Vše jsem zpracovala a uvedla v následujících tabulkách a grafech.

Diagnóza	Kód dg	Počet pacientů	%
Dyspepsie	K30	49	51,45
Bolest umístěná do horní části břicha	R101	2	2,1
Zánět žlučových cest	K830	1	1,05
Esenciální (primární) hypertenze	I10	1	1,05
Nemoc žlučového stromu	K839	3	3,15
Zánětlivá spondylopatie	M469	1	1,05
Chronická hepatitis	K739	6	6,3
Kámen žlučníku bez cholecystitidy	K802	2	2,1
Kámen žlučníku s jinou cholecystitidou	K801	1	1,05
Jiné určené nemoci jater	K768	2	2,1
Ulcerózní kolitida	K519	1	1,05
Brániční kýla bez neprůchodnosti nebo gangrény	K449	1	1,05
Kámen žlučových cest s cholangitidou	K803	2	2,1
Horečka	R509	1	1,05
Pollinosa	J303	1	1,05
Zánět dvanáctníku, duodenitida	K298	1	1,05
Jiné určené nemoci žlučníku	K828	1	1,05
Nemoc žlučníku	K829	2	2,1

Tab.1 - Nejčastější diagnózy a jejich zastoupení u pacientů (1.část)



Graf 1 – Nejčastější diagnózy a jejich zastoupení u pacientů (1. část)

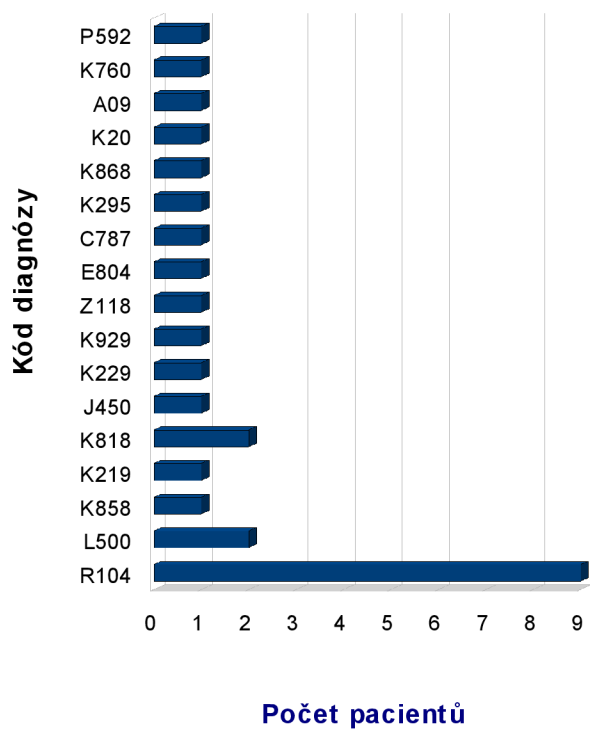


Počet pacientů v %

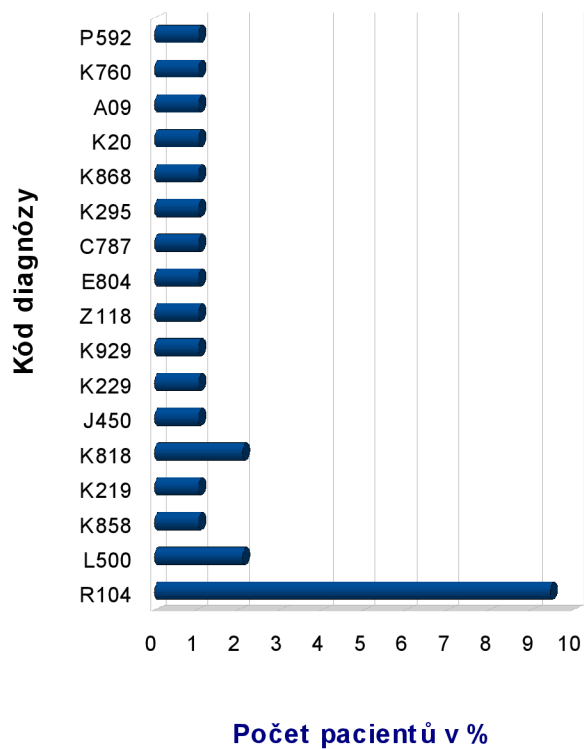
Graf 2 – Nejčastější diagnózy a jejich procentuální zastoupení u pacientů (1.část)

Diagnóza	Kód dg	Počet pacientů	%
Jiná a neurčená břišní bolest	R104	9	9,45
Kopřivka	L500	2	2,1
Jiná akutní pankreatitida	K858	1	1,05
Gastroezofageální refluxní onemocnění bez ezofagidity, jícnový reflux	K219	1	1,05
Chronická cholecystitis	K818	2	2,1
Astma bronchiale	J450	1	1,05
Nemoci jícnu	K229	1	1,05
Nemoci trávicí soustavy	K929	1	1,05
Screeningová vyšetření specializovaná na infekční a parazitární nemoci	Z118	1	1,05
Gilbertův syndrom	E804	1	1,05
Sekundární zhoubný novotvar jater	C787	1	1,05
Chronická gastritida	K295	1	1,05
Jiné určené nemoci slinivky břišní	K868	1	1,05
Zánět jícnu – oesophagitis	K20	1	1,05
Jiná nespecifikovaná gastroenteritida a kolitida infekčního původu	A09	1	1,05
Ztučnění (steatóza) jater	K760	1	1,05
Novorozenecká žloutenka z jiného nebo neurčeného hepatocelulárního poškození	P592	1	1,05

Tab. 2 – Nejčastější diagnózy a jejich zastoupení u pacientů (2.část)



Graf 3 – Nejčastější diagnózy a jejich zastoupení u pacientů (2.část)



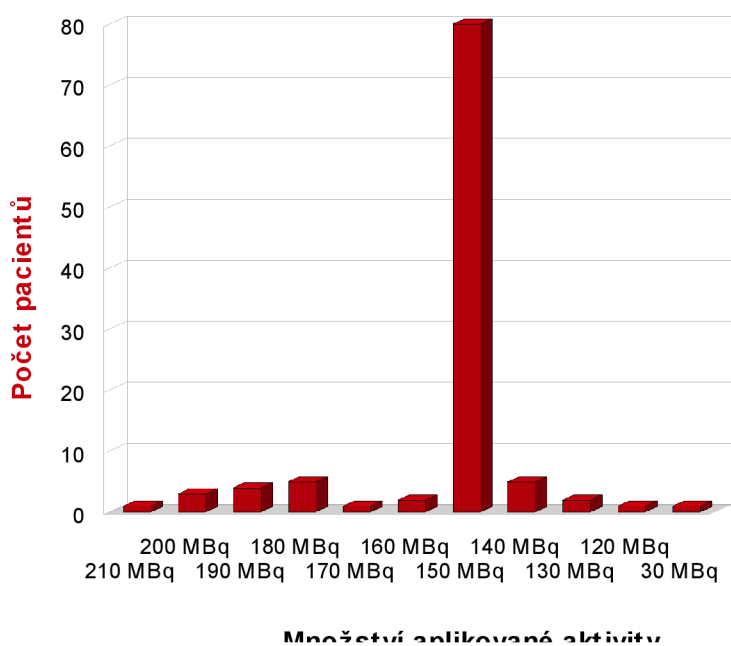
Graf 4 – Nejčastější diagnózy a jejich procentuální zastoupení u pacientů (2.část)

Po zpracování dat jsem z grafů vyčetla, že nejvíce vyskytující se indikací je dyspepsie a to u 49 pacientů (51, 45%). Dále pak jiná a neurčená břišní bolest u 9 pacientů (9,45%), chronická hepatitis u 6 pacientů (6, 3%) a nemoc žlučového stromu u 3 pacientů (3, 15%). Ostatní diagnózy se vyskytují velmi zřídka, většinou vždy jen u jednoho nebo dvou pacientů.

Druhým cílem mé práce bylo zjistit průměrné množství aplikované aktivity RF u 105 pacientů, jež vyšetření podstoupili, a zda právě toto množství odpovídá optimální aktivitě RF podávané při vyšetření dynamická cholescintigrafie. V následující tabulce a grafu tedy uvádím vždy množství aplikované aktivity a počet pacientů, kteří jim byli naaplikováni.

Množství aplikované aktivity	Počet pacientů
210 MBq	1
200 MBq	3
190 MBq	4
180 MBq	5
170 MBq	1
160 MBq	2
150 MBq	80
140 MBq	5
130 MBq	2
120 MBq	1
30 MBq	1

Tab. 3 – Množství aplikované aktivity u pacientů



Graf 5 – Množství aplikované aktivity u pacientů

Po zpracování dat jsem vypočetla, že průměrné množství aplikované aktivity RF u pacientů je 153, 05 MBq.

U vyšetření dynamická cholescintigrafie jsou používány ^{99m}Tc značené deriváty iminodictové kyseliny o aktivitě 50 – 200 MBq. U pacientů s hmotností vyšší než 70 kg se optimální aktivita RF přepočítává, u dětí se také stanovuje podle doporučení. Proto zde tedy můžeme vidět i odchylky od optimálního množství. Mohu tedy říci, že jak množství aplikované aktivity u všech pacientů, tak vypočtené průměrné množství této aplikované aktivity odpovídá optimální aktivitě RF podávané při vyšetření dynamická cholescintigrafie.

4 ZÁVĚR

V závěru bakalářské práce mohu říci, že oba mé cíle byly splněny. Zjistila jsem tedy, jaké jsou nejčastější indikace k vyšetření dynamická cholescintigrafie a jejich procentuální zastoupení, a také jaké je průměrné množství aplikované aktivity RF, a že právě toto množství odpovídá optimální aktivitě RF podávané při vyšetření dynamická cholescintigrafie.

5 SOUPIS LITERATURY A PRAMENŮ

DYLEVSKÝ, Ivan. *Systematická, topografická a klinická anatomie, IV. Zaživací ústrojí*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství Karolium, 1995. ISBN 80-7184-108-0

FERKO, Alexander, VOBOŘIL, Zbyněk, ŠMEJKAL, Karel, BEDRNA, Jan. *Chirurgie v kostce*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 2002. ISBN 80-247-0230-4

HUŠÁK, Václav a kol. *Radiační ochrana pro radiologické asistenty*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 978-80-244-2350-0

KITTNAR, Otomar a kolektiv. *Lékařská fyziologie*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4

KUPKA, Karel za kolektiv. *Nukleární medicína*. 1. vyd. Příbram: P3K, 2007. ISBN 978-80-903584-9-2

NAŇKA, Ondřej, ELIŠKOVÁ, Miloslava. *Přehled anatomie*. Druhé, doplněné a přepracované vydání. Praha 5: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-612-0

NOVOTNÝ, Ivan, HRUŠKA, Michal. *Biologie člověka*. Čtvrté rozšířené a upravené vydání. Praha 1: Nakladatelství FORTUNA, 2007. ISBN 978-80-7373-007-9

PETROVICKÝ, Pavel a spol. *Anatomie s topografií a klinickými aplikacemi – II. svazek – orgány a cévy*. Vydavatelství Osveta, 2001. ISBN 80-8063-046-1 (II. svazek)

PRÁŠEK, Jiří. *Atlas dynamické cholescintigrafie*. 1. vyd. Praha: Lacomed, 2004. ISBN 80-86781-02-X

PRÁŠEK, Jiří. *Atlas of dynamic cholescintigraphy*. First editon. Prague: Lacomed, 2004. ISBN 80-86781-02-X

ROKYTA, Richard a kolektiv. *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, ošetřovatelství, přírodních, pedagogických a tělovýchovných oborech*. 2., přepracované vyd. Praha 6: ISV nakladatelství, 2008. ISBN 80-86642-47-X

VOKURKA, Martin, HUGO, Jan a kolektiv. *Velký lékařský slovník*. 9. vyd. Praha 4: MAXDORF, 2009. ISBN 978-80-7345-202-5

<http://www.homolka.cz/cs-CZ/oddeleni/oddeleni-nuklearni-mediciny-a-pet-centrum/nase-sluzby/druhy-vysetreni/dynamicka-cholescintigrafie.html>

http://www.kkn.cz/wiki/index.php/Dynamick%C3%A1_scintigrafie_%C5%BElu%C4%8Dov%C3%BDch_cest_-_cholescintigrafie

<http://lekarske.slovniky.cz/lexikon-pojem/cholescintigrafie>

http://www.mzcr.cz/Legislativa/dokumenty/vestnik-c9/2011_5340_2162_11.html

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Kontraindikace>

<http://www.wikiskripta.eu/index.php/Gamakamera>

6 SEZNAM ZKRATEK

DRL	Diagnostic reference levels; diagnostická referenční úroveň
FN	Fakultní nemocnice
FNH	Fokální nodulární hyperplazie
KNM	Klinika nukleární medicíny
NM	Nukleární medicína
RF	Radiofarmakum
SOP	Standardní operační postupy

7 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 – Anatomie jater	9
Obr. 2 – Poloha jater	11
Obr. 3 – Jaterní lalůček	13
Obr. 4 – Jaterní segmenty	14
Obr. 5 – Extrahepatální žlučové cesty	15
Obr. 6 – Schéma přenosu informace scintilační kamerou	25
Obr. 7 – Kolimátory	26

7 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 – Nejčastější indikace a jejich zastoupení u pacientů (1.část)	36
Tab. 2 – Nejčastější indikace a jejich zastoupení u pacientů (2.část)	37
Tab. 3 – Množství aplikované aktivity u pacientů	39

