

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2020

Ondřej Rojík

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Ondřej Rojík

Radiodiagnostika jaterních onemocnění

Bakalářská práce

Vedoucí práce: doc. MUDr. Jaroslav Vomáčka, Ph.D., MBA

Olomouc 2020

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 15. června 2020

podpis

Děkuji doc. MUDr. Jaroslavu Vomáčkovi, Ph.D., MBA za odborné vedení práce a veškeré informace, které mi při psaní práce poskytl. Dále děkuji rodině za podporu při studiu a Oddělení Radiologie NsP Havířov za poskytnutí obrazových příloh.

ANOTACE

Typ závěrečné práce: Bakalářská

Téma práce: Moderní zobrazování v diagnostice jaterních onemocnění

Název práce: Radiologická diagnostika jaterních onemocnění

Název práce v AJ: Radiological diagnostics of liver diseases

Datum zadání: 2019-11-30-

Datum odevzdání: 2020-06-15-

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav radiologických metod

Autor práce: Ondřej Rojík

Vedoucí práce: doc. MUDr. Jaroslav Vomáčka, Ph.D., MBA

Oponent práce: MUDr. Zuzana Sedláčková, Ph.D.

Abstrakt v ČJ:

Cílem této přehledové bakalářské práce na téma „Radiologická diagnostika jaterních onemocnění“ je přiblížení využití moderních radiodiagnostických metod při různých onemocnění jater.

Tyto informace byly získány rešeršní činností z odborné literatury. Jako zdroje informací byly použity odborné články v českém i anglickém jazyce. Práce čerpala z databází: Web of Science, MEDLINE, Medvik, EBSCO a Google Scholar.

Abstrakt v AJ:

The aim of this review thesis "Radiological diagnostics of liver diseases" is to approach the use of modern radiodiagnostic methods in various liver diseases.

The findings for this thesis were taken from specialised medical literature and specialised medical articles both in Czech and English language. These articles were looked

up in these databases: Web of Science, MEDLINE, Medvik, EBSCO a Google Scholar.

Klíčová slova v ČJ:

ultrasonografie, ultrazvuková elastografie, výpočetní tomografie, CT, magnetická resonance, játra, nemoci jater, žlučník, jaterní cirhóza,

Klíčová slova v AJ:

ultrasonography, ultrasound elastography, computed tomography, CT, magnetic resonance, liver, liver diseases, gallbladder, liver cirrhosis

Rozsah: 55 Stran / 13 Příloh

OBSAH

ÚVOD	8
1. PROSTÝ SNÍMEK BŘICHA	11
2. ULTRASONOGRAFIE	12
2.1 Zobrazení v A-módu, B-módu a M-módu.....	12
2.2 Dopplerovská sonografie	13
2.2.1 Kontinuální dopplerovské systémy	14
2.2.2 Pulzní dopplerovské systémy	14
2.2.3 Barevné mapování průtoku	15
2.2.4 Barevné zobrazení energie průtoku	15
2.2.5 Dopplerovské zobrazení pohybu tkání	15
2.2.6 Duplexní + triplexní sonografie	16
2.3 Ultrazvukové vyšetření s kontrastní látkou – CEUS.....	16
2.4 Elastografie.....	17
2.4.1 Manuální elastografie.....	18
2.4.2 Elastografie pomocí radiační síly UZ paprsku.....	18
2.4.3 Vibrační Transientní elastografie.....	19
2.4.4 ShearWave Elastografie, Real time ShearWave Elastografie.....	20
3. VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE	21
3.1 Protokoly pro vyšetření jater.....	22
3.2 PET/CT.....	24
4. MAGNETICKÁ REZONANCE	25
4.1 Elastografie magnetickou rezonancí.....	26
5. ENDOSKOPICKÁ RETROGRÁDNÍ CHOLANGIOPANKREATIKOGRAFIE	27
6. INVAZIVNÍ ANGIOGRAFIE JATER	27
7. JATERNÍ BIOPSIE	28
8. HODNOCENÍ LÉZÍ PŘI VYŠETŘENÍ JATER	29
ZÁVĚR	36
Referenční seznam.....	37
Seznam zkratk.....	42
Přílohy.....	43

Úvod

Játra jsou největší vnitřní parenchymový orgán a hlavní orgán látkové výměny neboli metabolismu (Hořejší, 1992, s. 159). V embryonálním životě mají játra dokonce úlohu krve tvorby. Avšak schopnost krve tvorby mizí a při narození jsou v játrech ostrůvky pouze výjimečné (Brodanová et al., 1997, s. 389). Dělí se na dva laloky – větší pravý (lobus dexter) a menší levý (lobus sinister). Laloky jsou na brániční ploše odděleny peritoneální řasou, která se nazývá ligamentum falciforme hepatis. Běžná játra jsou tmavě červená. Jsou křehká a vytváří celistvou hmotu (Brodanová et al., 1997, s. 389). Uložena jsou intraperitoneálně v pravé horní části břišní dutiny. Mezi hlavní funkce patří syntéza, eliminace a detoxikace látek, podílí se na vstřebávání živin, vylučování a termoregulaci (Lukáš et al., 2007 s. 67-68). Produktem jater je žluč. Denní množství vytvořené žluči se pohybuje v rozmezí 600–800 ml. Její hlavní funkcí je významně se podílet na trávení lipidních (tukových) látek a cholesterolu (Ehrmann et al. 2003, s. 26-30). Krevní zásobení jater je dvojitý: portální, kdy je do jater díky v. portae přiváděná krev a druhé zásobení je arteriální a to z větve a. hepatica communis a a. hepatica propria. Krev, která se shromažďuje z jater třemi jaterními žilami, které proudí na zadní ploše jater do dolní duté žíly. V klidových podmínkách játry proteče 1/5 až 1/4 minutového volume. Játra využijí pouze menší polovinu kyslíku, než jim je poskytnuto (Brodanová et al., 1997, s. 389). Tkáň jater tvoří ze 60 % hepatocyty, což jsou parenchymové buňky a v dalších 25% - 30 % játra tvoří neparenchymové buňky tzv. Kupfferovy buňky. Ve zbylých procentech je jaterní tkáň tvořena endotelovými buňkami, epitelovými buňkami žlučových cest, Itoovými buňkami (hvězdčovitě buňky) a pit buňky (Lata et Vaňásek et al., 2005, s. 168). Důležitou roli hrají žlučové cesty. V těch často uvíznou konkrementy. Nitrojaterní žlučovody se spojují dohromady a vystupují z porta hepatis. Extrahepatální cesty (ductus hepaticus dexter et sinister) se spojí v 4 cm dlouhý ductus hepaticus communis. Spojením tohoto vývodu se žlučníkovým vývodem (ductus cysticus) vzniká ductus choledochus, který se spojí s ductus pancreaticus major a ústí na papilla duodeni major (Naňka et al., 2009, s. 165-166).

Onemocněním jater se zabývá hepatologie. Jaterní nemoci můžeme rozdělit do skupin zánětlivých onemocnění (virová hepatitida A, B, C, E, D, F, neviróvé hepatitidy, hepatitida EBV), choroby jater souvisejících s metabolismem (steatóza jater, vrozené a získané

choroby), onemocnění na podkladě toxického poškození (jaterní cirhóza, toxicita léky, chemickými látkami a otravy) a nádorová onemocnění jater (benigní a maligní).

K základním vyšetřovacím metodám jater řadíme prostý snímek, ultrasonografii, výpočetní tomografii a magnetickou rezonanci. V poslední době prostý snímek a kontrastní rentgenové vyšetření ztratily svůj význam (Nekula et al., 2005, s. 95).

Ultrasonografie neboli ultrazvuk je levná, dostupná diagnostická metoda. Její výhodou je možnost opakování této metody bez známek poškození orgánů ionizujícím zářením. Často využívanou metodou je tzv. Dopplerovská ultrasonografie, která poskytuje informace o cévním zásobování jater. Při detekci ložisek se využívá dynamická dvourozměrná ultrasonografie. Mezi nejmodernější sonografickou metodu patří vyšetření elastografie (Ehrmann et al., 2014, s. 61).

Během vývoje jiných diagnostických metod prostý snímek ztratil určitý význam. Nedokáže posoudit postižení jaterního parenchymu, může však prokázat přítomnost cizího tělesa v játrech (Nekula et al., 2005, s. 95).

Výpočetní tomografie je v dnešní době hojně využívaná zobrazovací metoda. Výhodou této metody je velká dostupnost, rychlost měření a zobrazení denzity tkáně. Indikace k vyšetření CT jater jsou nádorové a metastatické procesy v parenchymu jater. Perfúzní CT vyšetření zobrazuje cévní zásobení (Ehrmann et al., 2014, s. 62-63).

Magnetická rezonance je neinvazivní zobrazovací metoda. Její přednost je v zobrazení měkké tkáně. Na rozdíl od CT neprodukuje ionizující záření, a také tuto metodu můžeme využít u pacientů s alergií na kontrastní látku nebo u těhotných pacientek (Ehrmann et al., 2014, s. 63-65).

Cílem této bakalářské práce je:

- 1) Identifikovat moderní diagnostické metody jater.
- 2) Popsat metodiku daných vyšetření a kontrastních vyšetření.
- 3) Vymežit úlohu radiologického asistenta.

Základní otázky:

- 1) Jaké jsou moderní diagnostické vyšetřovací metody jater?
- 2) Jaký je princip těchto vyšetření?
- 3) Jaká je role radiologického asistenta při vyšetření?

Vstupní literatura, která byla použita k sepsání práce:

VOMÁČKA, Jaroslav. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Druhé, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 978-80-244-4508-3.

FERDA, Jiří. *Inovativní zobrazovací metody*. Praha: Galén, [2015]. ISBN 978-80-7492-186-5.

ELIÁŠ, Pavel. *Dopplerovská ultrasonografie*. Hradec Králové: Nucleus HK, 1998. ISBN 80-901753-5-X.

VÁLEK, Vlastimil a Jan ŽIŽKA. *Moderní diagnostické metody*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1996. ISBN 80-7013-225-6.

Pro tvorbu této bakalářské práce byly použity informace z databází Medvik, EBSCO, Google scholar, katalogy z knihovny ÚPOL a z vědecké knihovny v Olomouci.

Pro rešeršní činnost byla zvolena tato klíčová slova: játra(liver), ultrazvuk(ultrasonography), výpočetní tomografie (computed tomography, CT), magnetická rezonance (magnetic resonance, MR).

Po provedení rešeršní činnosti bylo dohledáno celkem 47 zdrojů z toho 31 knižních, 11 odborných článků a 5 internetových odkazů.

1. PROSTÝ SNÍMEK BŘICHA

Jedná se o vyšetření pomocí rentgenového přístroje. Ten je složen ze zdroje vysokého napětí, vysokonapěťových kabelů, stojanu, zobrazovacího zařízení a zdroje záření. Zdrojem záření je rentgenka. Jedná se o vakuovou trubici s dvěma elektrodami (katoda, anoda). Mezi katodou a anodou je přivedeno vysoké napětí (25–150 kV), které urychluje elektrony z katody. Vysoká energie elektronů dopadajících na anodu je přeměněna na Rentgenové záření.

V době posledních několika desetiletí ztratil prostý snímek břicha u vyšetření jater svůj význam (Nekula et al., 2005, s. 95). Slouží k prokázání cizích těles v játrech a zobrazení konkrementů ve žlučníku a žlučových cestách. Vhodnější indikací tohoto vyšetření je vyloučení NPB, fluidothorax, výskyt hladinek tenkého střeva nebo zvětšení pankreatu (Kala et al., 2009, s. 37-40).

Standartní postup při provádění prostého snímku je pomocí horizontálního paprsku. Horní hranicí snímku je bránice neboli *diaphragma* a spodní hranici tvoří stydká spona neboli *symphysis pubica*. Snímek se provádí ve stoje, kdy pacient doléhá svým břichem k desce vertigrafu. Centrální paprsek směřujeme do středu těla zhruba 3 cm nad hranu kyčelní lopaty. Druhou využívanou projekcí je tzv. Rieglerova projekce. „Pacient leží na levém boku na stole před stěnovou soupravou, centrální paprsek je nasměrován horizontálně a ortogonálně na střed kazety, 9cm nad horní hranu kyčle.“ Obě expozice se provádějí při výdechu pacienta (Seidl et al., 2012, s. 148).

Úlohou radiologického asistenta při pořizování prostého snímku břicha je správná edukace pacienta, znalost správné metodiky vyšetření a dbání na radiační ochranu pacienta a personálu.

2. ULTRASONOGRAFIE

Jedná se o vysokofrekvenční mechanické vlnění, kdy je frekvence větší než slyšitelný zvuk. Ultrasonografie nebo také sonografie je velice dostupná a rozšířená diagnostická metoda. Podstatou ultrasonografie je využívání odrazů vlnění od tkání s různou akustickou impedancí. Zdrojem vlnění je piezoelektrický krystal. Působením střídavého proudu dochází k deformaci tvaru krystalu. Opačný jev slouží k přijímání odražených signálů - tzv. ech. V lékařské diagnostice se používají frekvence 2-20 MHz k zobrazení měkkých tkání a tekutin. Použití kontaktního gelu na kůži je důležité z hlediska eliminace přítomnosti vzduchu mezi sondou a kůží pacienta (Heřman et al., 2014, s. 17). Nejčastěji využívané typy sond jsou sektorové, lineární a konvexní. Existují ovšem také sondy pro zobrazení hlubších struktur (2–5 MHz), pro zobrazení povrchněji uložených struktur (5–15 MHz) nebo sondy pro specifická vyšetření (např.: endorektální, transezofageální, intravaskulární...) (Heřman et al., 2014, s. 18).

Úlohou radiologického asistenta je kontrola osobních dat pacienta a uložení pacienta na vyšetřovací lůžko. Samotné vyšetření provádí lékař, ovšem v některých zemích (USA, Kanadě nebo Austrálii) existují speciálně školený nelékařský personál k ultrazvukovému vyšetření (Tribune, 2007).

Struktury, které jsou zobrazené při ultrasonografickém vyšetření jater můžeme roztřídit do čtyř skupin: a) jaterní parenchym a jeho změny, b) ložiskové procesy, c) žlučník a žlučovody a d) cévní řečiště. Ultrazvukové vyšetření nám reprezentuje screening ložiskových změn, jejichž charakter vyžaduje znázornění i v dalších zobrazovacích metodách. V definici vyšetřovacích metod jater, díky své neinvazivnosti a nenákladnému provozu, je sonografie na první příčce z instrumentálních a zobrazovacích metod (Kaláb et Chmel et Červinka et Mareček et Kordáč., 1985, s. 509).

2.1 Zobrazení v A-módu, B-módu a M-módu

A – mód (amplitude) je jednoduchý jednorozměrný obraz. Po odražení vln registrujeme na sondě tzv. amplitudy (výchylky). Poloha amplitudy je dána místem odrazu a

velikosti výchylky odražené energie. Odrazy registrované sondou jsou na zobrazeny jako impulzy na časové ose. V dnešní době se využívá hlavně v oftalmologii (Sedlár et al., 2013, s. 40).

B – mód (brightness mode) je základním používaným vyšetřením při diagnostice jaterních lézí (Seidl et al., 2012, s. 175). Jedná se o dvourozměrné zobrazení, kdy se odražené vlny převádí do 256 odstínů šedi (Seidl et al., 2012, s. 41). V závislosti na intenzitě odrazu je každému echu přiřazen stupeň šedi. Při popisu těchto odrazů se setkáváme s termíny HYPERECHOGENNÍ – na obraze světlejší, např.: konkrementy, HYPOECHOGENNÍ – na obraze tmavší, např.: měkké tkáně, ANECHOGENNÍ – na obraze černá, např.: tekutiny a IZOECHOGENNÍ – stejně odrazivé (Heřman et al., 2014, s. 18.).

M – mód (motion) je zobrazení A-módu v čase. To znamená, že zobrazované impulzy na časové ose se neustále překreslují. Nejvíce využívá se v echokardiografii (Sedlár et al., 2013, s. 47).

2.2 Dopplerovská sonografie

Dnes velmi rozšířené vyšetření využívající stejnojmenný jev. Při tomto jevu dochází ke změně frekvence vlnění při odrazu od objektu, který je v pohybu (Nekula et al., 2005, s. 17). Technicky lze tento jev také vyjádřit takto: jestli že se objekt odrážející vlnění (reflektor) pohybuje směrem k sondě, je frekvence odražené vlny vyšší než vysílané. Pokud se objekt pohybuje od sondy, je naopak frekvence odražené vlny nižší. Rozdíl mezi vlnami označujeme jako Dopplerův posuv. Reflektory v krvi jsou erytrocyty, ty nám umožňují měřit rychlost krevního toku (Palmer et al., 2000, s. 23).

Existují tři typy záznamu. První je pomocí spektrální křivky, která poukazuje závislost krevního toku v čase. Druhou je barevný záznam. Zde se jedná o metodu, kdy na pozadí B – módu jsou pomocí barev (červenožlutá, modrozelená) zobrazeny pohybující se objekty (Nekula et al., 2005, s. 17). Posledním záznamem je akustický záznam. Jedná se o rozdíl frekvencí v dopplerovském posuvu. Ten spadá do frekvencí slyšitelného zvuku, což nám jej umožňuje zaznamenat (Hrazdira et al., 2005, s. 14). Používáme dvě hlavní metody

Dopplerovské ultrasonografie. První je pomocí tzv. pulzní vlny a druhá pomocí kontinuální vlny.

2.2.1 Kontinuální dopplerovské systémy

(Continuous wave – CW)

Kontinuální znamená, že ultrazvukové vlny jsou vysílány nepřetržitě. Soudy těchto systémů tvoří dva měniče. Jeden neustále vysílá vlnění a druhý přijímá odražené vlnění. Výhodou tohoto systému je měření jakkoliv velkých rychlostí bez zkreslujících artefaktů (Eliáš et Žižka, 1998, s. 24-25). Nevýhodou je špatná rozlišitelnost odražených vln z různých hloubek, proto se využívá k měření povrchových cév (Sedlář et al., 2013, s. 45).

2.2.2 Pulzní dopplerovské systémy

(Pulsed wave – PW)

Již podle názvu systému se pracuje pouze s jedním měničem, který vysílá signály ve formě pulzů. Četnost pulzů je dána opakovací frekvencí. Doba potřebná k opakování pulzu je dána dobou, kdy vyslaný pulz se odrazil od měřeného místa a vrátil se zpět k měniči (Sedlář et al., 2013, s. 43). Hlavní výhodou je možnost určit přesnou hloubku, ze které odražený pulz vyšel a díky tomu možnost měřit tok krve v konkrétní cévě. Nevýhodou systému je existence tzv. Nyquistova limitu. Tento limit udává maximální měřitelnou rychlost pohybu a při překročení dochází ke zkreslení (aliasing). Projeví se chybně jako tok s opačným prouděním (Eliáš et Žižka, 1998, s. 25-26; Palmer, 2000, s. 24; Sedlář et al., 2013, s. 44). Při překročení o více, než 4 m/s nelze zkreslení odstranit (Hrazdira et al., 2008, s. 16).

2.2.3 Barevné mapování průtoku

(Color Doppler Imaging – CDI, Color Flow Mapping – CFM)

Jde o dvourozměrné zobrazení B-módu s barevně vyznačenými informacemi o toku v cévách. Barva udává informace o směru a rychlosti toku. Předností je jednoduchá a velmi rychlá identifikace cévy, určení směru a rychlosti toku podle odstínu barvy. Mezi nevýhody patří špatná citlivost při pomalém toku a velká výpočetní náročnost (Sedlář et al., 2013, s. 45-46; Hrazdira, 2008, s. 17).

2.2.4 Barevné zobrazení energie průtoku

(Color Power Doppler – CPD)

Princip je založen na určování energie signálu (tzv. amplitudy), kdy je každá amplituda vyjádřena odstínem nejčastěji oranžové barvy. Princip vyjadřuje množství erytrocytů, pohybujících se v měřeném místě, přičemž nesledujeme rychlost ani směr jejich pohybu. Pozitivum metody je vysoká citlivost k měření pomalých toků (využití k měření perfúze orgánů) a nedochází k aliasingu (zkreslení). Jako negativum se objevuje chybějící informace o směru toku. Tento problém se snaží odstranit relativně nová metoda Směrový energetický doppler (Directional Power Doppler – DPD) (Hrazdira, 2008, s. 18; Hrazdira, 2011, s. 29; Eliáš et Žížka, 1998, s. 30; Sedlář et al., 2013, s. 46-47).

2.2.5 Dopplerovské zobrazení pohybu tkání

(Doppler Tissue Imaging – DTI)

Metoda zobrazuje barevně pohyb tkání. Při tom jsme schopni získat informace o rychlosti a směru pohybu tkání. Využívá se nejčastěji v kardiologii, angiologii a možné využití je i v ortopedii (Hrazdira, 2008, s. 19).

2.2.6 Duplexní +Triplexní sonografie

Při duplexní ultrasonografii se jedná o zapojení B-módu společně s barevným mapováním toku. Pokud ještě současně připojíme spektrální záznam, hovoříme o sonografii triplexní (Vomáčka et al., 2012, s. 39).

2.3 Ultrazvukové vyšetření s kontrastní látkou – CEUS

(contrast enhanced ultrasonography)

Je docela nový možný způsob pro diagnostiku postižení parenchymových orgánů dutiny břišní. Avšak nejširší vývoj postřehla v diagnostice jaterních lézí. Zvýšení dopplerovského signálu při aplikaci fyziologického roztoku IV poprvé popsal v roce 1968 Gramiak a Shah. Podstata věci byla objasněna až v roce 1980 Meltzerem a jeho spolupracovníky. Vývoj kontrastní ultrasonografie umožnilo technické zlepšování přístrojů a zlepšení ultrazvukových kontrastních látek (Eliáš et Žižka et al., 1998, s. 24-63).

Základním technickým specifikem tohoto vyšetření je kontrastní látka. Kontrastní látky můžeme rozdělit do tří skupin. První skupinu nám tvoří kontrastní látky s intrakavitálním použitím (Ungermann et al., 2009, s. 35). Druhá skupina kontrastních látek je s intravaskulární aplikací a poslední skupinu tvoří orgánově specifické KL (Eliáš et Žižka et al., 1998, s. 24-63). Ultrasonografické KL jsou ve formě stabilizovaných plynových mikrobublin (Mechl et al., 2018, s.175). Tyto mikrobubliny, které rezonují s dopadajícím ultrazvukovým vlněním a díky tomuto se zvyšuje počet odrazů, které jsou snímány krystalem sondy (Eliáš et Žižka et al., 1998, s. 24-63; Ungermann et al., 2009, s. 35). Jejich velikost je 2-4 μm a bez problémů projdou veškerými kapilárami a zvyšují echogenitu proudící krve. KL je aplikována intravenózně a účinek je pouze po dobu několika minut, proto se jedná o poměrně krátké vyšetření. Mikrobubliny se plicemi postupně eliminují z těla (Seidl et al., 2012, s. 80). Podle časové stálosti se mikrobublinové KL rozlišují do tří skupin. První skupinu tvoří mikrobubliny, které vydrží pouze několik sekund. Základním představitelem KL první skupiny je protřepaný fyziologický roztok. Po přimíchání dalších přísad, především cukerného nosiče a stabilizátoru, se životnost mikrobublin protáhla na několik minut. Tyto déle žijící mikrobubliny tvoří druhou skupinu. Kvůli technickému pokroku ultrazvukových přístrojů splývá třetí skupina s druhou. Protože z tohoto kvalitativního vzestupu vyplývá, že

příležitost zachycovat zvýšenou odráživost struktur i při dvourozměrném zobrazení. (Ungermann et al., 2009, s. 35).

Několik studií prokázalo vyšší senzitivitu lézí ve srovnání s CT nebo MR vyšetřením, které bylo považováno za nejlepší diagnostickou metodu vyšetření jater. Vzhledem k vysoké přesnosti metody nemusí dojít k indikaci CT vyšetření a tím pádem dochází k ochraně pacienta před ionizujícím zářením. Další výhodou je ekonomická nenáročnost tohoto vyšetření (Mechl et al., 2018, s. 176).

2.4 Elastografie

Jedná se o neinvazivní diagnostickou metodu, která je založena na popisu odolnosti látky vůči působení silové námaze. Tedy základem elastografických metod je navození deformace tkáně, kterou vyšetřujeme díky energetickému impulzu. Tento impulz může být buď mechanického rázu př: vibrátor-tranzientní elastografie a nebo silný ultrazvukový impulz, který se zaměřuje do rozdílných úrovní tkání (Špičák et al., 2017, s. 276). Důležitým aspektem jsou mechanické vlastnosti tkání. Do těch řadíme: pevnost, pružnost (elasticita), tvárnost (plasticita) a vazkost (viskozita) (Sedlár et al., 2013, s. 110–111). Výsledkem je zobrazení v B-módu překryté barvami podobně jako u dopplerovského vyšetření. Více stlačitelné tkáně (elastické a méně tuhé) jsou zbarveny do modrých odstínů, a naopak méně stlačitelné (méně elastické a tuhé) jsou v odstínech červené barvy (Bercoff et al., 2008, s. 5). Zprvu se vysílají klasické ultrazvukové čtecí impulzy s frekvencí dílčích impulzů 2-5 MHz a při opakování 50x za jednu sekundu. Následuje poslání energetického impulzu, v jehož důsledku způsobí deformaci a posuny v tkáních o 1-20 μm . Deformovaná tkáň vytvoří příčné vlny, které se rozšiřují v celé tkáni a které se pod úhlem 90 stupňů směřují k prvotnímu impulzu. K zaznamenání a vyobrazení vytvořených příčných vln je povinná přítomnost dostatečné frekvence klasických čtecích ultrazvukových signálů, která se pohybuje v rozmezí mezi 5000 a 20000 Hz. Výsledkem elastografie může být pozměněný A-mode nebo B-mode. Obraz, který je překrytý barevnou mapou (Špičák et al., 2017, s. 276).

V poslední době byly usilovně hodnoceny elastografické metody pro zhodnocení postupu jaterního onemocnění. U veškerých elastografických metod (TE, bodová elastografie

a 2D SWE, MRE) je vysoká opakovatelnost s intra- a interobservační shodou a veškeré metody umí opravdu spolehlivě rozeznat významnou fibrózu jater a jaterní cirhózu. Použití každé metody je tedy spíše na místní dostupnosti. Tyto metody jsou rovněž vhodné pro pozorování vývoje určitého jaterního onemocnění. Buď ústup nebo pro potvrzení zhoršení jaterního onemocnění (Špičák et al., 2017, s. 283).

2.4.1 Manuální elastografie

(Strain Stress)

Jedná se o první generaci zobrazení elastografie. Jde o statickou elastografii kdy sonda stlačuje a následně uvolňuje tkáň. Následným porovnáváním za sebou jdoucích snímků ultrazvukový přístroj vypočítá vzájemné vzdálenosti odrazů a pomocí barevného kódování obrazu vykreslí elasticitu v ROI (zvolená oblast zájmu). Důležitou roli hraje zručnost a zkušenost vyšetřujícího. Vyšetřujícího navádí určitý obrazec (tzv. „magické oko“), které udává jak rychle a silně stlačovat tkáň vyšetřované oblasti. Tato vyšetřovací metoda se vyznačuje velkým množstvím artefaktů, není kvantitativní a není dobře reprodukovatelná (MEDTA, 2011).

2.4.2 Elastografie pomocí radiální síly UZ paprsku

(Acoustic Radiation Forced Impulse – AFRI)

Ke kompresi tkáně se využívá akustických pulzů generovaných UZ sondou (Dvořák, 2018, s.899). Radiální síla má směr šíření paprsků a velikost této síly přibývá s rostoucí intenzitou UZ vln. Nejvyšší hodnotu dosahuje v tzv. „fokusační zóně“. K měření posunů je zapotřebí velmi intenzivního pulzu. Toto měření zajišťují zobrazovací pulzy vyslané před a po kompresi tkáně (Sedlár et al., 2013, s. 119). Rozlišujeme dva typy tohoto vyšetření. Konkrétně **AFRI Virtual touch tissue imaging** a **AFRI Touch Quantification** (MEDATA, 2011). V porovnání s tranzistní elastografií mají tyto dvě metody přínos v integraci od

klasických ultrazvukových přístrojů. Po zvětšení programového zařízení a při koupi kombinované sondy můžeme dělat vyšetření tuhosti jater a klasickou břišní sonografií identickou sondou. Oblast, kterou chceme podrobit měření může být umístěna mírně mimo cévy většího průsvitu nebo žlučníku. U bodové elastografie je okruh vyšetřované tkáně poměrně malý, zhruba 1 x 0,5 cm. U 2D elastografie si velikost můžeme zvolit podle našich potřeb. Běžně se velikost pohybuje kolem 2 x 2 cm a můžeme jí umístit kdekoli v námi vyšetřovaném okruhu. Současně máme tu možnost srovnávat parametry ze dvou ROI oblastí. Měření by se mělo provádět minimálně 1 cm od okraje kapsuly jater v pravém jaterním laloku (Špičák et al., 2017, s. 277).

2.4.3 Transientní elastografie (TE)

Transientní elastografie byla první komerčně dostupnou elastografickou metodou vynalezenou pro měření tuhosti jater. Jako zdroj energie je používán mechanický vibrátor (Špičák et al., 2017, s. 276).

Metoda kdy tuhost tkáně je měřena pomocí vibrační vlny (Dvořák, 2018, s.899). Vibrační vlna je vytvořena vibrátorem o frekvenci 50 MHz. Přístroje k měření pomocí této metody mají speciální softwarovou úpravu (Ehmrann et al., 2010, s. 396). Nejčastěji se využívá při vyšetření parenchymu jater. Vyšetřuje se tkáň ve tvaru válce o průměru 1 cm a výšce 4 cm. Provede se 10 měření a vyhodnotí se medián v kPa. Výsledkem je hodnota tuhosti tkáně (Aiglová, 2012, s. 303). Nevýhodou tohoto systému je omezené použití u pacientů s nadváhou (BMI větší než 25), cholestázou, ascitem či hromaděním krve v játrech a neschopnost zobrazit tkáň v B-módu (Ehrmann et al., 2010, s. 396; Mírka et al., 2010, s. 49). Avšak výhodami této metody je snadná obsluha, dobrá reprodukovatelnost, znamenitá diagnostická přesnost pro vyloučení cirhózy jater a tímto se jedná o nejčastěji používanou metodu (Špičák et al., 2017, s. 280).

2.4.4 ShearWave Elastography, Real time ShearWave Elastography (SWE, RT SWE)

Jedná se o vyšetření, kdy je princip založen na měření rychlosti příčných střižných vln (shear waves). Patent metody má na starost výrobce SuperSonic Imagine. Využívá se přechodných pulzů, které generují příčné vlnění v těle. To se šíří celým objemem tkáně. Důležitým aspektem je, že se šíří pouze v pevném prostředí a závisí na elastických vlastnostech a hustotě tkání (ta je dosazována jako konstanta, viz. TAB 1). Příčné vlny jsou mechanicky vyvolány stlačením tkáně (Dvořák, 2018, s. 899). UltraFast zobrazení je podmínkou pro správné vyšetření a dovoluje nám sledovat šíření příčných vln tkání. Pro zachycení těchto vln je zapotřebí 100krát větší frekvence než při klasickém UZ vyšetření. Maximální snímkovací frekvenci udává čas, za který vyslaná vlna se navrátí zpět k sondě (Bercoff, 2008, s. 6). Hlavními přednostmi jsou možnost zobrazení v reálném čase, přesná detekce a lokalizace milimetrových lézí, nezávislost metody na schopnostech vyšetřujícího (kompresi tkáně provádí přístroj). Velkým negativem je nutnost zobrazení v režimu UltraFast a s tím spojená náročnost technologického vybavení UZ přístroje (Sedlář et al., 2013, s. 123).

Další metodou elastografie je pomocí Magnetické rezonance. Tato metoda bude popsána v kapitole 4.

3. VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE (CT)

Postupem času se stalo CT nenahraditelnou zobrazovací metodou. Jde o metodu s excelentní prostorovou zobrazovací schopností, se kterou jsme následným postprocesingem (zpracování dat) schopni vytvořit 3D i 4D obraz vyšetřované tkáně. V dnešní době se využívá technika MDCT neboli multidetektorová výpočetní tomografie. Naprostým základem tohoto vyšetření je technika spirálního (helikálního) zobrazování. Jde o systém, kdy rotuje rentgenka a detektor (Vomáčka et al., 2012, s. 42). Rychlost vyšetření je vyjádřen PITCH FAKTOREM. Jde o poměr vyjadřující rychlost posunu vyšetřovaného stolu k jedné otáčce rentgenky s detektory. Čím větší Pitch Faktor tím rychleji vyšetření proběhne (Ferda et al., 2002, s. 26-27). Nejmodernější CT přístroje mají až 128 řad detektorů, přičemž v jedné řadě je i 1000 detektorů. Z důvodu velkého vyřízení přístroje je rentgenka vyrobena ze sloučeniny gadolinia a kadmia. Výhodou tohoto použití je zkrácení doby vyšetření, menší množství artefaktů, a možnost podání menšího množství kontrastní látky (Nekula et al., 2014, s. 34). Technickým vybavením se stává vyšetřovací tunel (gantry) s posuvným stolem, pracovní stanice s monitorem (workstation) a přídatná zařízení jako je např. tlakový injektor nebo PACSová stanice. (Vomáčka et al., 2012, s. 43).

Nejvýznamnější roli u MDCT hraje zpracování dat neboli postprocessing. To znamená že vyšetření pacienta může být doplněno o další řadu obrazů přímo na pracovních stanicích. Pokud hovoříme o základních postupech, jedná se multiplanární rekonstrukce (MPR). Pomocí softwarového vybavení mohou být tyto rekonstrukce doplněny například o 3D obraz (Vomáčka et al., 2012, s. 42-44). Digitální obraz tvoří matice bodů (512 x 512). Využívá se vlastnost absorbovat záření diferencovaně v tkáních s různým složením. Matematicky můžeme vyjádřit tuto denzitu v Hounsfieldových jednotkách (HU) v rozmezí -1000 HU až +3096 HU. Na CT obrazu se nám vykreslí obraz ve stupních šedi. Lidské oko má schopnost rozeznat pouze malé množství odstínů šedi (zhruba 16 stupňů) a proto pracujeme s vybranými částmi této škály tzv. okny. Je nutnost pracovat s jistou šíří denzit a jejich středem. Příklady základních oken můžeme najít v tabulce č.2 v příloze (Vomáčka et al., 2012, s. 42; Heřman et al., 2014, s. 22). Samotné vyšetření začíná TOPOGRAMEM. Ten je proveden před začátkem vyšetření a vymezuje vyšetřovanou oblast. Při provádění topogramu se rentgenka s detektory neotáčí okolo pacienta a snímek je prováděn v AP, PA nebo laterální projekci (Seidl et al., 2012, s. 47-48). Po vymezení topogramu následuje samotné vyšetření

pomocí softwarově přednastavených protokolů a základem práce radiologického asistenta je znalost indikací a vyšetřovacích protokolů (Vomáčka et al., 2012, s. 45).

Úlohou radiologického pracovníka je kontrola dokumentace pacienta a provedení samotného CT vyšetření. Edukuje pacienta o odložení kovových předmětů a nechá pacienta podepsat informovaný souhlas s vyšetřením (obsahuje informace o graviditě, nežádoucích účincích KL apod...), který musí být řádně podepsán. Při vyšetření pomocí KL zavede nitrožilní kanylu a připojí k tlakovému injektoru. Po ukončení vyšetření s KL posadí pacienta na 20 minut do čekárny z důvodu zamezení nežádoucích alergických reakcí.

3.1 PROTOKOLY PRO VYŠETŘENÍ JATER

1) NATIVNÍ ZOBRAZENÍ BŘICHA A RETROPERITONEA

Jde o vyšetření bez podání kontrastní látky. Rozsah vyšetření je vrchol bránice až ke spodní hraně symfýzy. Šíře okna je 350 HU, střed je 50 HU a při rekonstrukci použijeme algoritmus na měkké tkáni. Použité napětí je rovno hodnotě 120 kV a součin proudu a času je v rozmezí 100-150 mAs. Indikací vyšetření může být alergie na kontrastní látku, výchozí zobrazení pro hodnocení rozdílu mezi nativním a kontrastním vyšetřením. Nativní zobrazení se indikuje jen výjimečně a nejčastěji se používá vyšetření s kontrastní látkou (Ferda et al., 2009, s. 146-147).

2) VÍCEFÁZOVÉ VYŠETŘENÍ

Pro přesnou diagnostiku je vícefázové vyšetření nezbytné. Vyšetření je spojeno s intravenózní (i.v.) aplikací kontrastní látky (KL) (Vomáčka et al., 2012, s. 93). Jejich hlavní složkou je jód (chem. zn. I). Největším problémem při použití kontrastního vyšetření jsou nežádoucí reakce na tyto látky. Y se dělí na chemotoxické a alergoidní.

Chemotoxická reakce je přímé ovlivnění daného orgánu. Vyšetřovaný může pociťovat horko, nauzeu, která často může být doprovázena zvracením. Závažnost reakce závisí na

množství podané látky, proto mezi hlavní zásady patří vždy podat co nejmenší možné množství KL a dostatečná hydratace pacienta.

Alergoidní reakce vzniká na nezávislém množství podané KL a může vzniknou i při prvním podání bez předchozí senzibilizace. Tento typ reakce nastupuje v rámci několika minut po podání KL. Je možno je rozdělit do tří skupin, a to konkrétně s lehkou závažností, kdy vyžadují pouze dohled lékaře, s těžkou závažností a anafylaktický šok. Při těžké závažnosti dochází k hypotenzi, tachykardii, bronchospazmu, edému plic nebo ke křečím. Anafylaktický šok je nejmáňší typ této reakce. Nástup reakce je téměř okamžitý a vyšetřovaný je přímo ohrožen na životě. Může nastat i zástava srdce, kdy je potřeba kardiopulmonální resuscitace. Incidence těchto reakcí je však velmi malá 0,2-0,7 % (Heřman et al., 2014, s. 34).

Důležitou roli radiologického asistenta je znalost zásad podání kontrastních látek. Mezi ty nejdůležitější patří správná edukace pacienta o podání KL, zajištění dostatečné hydratace (per os nebo i.v.) a premedikace pacienta. Při samotném vyšetření je hlavní zásadou sledovat pacienta po celou dobu vyšetření (Heřman et al., 2014, s. 35).

Vícefázové vyšetření se tedy provádí pomocí kontrastní látky o objemu 80-100 ml a průtok je 4-5 ml/s. Vyšetřovací okno je stejné jako u nativního vyšetření i se stejným středem okna. Napětí je 80 kV, 120 kV nebo 140 kV a součin proudu a času je 80 mAs, 150mAs nebo 350 mAs. Používá se algoritmus pro rekonstrukci měkkých tkání. První fáze (arteriální) se provádí zhruba za 30 vteřin po podání kontrastní látky. Druhá fáze (portální) je 60 vteřin po aplikaci KL. Třetí fáze (intersticiální, plnicí) je 1-2 minuty po aplikaci KL a nejlepší je k prokázání hemangiomu. Jako poslední fáze se může provádět tzv. odložená fáze za 20-30 minut (Ferda et al., 2009, s. 148-153; Vomáčka et al., 2012, s. 93). Největším problémem a nevýhodou vícefázového vyšetření je vysoká míra ozáření pacienta. Při použití 4 fází dávka odpovídá 300 klasických snímkům plic. Moderní přístroje mají k dispozici software (volumetrie, analýza perfuzního zobrazení), který je schopen pomoci lékařům v cílené diagnostice (Vomáčka et al., 2012, s. 93). Kontraindikací vyšetření souvisí s kontraindikací podání KL. Mezi ty patří předešla alergická reakce na kontrastní látku, porucha funkce ledvin nebo jater, mnohočetný myelom, tyreotoxikóza a léčba radioaktivními izotopy jódu (Heřman et al., 2014, s. 35).

3.2 PET/CT

Hybridní vyšetření, kdy dochází k fúzi (spojení) obrazů nukleárního přístroje (PET) a radiodiagnostického (CT). Vyšetření umožňuje akvizici dat během jediného vyšetření (Mysliveček et al., 2007, s. 46). Jde o nejpřesnější diagnostickou metodu nádorů GIT a jejich metastáz. Radiofarmakem nejčastěji bývá Fluorodeoxyglukóza (^{18}F FDG), která aktivně proniká a je snadno detekována PET přístrojem. CT slouží k přesné lokalizaci lézí. Spojením obou obrazů dostaneme přesnou a ideální diagnostickou metodu (Vomáčka et al., 2012, s. 93).

4. Magnetická rezonance (MR)

Magnetická rezonance je neinvazivní vyšetřovací metoda, která se začala používat na konci 70. let 19. století. Metoda je založena na rozdílných magnetických vlastnostech jader atomu. Technologický vývoj zajistil, že se magnetická rezonance používá jako rutinní zobrazovací metoda moderní medicíny (Válek et al., 1996, s. 5). Pacientem, který se nachází v silném magnetickém poli, se následně vyšle radiofrekvenční impuls. Po ukončení vyslaného impulsu se snímají signály produkované jádry atomu těla pacienta (Nekula et al., 2007, s. 7).

Magnetická rezonance rozlišuje tři typy magnetu: permanentní, supravodivý a odporový. Permanentní vytváří pole o velikosti 0,3 Tesla. Supravodivé magnety se ukládají do kapalného helia kvůli dosažení nízké teploty. Odporové magnety jsou klasické elektromagnety a pole je vytvářeno pomocí elektrického proudu. Důležitou součástí magnetické rezonance jsou cívky (volumové, gradientové, vyrovnávací a povrchové). Volumové cívky vysílají elektrický impuls a také přijímají signál. Gradientové slouží k určování prostorových informací o rozložení protonu ve tkáních. Vyrovnávací cívky slouží k vyrovnání nehomogenit v magnetickém poli. S povrchovými cívkami pracuje obsluha MR a slouží jako přijímač signálu dané vyšetřovací oblasti. Tyto cívky jsou přikládány k povrchu těla pacienta. Například hlavová cívka, cívka pro vyšetření břicha a hrudníku, heat and neck speciální cívka... (Nekula et al., 2007, s.21-23).

Vyšetření může provázet podání kontrastní látky. Pro magnetickou rezonance se nejčastěji používají gadoliniové KL. Tyto látky jsou vylučovány ledvinami. Existují také speciální kontrastní látky (např. Primovist), které rozlišují procesy s obsahem a neobsahují jaterní buňky (Heřman et al., 2014, s. 36). Podání gadoliniové kontrastní látky nese riziko ve formě vzniku nefrogenní systémové fibrózy a renální insuficience. Před aplikací KL se doporučuje dostatečná hydratace a aplikujeme jen potřebné množství KL aby byla dosažena dostatečná diagnostická informace. V případě snížené funkce ledvin se odebírá hodnota kreatinu (Mechl et al., 2010, s. 74-75).

Obrovskou roli hraje radiologický asistent při kontrole pacienta. Ten musí být poučen, zda v těle nemá feromagnetický kov (kardiostimulátor, kochleární implantát...). Pacientům trpícím klaustrofobií, po dohodě s lékařem, může aplikovat zklidňující léky. Při vyšetření s

KL pacientovi zavede kanylu a připojí k tlakovému injektoru. Pro pohodlí pacienta poskytne sluchátka od eliminace hluku z cívek MR.

4.1 Elastografie magnetickou rezonancí (MRE)

MRE je v souvislosti s klasickým vyšetřením jater magnetickou rezonancí na 1,5T nebo 3T přístroji. Generátor mechanických vln je lokalizován na břicho vyšetřovaného a rychlost pohybu příčné vlny je zobrazována metodou fázového kontrastu. Nejčastěji se dělá pět sagitálních řezů pravého jaterního laloku s tloušťkou 4 mm (Špičák et al., 2017, s. 277-278).

Hodnotí se elastické vlastnosti tkáně na základě šíření shear waves (střížné vlny). Ty vznikají jako odezva na nízko frekvenční mechanické vlny a jsou vytvářeny pomocí pneumatických, akustických nebo jiných zařízení. Obraz obsahuje informace o rychlosti šíření střížných vln a pomocí matematických výpočtů se vytvoří tzv. elastogram. Během vyšetření pacient zadržuje dech z důvodu znehodnocení obrazu pohybovými artefakty, které vznikají při dýchání. Výhodou MRE je možnost 3D zobrazení a nezávislost na obratnosti vyšetřujícího. Nevýhodou je vysoká cena vyšetření a omezená dostupnost přístrojů MRE (Sedlář et al., 2013, s. 123-125). Metoda MRE v posledních letech dosahuje v některých ohledech lepších výsledků než ultrazvuková elastografie. Neproveditelnost vyšetření je velmi nízká cca pouze 6 % a z velké části je příčinou klaustrofobie pacienta, nízký jaterní signál v důsledku přebytku železa nebo obezitou pacienta, kvůli které se nemocný nemůže vejít do MR přístroje. (Špičák et al., 2017, s. 278).

Při postižení jaterní tkáně steatofibrózou, steatózou, difuzním procesem, apod. dochází ke snížení elasticity jaterního parenchymu (Ehrmann et al., 2010, s. 60-61). Vyšetření zobrazují fibrotické změny v celých játrech. Elasticita je vyjádřena v kPa. Vyšetření můžeme provést u pacientů do 150 kilogramů (Aiglová, 2012, s. 303).

5. Endoskopická retrográdní cholangiopankreatikografie (ERCP)

Jde o metodu kombinace endoskopické metody s rentgenologickou metodou. Provádí se k zobrazení žlučových cest a je možné jej využít k následné terapii (Ehrmann et al., 2008, s. 19-24). Jedná se o invazivní metodu, která je díky spojením dvou diagnostických metod, nejlepší v diagnostice nádorových onemocnění pankreatu a žlučových cest (Holubová et al., 2013, s. 90). Při této metodě je skioskopicky nasondovaná Vaterská papilla a pomocí endoskopu je kontrastní látkou nastříknut pankreatický vývod a žlučové cesty. Hlavním bonusem metody je možnost terapie žlučových cest (odstranění kamenů, zavádění stentů..) (Nekula et al., 2005, s. 84, 100).

Magnetická rezonanční cholangiopankreatikografie (MRCP) je další možností způsobu vyšetření. Jde o neinvazivní metodu vyšetření bez aplikace kontrastní látky. Metoda spočívá v tzv. Hydrografii, kdy se využívá vysokých T2 vážených obrazů. Ty zobrazí vysoký signál vody v místě jejího slabého proudění (Nekula et al., 2007, s. 64). MRCP může nahradit ERCP vyšetření, ovšem ERCP má výhodu v možnosti odběru (biopsie) a terapie (Armstrong et al, 2013, s. 194).

6. Invazivní angiografie jater

Vyšetření se provádí na speciálně vybavených operačních sálech pomocí skioskopického C – ramena při aplikaci kontrastní látky do a. hepatica (Heřman et al., 2014, s. 16). Nejčastěji používána technika se nazývá subtrakční angiografie. Její princip spočívá v počítačové subtrakci (oddělení) snímku bez KL od snímku po aplikaci kontrastní látky (Vomáčka et al., 2012, s. 62). Používá se jodová kontrastní látka. Při alergii na jód nebo renální selhání se využívá gadoliniová KL, která je cenově dostupnější (Cihlář et al., 2007, s. 434).

7. Jaterní biopsie

Pomocí bioptické jehly provedeme odběr jaterní tkáně za pomoci UZ, CT nebo MR kontroly. Tato invazivní metoda je bezpečná a bez vážných komplikací. Existují dvě základní metodiky vyšetření. První je metoda aspirace, kdy pomocí podtlaku ve stříkačce nasajeme jaterní buňky. Druhá je pomocí Core-Cut jehel s větším průměrem. V tomto případě se odebírá kousek jaterní tkáně. Odebraný vzorek je poslán do laboratoře na histologické a cytologické vyšetření. Výhodou biopsie pomocí ultrazvuku je možnost kontrolování vyšetření v reálném čase. Dalším kladem je možnost terapie, kdy pomocí alkoholu nebo termoablace jsme schopni zničit ložiska (Ferda et al., 2015, s. 65; Vomáčka et al., 2012, s. 147).

8. Hodnocení lézí při vyšetření jater

Zvětšená játra

Zvětšená játra mohou být průkazem onemocnění jako jsou např. srdeční selhání, hepatitida, jaterní cirhóza, steatóza jater nebo hepatomegalie. Při ultrazvukovém vyšetření jater zaznamenáváme echogenitu homogenně. U srdečního selhání se projeví rozšířené jaterní žíly a při dýchání dolní dutá žíla zůstává neměnná. Při akutní hepatitidě se neobjeví na ultrazvuku žádné specifické známky onemocnění, avšak játra mohou být zvětšená. Vyšetření slouží jako pomocné při určení příčin ikteru. Hepatomegalie se projeví taktéž zvětšením jater společně s splenomegalií. Pokud hovoříme o cirhóze, chronické hepatitidě a steatóze jater jsou zvětšená játra nehomogenní a bez ložiskových změn. Pokud zde najdeme echogenní ložiska mohou být játra postižená mnohočetnými abscesy, lymfomy, hematomy nebo metastázemi (Breyer et al., 2000, s. 92-96).

Malá svraštělá játra

Jsou průkazem pro mikronodulární cirhózu s poškozenými žilami a zvýšenou echogenitou. Vnitřní část portální žíly je normální nebo zúžená a vnější část má rozšířenou stěnu. V některých případech může být ultrazvukový obraz v normálu (Breyer et al., 2000, s. 96).

Steatóza jater

Lidově se steatóze říká ztukovatění jater. Na ultrazvukovém obraze se projeví jako difuzně zvýšená echogenita parenchymu jater, která se porovnává s ledvinovým parenchymem (Hofer et al., 2005, s. 73). Na ultrazvukovém obraze se steatóza projeví jako zvětšená játra (Heřman et al., 2014, s. 140).

Při CT vyšetření se na obraze projeví snížená denzita jaterního parenchymu a zvýšená denzita jaterních cév (hlavně véna portae). Při podání KL se denzita zvýší maximálně do hodnoty 40 HU (Ferda et al., 2002 s. 442). U difuzní formy dochází k opacifikaci jaterního parenchymu a po podání KL se zvýší denzita (Ehrmann et al., 2014, s. 65).

Magnetická rezonance má schopnost odlišit tukové oblasti od novotvarů (Lee et al., 2006, s. 894). Spektroskopie magnetickou rezonancí je metoda využívaná jako zlatý standard a slouží k určení obsahu tuku v játrech. Nejčastěji se využívá metoda protonové MR spektroskopie. Výhodou této metody je dobrý poměr signálu a šumu a nevýhodou je limit malé vyšetřované oblasti (Mírka et al., 2015, s. 241).

Jaterní cirhóza

Nejčastější příčinou vzniku onemocnění je alkoholismus, virová hepatitida, toxické poškození jater nebo metabolické poruchy. Na sonografickém obraze se zobrazí nerovnoměrný povrch jater (hrbolatý). Při nepoškozených játrech je linie jater hyperechogenní, ale v případě cirhózy nedojde k zobrazení této linie. Jaterní žíly mají v soutoku rozšířené úhly a jsou nerovnoměrné v šířce. Na obraze nalezneme zvětšení levého laloku (Hofer et al., 2005, s. 80-81).

CT obraz je velmi charakteristický pro cirhotickou přestavbu parenchymu a portální hypertenze. Nevýhodou je nemožnost určit směr toku v portálním oběhu. Výhodou CT na rozdíl od UZ je možnost určit ložiskové změny jater. Pokud v arteriální fázi dochází k sycení, je nález považován za maligní (Ehrmann et al., 2014, s. 69). Dochází ke změně mezi pravým jaterním lalokem a lobus caudatus. V poslední fázi onemocnění se na obraze projeví zmenšená játra společně s ascitem (Ferda et al., 2002, s. 444).

Na magnetické rezonanci se v počátečních stádiích je parenchym normální. Zachycení uzlů je snadné a na T1 a T2 vážených obrazech jsou izosignální. V některých případech je možné na T1 vážených obrazech se setkat s hypersignály. Naopak hyposignály se na T1 a T2 vážených obrazech zobrazí v případě, že játra obsahují hemosiderin. Septa, která obalují uzly, jsou na T1 vážených obrazech hyposignální.

Jaterní cysty

Benigní cysty jsou nejčastějším nálezem při vyšetření jater a dělíme je na vrozené nebo získané. Získané obsahují serózní tekutinu a jsou anechogenní na sonografickém obraze. Vrozené cysty jsou bezvýznamné. Abychom mohli určit cystu, musí splňovat tato kritéria: ostré ohraničení, kulovitý tvar, anechogenní obsah a výrazná vstupní a výstupní echa. Prokrvené cysty je složité diagnostikovat z důvodu sept nebo nepravidelných struktur (Hofer et al., 2005, s. 76). Solitární s hrubým, nepravidelným ohraničením je špatně odlišitelná od bakteriálního nebo amébového abscesu. Mívá zesílenou zadní stěnu s nepravidelným ohraničením a je hypoechogenní (Breyer et al., 2000, s. 104). Při mnohočetném výskytu cyst jsou anechogenní s ostrým ohraničením. Mají různé velikosti a bývají projevem vrozené polycystické nemoci (Breyer et al., 2000, s. 97).

Na CT obraze jsou jednoduché cysty dobře ohraničené a homogenní. Hodnota HU je pod 20, avšak u malých cyst při podání KL hodnota může vzrůst až na 20 HU. Komplikací cyst je krvácení, které se na obraze projevuje v hodnotách větších než 20 HU (Lee et al., 2006, s. 842-844).

Na MR se cysty projevují jako homogenní léze, na T1 vážených obrazech jsou hypointenzní a naopak na T2 vážených obrazech jsou hyperintenzní. K odlišení hemangiomu od cyst použijeme kontrastní látku, kdy v případě cyst se obraz nezmění. Krvácení se na MR obraze projevuje jako zvýšení intenzity (Lee et al., 2006, s. 842-844).

Jaterní absces

Amébový absces je na ultrazvuku echogenní s neurčitým ohraničením. V ojedinělých případech může být izoechogenní. Poté se zobrazí jako léze, kdy jsou stěny nepravidelné s akustickým zesílením. Při postupu infekce se postupně ohraničuje až do doby, kdy jsou plně rozeznatelné jeho obrysy. Subfrenický absces je nejčastěji anechogenní a ohraničený. Důležité u subfrenického abscesu je vyšetření levého podbráničního prostoru, z důvodu možného výskytu pod levou bránicí. Tento absces se může rozšířit do podjaterní oblasti nebo mezi játra a ledvinu. Chronický absces obsahuje septa nebo tkáňovou drť a má nepravidelný okraj (Breyer et al., 2000, s. 104-107).

CT obrazy zobrazují vývojový proces abscesu. Denzita se při nativním zobrazení pohybuje v hodnotách 10-40 HU. Při podání KL dojde k opacifikování stěny abscesu (Ehrmann et al., 2015, s. 71). Amébový absces je na CT nespecifický. Často je samostatný s kruhovým tvarem a jeho denzita je 10-20 HU (Lee et al., 2006, s. 71). abychom mohli odlišit abscesy od metastáz provádí se kontrolní vyšetření v krátkém časovém odstupu, při kterém absces mění tvar, velikost a denzitu s časem. U metastáz k těmto změnám nedochází (Sehr a Bruna, 1988, s. 174).

Na MR obraze jsou abscesy kruhové a dobře ohraničené. Na T1 vážených obrazech jsou hyposignální a na T2 vážených obrazech hypersignální. Více než třetina abscesů má na T2 vážených obrazech obal se zvýšenou intenzitou. Při podání kontrastní látky dojde ke zvýraznění okrajů abscesu. Amébový absces se zobrazuje nespecificky. V případě výskytu mikroabscesů je zobrazení závislé na stádiu nemoci. U akutních forem abscesu je na T1 vážených obrazech hyposignální a na T2 vážených obrazech výrazně hypersignální. Po podání gadoliniové kontrastní látky se objeví prstenec při všech sekvencích. Chronické léčené abscesy mají nepravidelný tvar a na T1 vážených obrazech jsou hyposignální a na T2 vážených obrazech jsou izosignální (Lee et al., 2006, s. 889-890).

Traumata jater

Nejčastější příčinou vzniku traumat jater je poranění břicha tupým předmětem. Ultrazvukový obraz závisí na mnoha faktorech a čase vyšetření. Léze mohou být hyperechogenní ale i hypoechogenní (Heřman et al., 2014, s. 143). Subkapsulární hematom má vykreslený obrys jater a obsahuje anechogenní nebo komplexní (obsahuje sraženou krev) útvary. Extrakapsulární hematom na rozdíl od subkapsulárního obsahuje útvary, které naléhají z vnější strany pouzdra jater. nevýhodou ultrazvukového obrazu je neschopnost rozlišit bilom (tekutina v játrech) od hematomu (Breyer et al., 2000, s. 108-109).

Na CT obraze můžeme sledovat laceraci jater, hematom a penetrující poranění. Pokud dojde k úplnému přetržení jater nalezneme na obraze trhlinu v parenchymu, krev v peritoneu a porušení pouzdra jater. V případě rozsáhlého stupně poranění jaterních žil může vzniknout hypodenzní jaterní infarkt. Intrahepatální hematom po podání KL má jaterní parenchym ve tvaru hvězdice a je hypodenzní. Subkapsulární hematom může být hypodenzní (obsahuje čerstvou krev), izodenzní a hyperdenzní (obsahuje sraženou krev) (Ferda et al., 2002, s. 433).

Benigní nádory jater

Nejčastějším benigním nádorem je hemangiom (Ehrmann et al., 2014, s. 74). Na ultrasonografickém obraze je ostře ohraničený hyperechogenní a bez hypoechogenního lemu. Často se nachází v těsnosti jaterní žíly. V případě výskytu velkých hemangiomů nelze rozeznat homogenní strukturu a jsou tak těžko rozlišitelná od tumoru, proto je důležité doplňující CT vyšetření (Hofer, 2005, s. 77).

CT vyšetření zobrazí hemangiom hypodenzně s ostrým lemem. Při stenóze jater mohou být ložiska hyperdenzní nebo izodenzní. Po podání KL se zlepši zobrazení hemangiomu ve směru od okrajů ke středu léze. Při výskytu menších ložisek se zabarví již do první minuty a tato ložiska jsou homogenně hyperdenzní v arteriální a portálové fázi (Lee et al., 2006, s. 845-846). U velkých hemangiomů bývají přítomny kalcifikace. Při výskytu většího počtu hemangiomů je těžké rozlišit je od metastáz. K tomuto rozlišení dochází při kontrolních vyšetřeních a funguje na principu neměnnosti obrazu lézí (Ferda et al., 2002, s. 445).

Magnetická rezonance zobrazuje hemangiomy hypersignálně. Na T1 vážených obrazech jsou hypointenzní (Armstrong et al., 2013, s. 189-190). Výhodou MR je vysoká citlivost vyšetření a možnost rozlišit hemangiomy od metastáz. V T2 vážených obrazech nacházíme velice intenzivní homogenní signál v ložisku (Vyhnánek et al., 1998, s. 179).

Hepatocelulární karcinom

Jde o nejčastější primární nádor jater. Má 3 formy: solitární (u mladých a bez cirhózy), nodulární (s cirhózou) a difúzní. Ultrazvukový obraz nám přináší pouze nespécifické znaky. V případě necirhotických jater je ložisko hypoechogenní nebo je echogenita smíšená. U tumorů velkých velikostí má nález hypoechogenní nekrózy a hyperechogenní hemoragie (Ehrmann et al., 2014, s. 83).

Při nativním CT vyšetření jsou příznaky obdobné jako při sonografickém vyšetření (hypodenzní ložisko s nekrózou a hemoragií) (Ehrmann et al., 2014, s. 83-84). Před podáním kontrastní látky je léze hypodenzní nebo izodenzní. Nejlepší diagnostika je při použití kontrastního dynamického vyšetření. Toto nám umožňuje zaznamenat malé karcinomy za

použití rychlejšího vstřikování KL (4-5 ml/s). Během arteriální a portální fáze se zvýrazní ložisko. V průběhu portální fáze může být léze izodenzní nebo hypodenzní (Lee et al., 2006, s. 861-862). CT vyšetření může hodnotit prorůstání ložiska do cév jater a prokázat tvorbu arterio-venózních zkratů. U pacientů s jaterní cirhózou při sycení v arteriální fázi je ložisko hodnoceno jako maligní (Ehrmann et al., 2014, s. 84).

Při vyšetření magnetickou rezonancí je karcinom na T1 vážených obrazech hyposignální, hypersignální i izosignální. Zhruba u 50 % pacientů jsou hyposignální nebo izosignální na T1 vážených obrazech. Hypersignálita se vyskytuje kvůli krvácení. T2 vážené obrazy jsou u 80 % hypersignální (Lee et al., 2006, s.864-865). MR se převážně používá ke stagingu a sledování karcinomu (Vyhnánek et al., 1998, s. 181).

Sekundární nádory jater

Nejčastějšími maligními procesy jsou metastázy z různých primárních tumorů (plic, prsu nebo z trávicího ústrojí). Na ultrazvukovém obraze rozlišujeme odlišné znaky. Například kolorektální karcinom produkuje hyperechogenní metastázy, protože vytváří patologické cévy. V případě plicních karcinomů jsou hypoechogenní, protože je přítomno velké množství nádorových buněk. Hlavním znakem metastáz je hypoechogenní lem. K přesnému rozlišení primárního nádoru se využívá technika duplexní sonografie nebo elastografie (Hofer, 2005, s. 82).

CT vyšetření patří mezi nejlepší metody diagnostiky metastáz primárních karcinomů. Ložiska se zobrazují v portální fázi hypodenzně. Pro detekci malignit využíváme postkontrastní data. U spinálního CT v portální fázi byla senzitivita 81 % a pro ložiska větší než 1 cm 91 %. V případě karcinomu tlustého střeva může být v metastáze přítomná kalcifikace. Při prokázání metastáz ledvin štítné žlázy atd. jsou ložiska v arteriální fázi hyperdenzní (Lee et al., 2006, s. 875).

Na T1 vážených obrazech se metastázy projevují hyposignálně a na T2 vážených obrazech hypersignálně. Při výskytu hemoragických lézí metastáz z melanomu se na T1 vážených obrazech objeví hypersignálita. Polovina metastáz kolorektálního karcinomu na T2 vážených obrazech vykazuje nižší intenzitu. Při podání gadoliniové kontrastní látky se

detekování metastáz zvýšilo než u nativní magnetické rezonance (Lee et al., 2006, s. 876-877).

Choledocholitiáza

Konkrementy, lidově kameny, se vytvářejí ve žlučníku. V závislosti na složení konkrementu se dobře zobrazují pomocí ultrazvuku. S rostoucím obsahem kalcia klesá zobrazovací schopnost (Chmelová et al., 2006, s. 41). V některých případech, většinou při změně polohy pacienta, nemusíme být schopni rozlišit konkrement od polypu, a to z důvodu zaklíněného nebo přilehlého konkrementu (Hoferet al., 2005, s. 86).

Pro diagnostiku choledocholitiázy se CT vyšetření nevyužívá. Výpočetní tomografie se využívá ke screeningu u pacientů, kterým bylo kontraindikováno ERCP vyšetření (Lee et al., 2006, s. 949).

Nejlepší metodou pro zobrazení konkrementů pomocí magnetické resonance je použití MRCP vyšetření. Zachytí se žlučovody a kameny poté můžeme zobrazit v nastavení žlučové dilatace. Zachycené artefakty na T2 v.o. rozlišujeme od obrazu z T1 v.o. (Lee et al., 2006, s. 949).

Závěr

Ve své bakalářské práci jsem shrnul základní informace o diagnostických metodách používaných v poslední době v oblasti vyšetření jater. Poznatky hodnotí metodiku vyšetření, přínosy a zápory jednotlivých metod, roli radiologického asistenta u vyšetření a objektivně nálezy jednotlivých onemocnění jater.

Mezi nejčastěji používané diagnostické metody jednoznačně patří ultrasonografie, neboť jde o levnou a rychlou metodu. Do ultrasonografických metod patří řada specifických vyšetření. Konkrétně se jedná o elastografii, Dopplerovské vyšetření anebo vyšetření za pomoci novodobé kontrastní látky (CEUS).

Druhou volbou hned po sonografii je výpočetní tomografie neboli CT. Ta je využívána spíše jako metoda návazná, protože využívá rentgenového záření a tím zvyšuje radiační zátěž pacienta. Podstatné využití má CT v diagnostice nádorových onemocnění, hlavně díky využití hybridního systému PET/CT.

Magnetická rezonance se využívá k objasnění nejasných lézí. Relativně novodobou metodou je MRE neboli magnetická rezonanční elastografie.

V úvodní části této práce byly stanoveny cíle, které byly popsány v jednotlivých kapitolách. Celá bakalářská práce byla koncipována tak, aby odpovídala na stanovené otázky. První část práce se zabývá principy vyšetření a je obecně popsána role radiologického asistenta. V druhé části bakalářské práce jsou popsány obrazy lézí.

Referenční seznam:

Adéla HOLUBOVÁ, Helena NOVOTNÁ a Jana MAREČKOVÁ, 2013. Ošetrovatelská péče v gastroenterologii a hepatologii. Praha: Mladá fronta, Sestra (Mladá fronta). ISBN 978-80-204-2806-6.

Alois SEHR, Josef BRUNA. 1988. Celotělová výpočetní tomografie. Praha: Avicenum. 389 s. ISBN 08-033-88.

BREYER et al. 2000. Manuál ultrazvukové diagnostiky. Praha: Grada Publishing, spol. s r.o. 376 s. ISBN: 80-7169-689-7

Dostupné z : http://www.cesradiol.cz/dwnld/Ces_Rad_0901_34_41.pdf

Dostupné z:

http://lekbiofyz.upol.cz/pagedata_cz/staze/Biofyzikální_základy_ultrasonografie.pdf

Dostupné z:

https://www.med.muni.cz/biofyz/zobrazovacimetody/files/zobrazovaci_metody.pdf

Dostupné z:http://www.med.muni.cz/dokumenty/pdf/uvod_do_ultrasonografie1.pdf

Filip CIHLÁŘ, Milouš DERNER, Martin SAUER a Josef SMETANA. Digitální subtrakční angiografie s gadolinovými kontrastními látkami a literární přehled. Česká radiologie, Praha: CLS JEP, roč. 2007, 61(4), s. 431-437. ISSN 1210-7883.

Hynek MÍRKA et al. 2010. Perfuzní CT jater. Ces Radiol; 64(4): 281–289. ISSN 1210-7883

Hynek MÍRKA et al. 2015. Kvantifikace jaterní steatózy a siderózy na 3T MR přístroji pomocí metod two-point Dixon, multiecho Dixon s T2* relaxometrií a 1H MR spektroskopie s T2 relaxometrií. Ces Radiol; 69(4): 238–246. ISSN 1210-7883

Ivo HRAZDIRA, Úvod do ultrasonografie: v otázkách a odpovědích pro studenty lékařské fakulty [online]. 2008. [cit. 2015-02-16].

Ivo HRAZDIRA, Biofyzikální základy ultrasonografie: jak pracovat s ultrazvukovým diagnostickým přístrojem. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-802-4428-956.

Ivo HRAZDIRA, Miroslava KRUPOVÁ a Hana KYSELOVÁ. Možnosti ultrasonografické diferenciace krčních a axilárních lymfadenopatií. Vnitřní lékařství, Praha: Česká lékařská společnost JEP, roč. 51/2005, č. 12, s. 1371-1374. ISSN 0042-773X.

Jaroslav HOŘEJŠÍ, 1992. *Lidské tělo: srozumitelný a zevrubný průvodce po strukturách a funkcích lidského organismu*. 2. vyd. Bratislava: Gemini. ISBN 80-852-6559-1.

Jaroslav VOMÁČKA, Josef NEKULA a Jiří KOZÁK. Zobrazovací metody pro radiologické asistenty. 1. vyd. V Olomouci: Univerzita Palackého, 2012, 153 s. ISBN 978-802-4431-260.

Jeremy BERCOFF. ShearWave Elastography. France: Aix en Provence. 2008. 12 s.

Dostupné z:

http://www.azarmed.com/files/1.elasto.introductionWhite_paper_ShareWave_Elastography_UK.pdf

Jiří EHRMANN et al. 2003. Ikterus: diferenciální diagnostika. Praha: Grada Publishing. 274 s. ISBN 8024705060.

Jiří EHRMANN et al. 2014. Hepatologie. 2. vyd. Praha: Grada. 628 s. ISBN 978-80247-5510-6

Jiří EHRMANN et al. Hepatologie. 1. vyd. Praha: Grada, 2010. 590 s. ISBN 978-80-2473118-6.

Jiří EHRMANN, Cholelitiáza. Interní medicína pro praxi. 2008. 10(1), s. 19-24. ISSN 1212-7299

Jiří FERDA et al. 2002. Výpočetní tomografie. Praha: Galén. 663 s. ISBN 8072621726.

Jiří FERDA et al. 2009. Multidetektorová výpočetní tomografie: technika vyšetření. Praha: Galén. 213 s. ISBN 978-80-7262-608-3

Jiří FERDA et al. *Základy zobrazovacích metod*. 1. vyd. Praha: Galén, 2015. 148 s. ISBN 978-80-7492-164-3.

Josef NEKULA et al. 2005. *Radiologie*. 3. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého. 205 s. ISBN 8024410117.

Josef NEKULA et al. 2014. *Klinická radiologie: skriptum*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě. ISBN 978-80-7464-564-8.

Josef NEKULA, Jana CHMELOVÁ. 2007. *Základy zobrazování magnetickou rezonancí*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Zdravotně sociální fakulta. 67 s. ISBN 978-80-7368-335-1.

Joseph K.T. LEE et al. 2006. *Computed body tomography with MRI correlation*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 1837 s. ISBN 0781745268.

Julius ŠPIČÁK, *Novinky v gastroenterologii a hepatologii II*. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0318-8.

Karel DVORÁK, *Elastografie jater: moderní trend v diagnostice chronických jaterních onemocnění - editorial*. *Vnitřní lékařství*. 2018, 64(10), 899-900. ISSN 0042-773X. Dostupné také z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/vnitri-lekarstvi/2018-10/elastografie-jater-moderni-trend-v-diagnostice-chronicky-jaternich-onemocneni-106714>

Karel LUKÁŠ et al. 2007. *Gastroenerologie a hepatologie: učebnice*. Praha: Grada Publishing. 380 s. ISBN 9788024717876.

Květoslava AIGLOVÁ. *Jaterní fibróza a její diagnostika*. *Postgraduální medicína*. 2012, roč. 14, č. 3, s. 297-304. ISSN 1212-4184.

LATA, J., VAŇÁSEK, T., a kol. *Kritické stavy v hepatologii*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005, 168 s. ISBN 80-247-0404-8

Luboš VYHNÁNEK et al. 1998. *Radiodiagnostika: kapitoly z klinické praxe*. Praha: Grada. 473 s. ISBN 8071692409.

M. BRODANOVÁ, *Hepatologie v praxi*. 1.vyd. Praha: Galen, 1997, 389 s. ISBN 80- 85824-47-7

Marek MECHL et al. 2010. Kontraindikace a rizika vyšetření pomocí magnetické rezonance. *Ces Radiol* 2010; 64(1): 69–75. ISSN 1210-7883

Marek MECHL, Andrea ŠPRLÁKOVÁ-PUKOVÁ, Jakub FOUKAL, Miriam ŠMAJEROVÁ, Šárka BOHATÁ a Vlastimil VÁLEK. Ultrazvukové vyšetření s kontrastní látkou. *Časopis lékařů českých*. 2018, 157(4), 175-180. ISSN 0008-7335. Dostupné také z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/casopis-lekaru-ceskych/2018-4-3/ultrazvukove-vysetreni-s-kontrastni-latkou-105293>

Martin SEDLÁŘ, Erik STAFFA a Vojtěch MORNSTEIN. Zobrazovací metody využívající neionizující záření. [online]. 2013 [cit. 2015-01-21].

Matthias HOFER, 2005. *Kurz sonografie*. Praha: Grada Publishing. 240 s. ISBN 8024709562.

Milan KALÁB, J. CHMEL, J. ČERVINKA, Zdeněk MAREČEK a Václav KORDAČ. Přínos abdominální ultrasonografie v diagnostice jaterních ložiskových procesů: z Hepatologických dnů v Novém Smokovci ve dnech 23.-25.5.1985. *Československá gastroenterologie a výživa*. 1985, 39(8), 509. ISSN 0009-0565.

Miroslav HEŘMAN et al. 2014. *Základy radiologie*. V Olomouci: Univerzita Palackého. 314 s. Učebnice. ISBN 978-80-244-2901-4

Miroslav MYSLIVEČEK, *Nukleární medicína*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007-. ISBN 978-80-244-1723-3.

Ondřej NAŇKA, Miloslava ELIŠKOVÁ a Oldřich ELIŠKA. *Přehled anatomie*. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-612-0.

Pavel ELIÁŠ, Jan ŽIŽKA. *Dopplerovská ultrasonografie*. 1. vyd. Hradec Králové: Nucleus, 1998. 251 s. ISBN 80-901753-5-X.

Peter ARMSTRONG, Andrea G. ROCKALL, Andrew HATRICK a Martin WASTIE. *Diagnostic Imaging*. 7th Edition. Wiley-Blackwell, 2013. ISBN 978-0-470-65890-1.

Philip E.S. PALMER, ed. *Manuál ultrazvukové diagnostiky*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2000. 376 s. ISBN 80-7169-689-7.

UNGERMANN, L., P. ELIÁŠ, P. RYŠKA, A. MICHL, J. ŽIŽKA a L. KLZO, 2009. Dynamická kontrastní ultrasonografie jater. *Česká Radiologie*. 63(1), 34-41. ISSN 1210-7883.

Vlastimil VÁLEK et al. 1996. *Moderní diagnostické metody*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví. 43 s. ISBN 8070132256.

Zdeněk KALA et al. 2009. *Nádory podjaterní oblasti: diagnostika a léčba*. Praha: Grada Publishing. 336 s. ISBN 978-80-247-2867-4.

Zdeněk SEIDL et al. 2012. *Radiologie pro studium i praxi*. Praha: Grada Publishing. 368 s. ISBN 978-80-247-4108-6.

Materiály z internetových stránek :

www.medata.cz

<https://www.tribune.cz/clanek/11036-ultrazvukova-pracoviste-jak-u-sonografistu-predchazet-vzniku-nemoci-z-povolani>

SEZNAM ZKRATEK:

a. – Tepna

AFRI – Acoustic Radion Force Imagning

AP/PA – Anteriposterior / Posterioanterior

BMI – Body Mass Index

CDI – Color Doppler imaging

CEUS – Contrast enhanced ultrasonography

CFM – Color flow mapping

CPD – Color power Doppler

CT – Výpočetní tomografie

CW – Continuous wave

DPD – Directional power Doppler

DTI – Doppler tissue imaging

ERCP – Endoskopická retrográdní cholangiopankreatikografie

FDG – Fluodeoxyglukóza

HU – Hounsfield Unit (Hounsfieldovy jednotky)

KL – kontrastní látka

MDCT – Multi Detector Computed Tomography (Multi detektorová výpočetní tomografie)

MPR – Multiplanární rekonstrukce

MR – Magnetická rezonance

MRCP – Magnetická rezonanční cholangiopankreatikografie

MRE – Magnetic Resonance Elastography

NPB – Náhlá příhoda bříšní

PACS – Picture Archiving and Communication Systém

PET – Pozitronová emisní tomografie

PW – Pulsed wave

ROI – Region of Interest (Oblast zájmu)

RTG – Rentgen

RT SWE – RealTime ShearWave Elastography

SWE – ShearWave Elastography

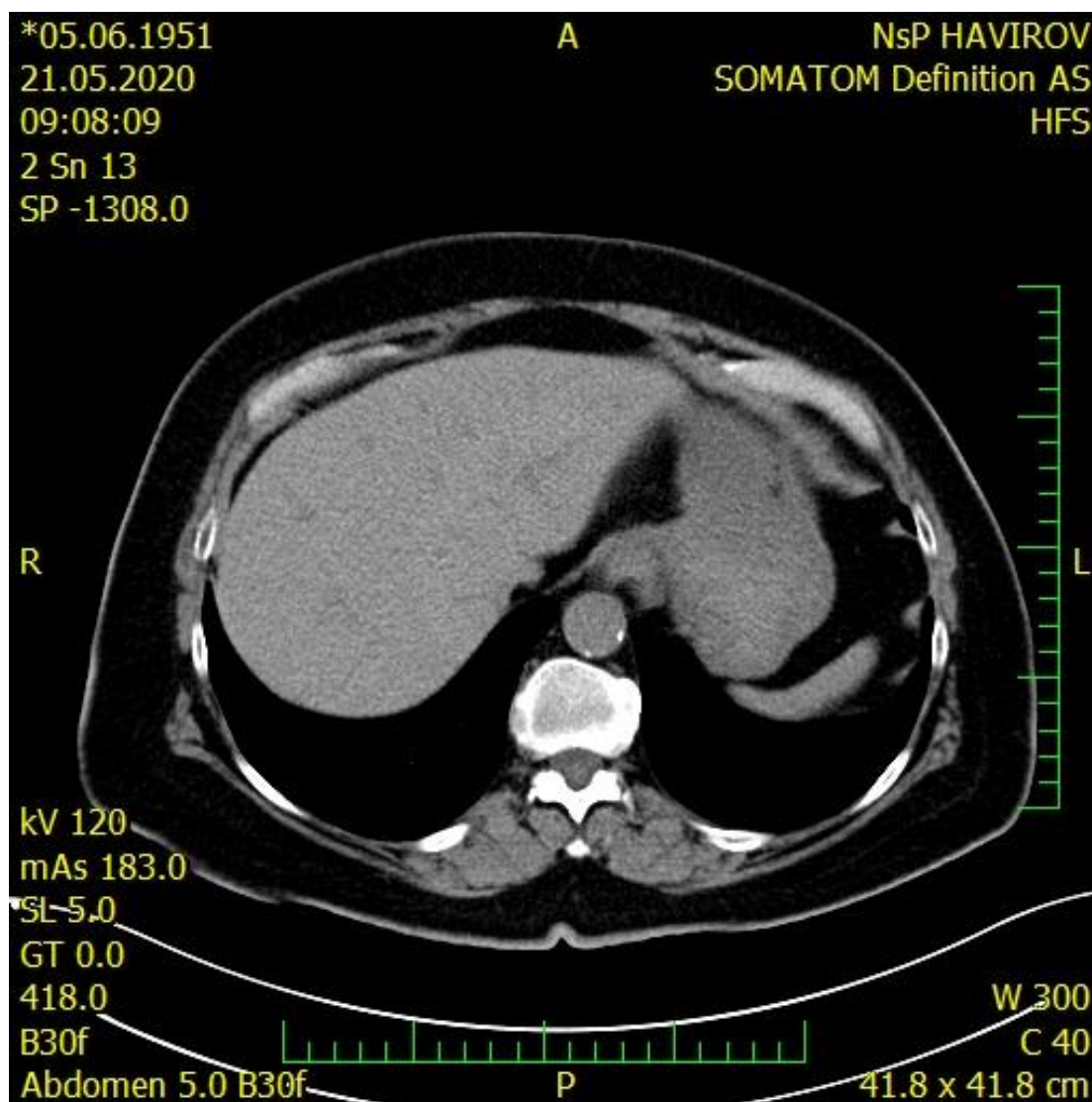
TE – Tranzientní elastografie

UZ – Ultrazvuk

v. - Žíla

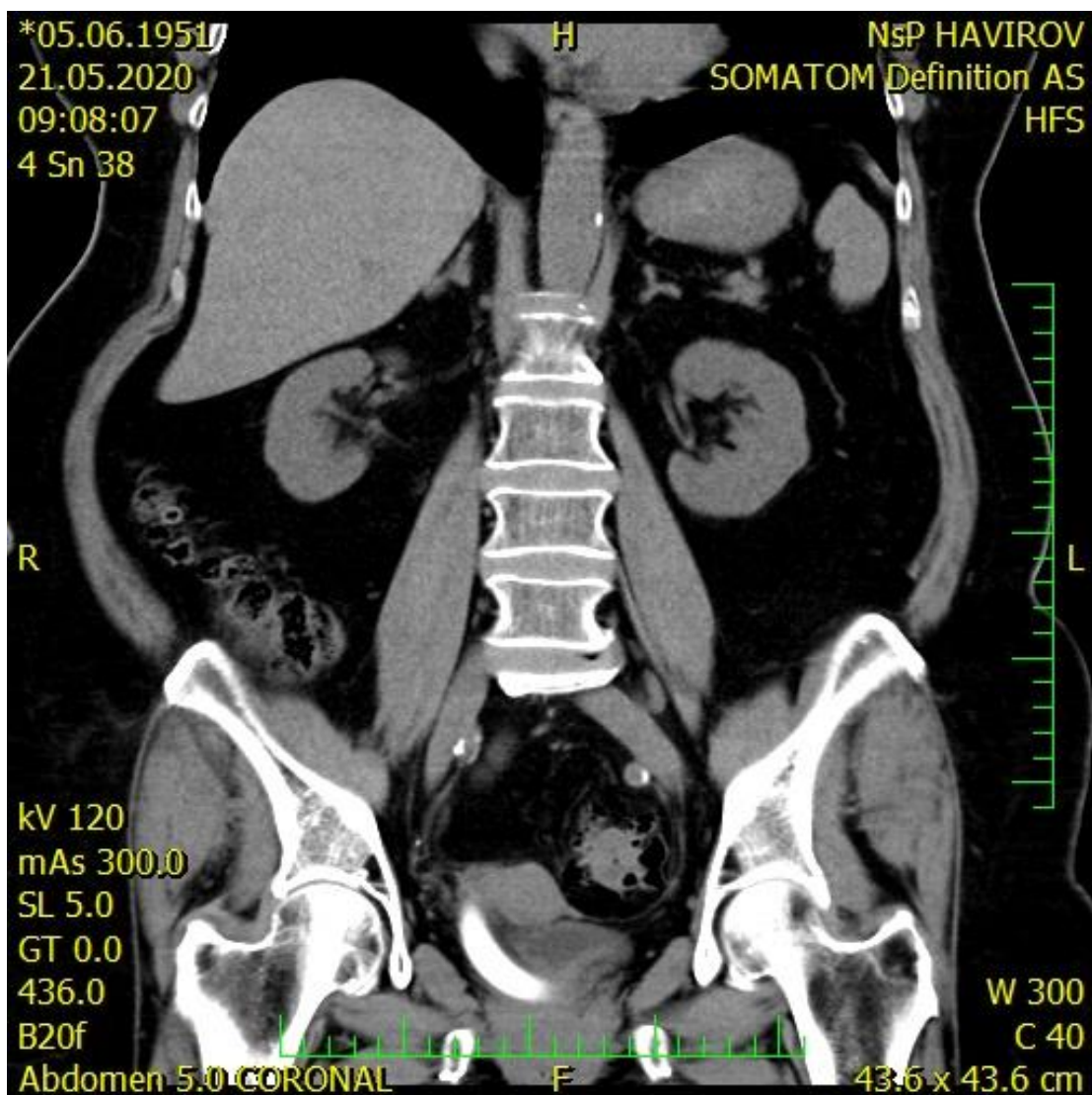
V.O. – Vážené Obrazy

PŘÍLOHY:



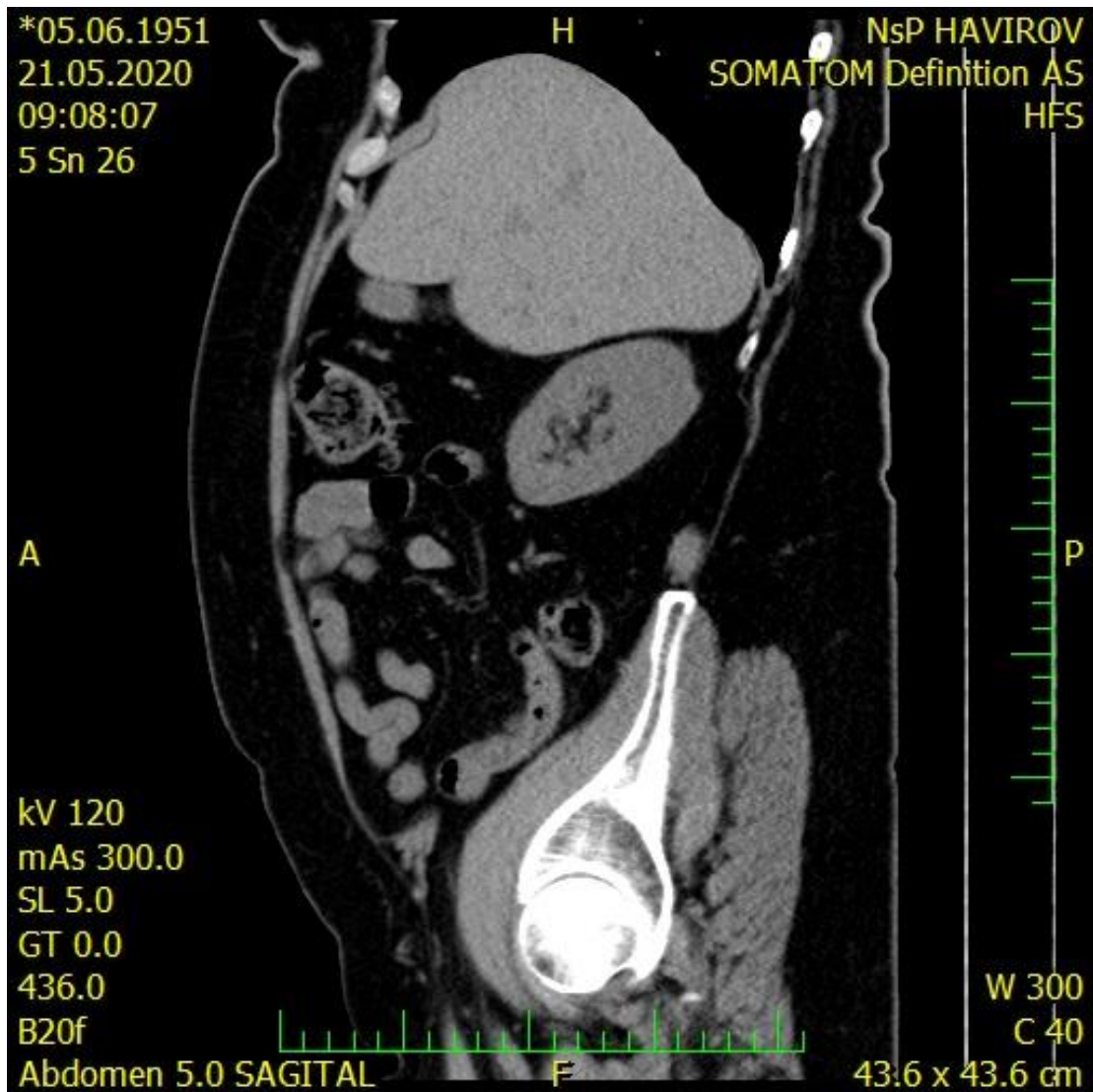
Obr. 1. Nativní CT snímek jater v axiální rovině

Zdroj: Archiv NsP Havířov



Obr. 2. Nativní CT snímek jater v koronální rovině

Zdroj: Archiv NsP Havířov



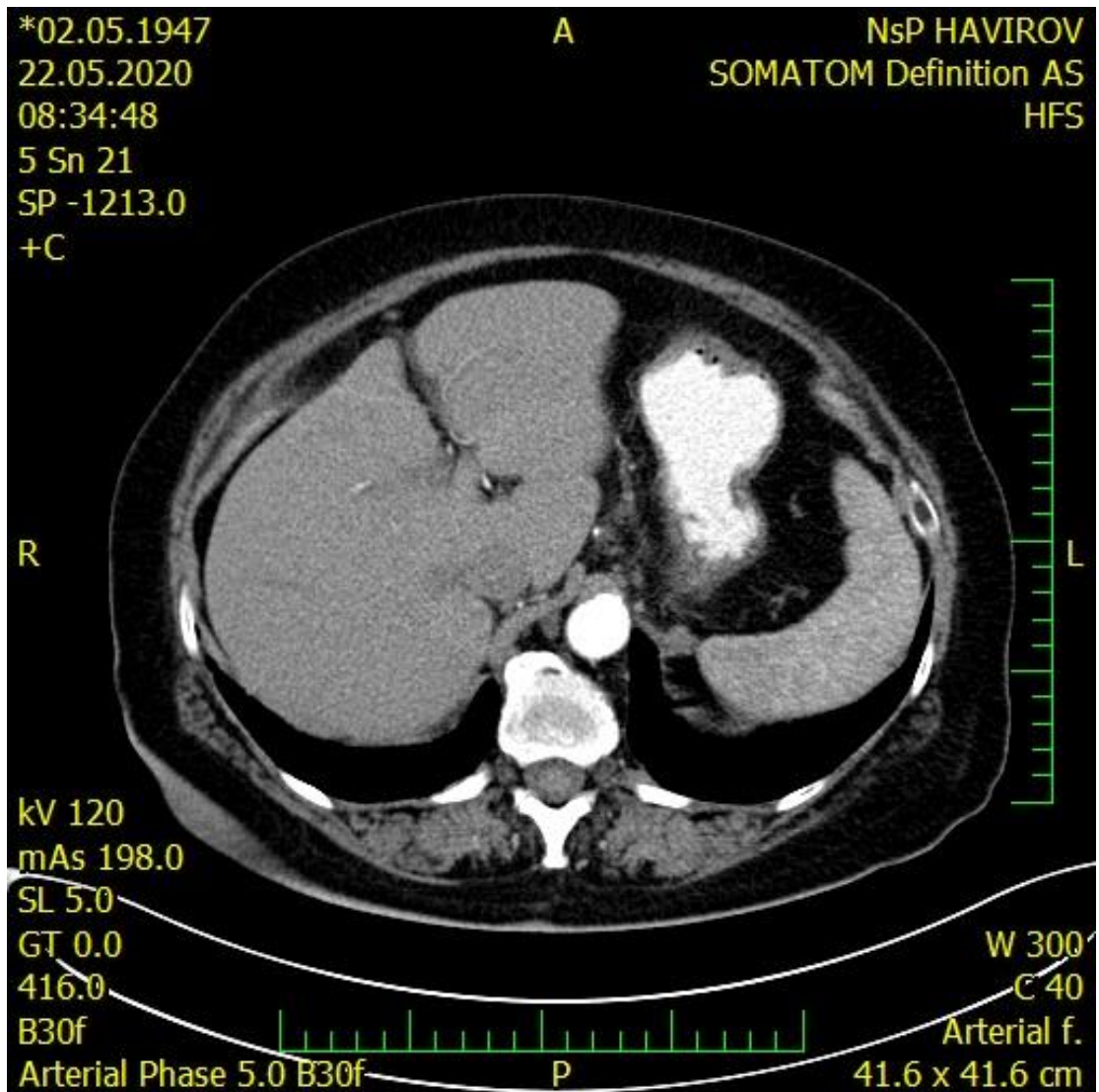
Obr. 3. Nativní CT snímek jater v sagitální rovině

Zdroj: Archiv NsP Havířov



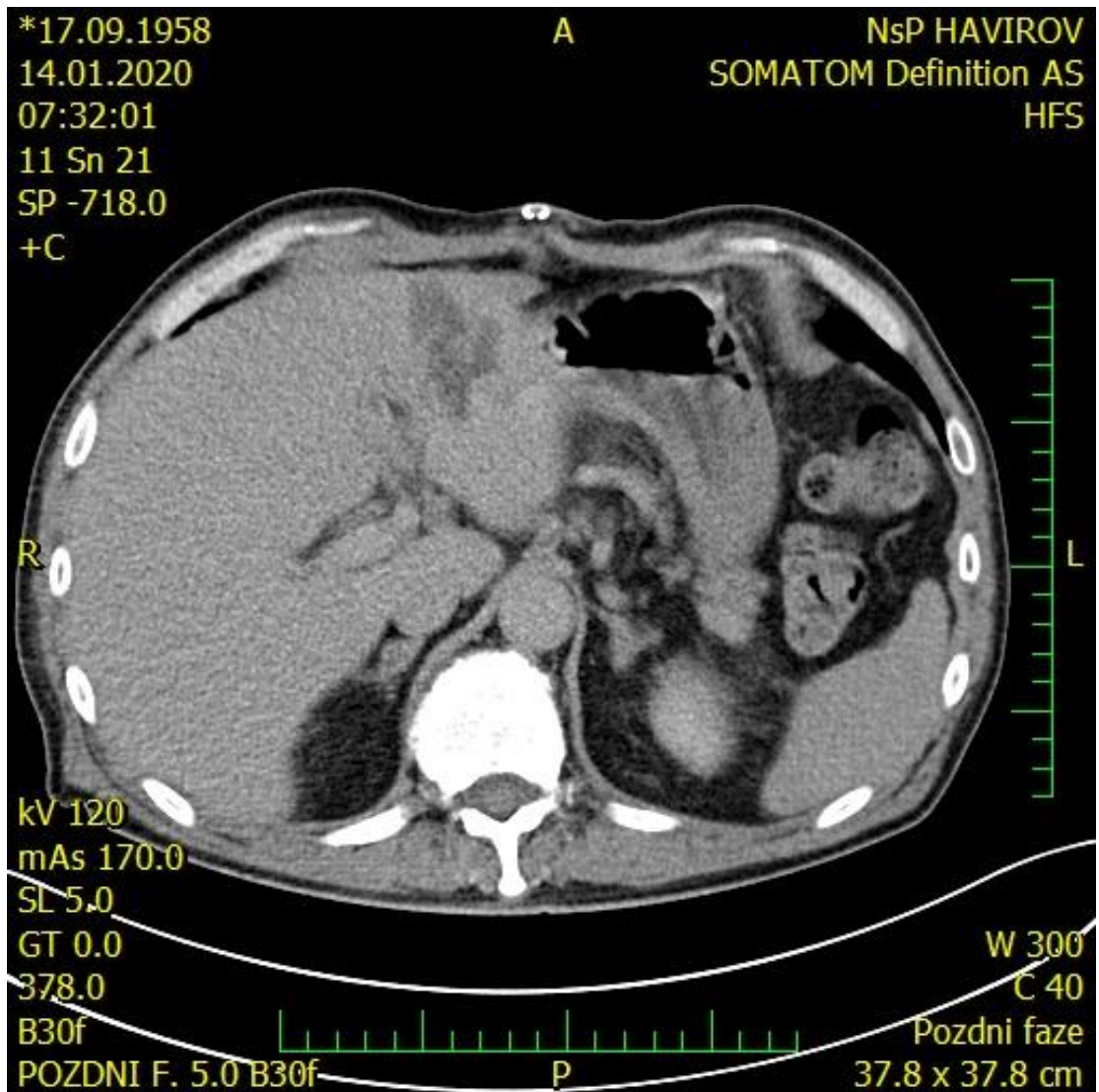
Obr. 4. Vyšetření ERCP s kontrastní látkou

Zdroj: Archiv NsP Havířov (místo pořízení: Nemocnice Frýdek-Místek)



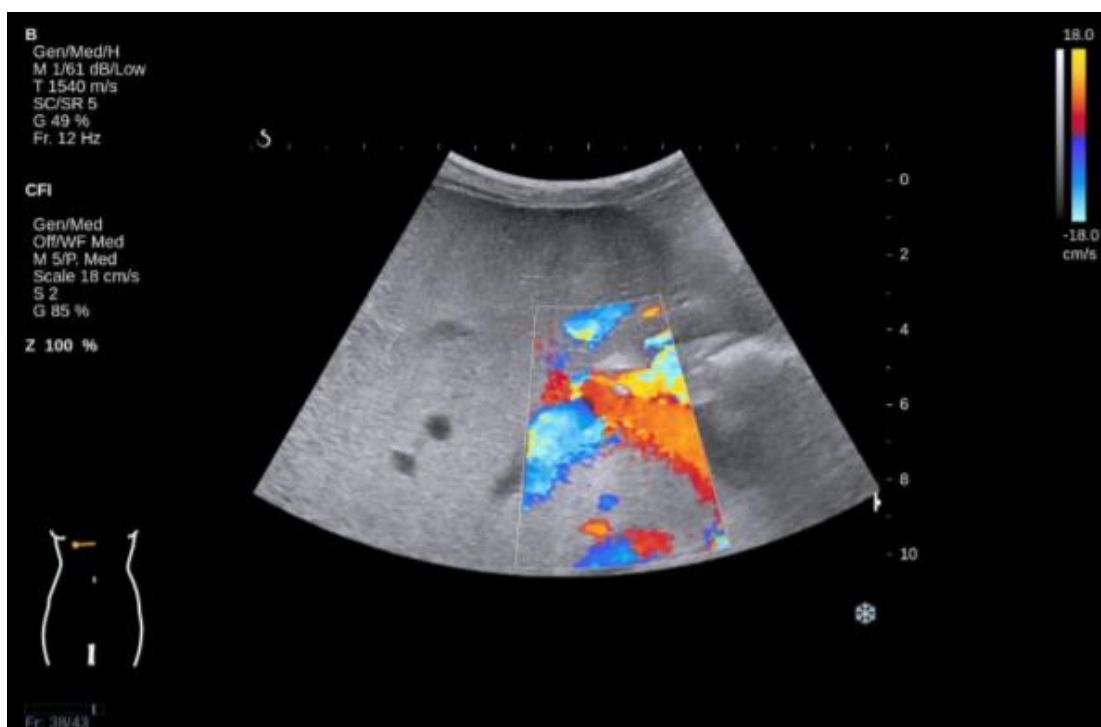
Obr. 6. Více fázové CT vyšetření s kontrastní látkou (Arteriální fáze)

Zdroj: Archiv NsP Havířov



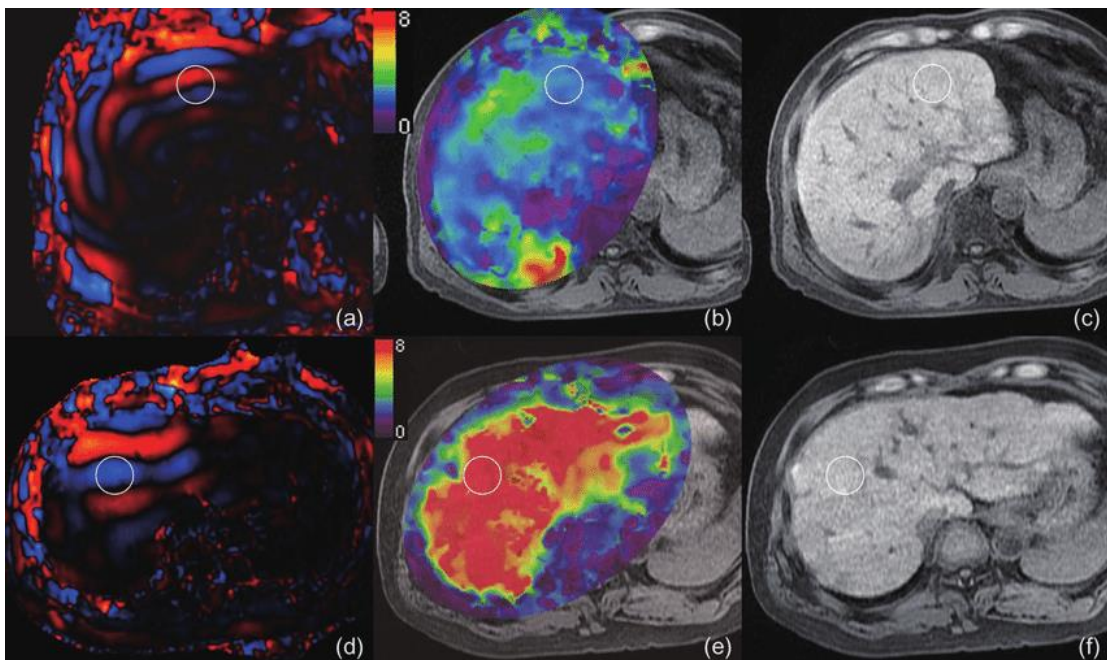
Obr. 7. Více fázové CT vyšetření s kontrastní látkou (Pozdní fáze)

Zdroj: Archiv NsP Havířov



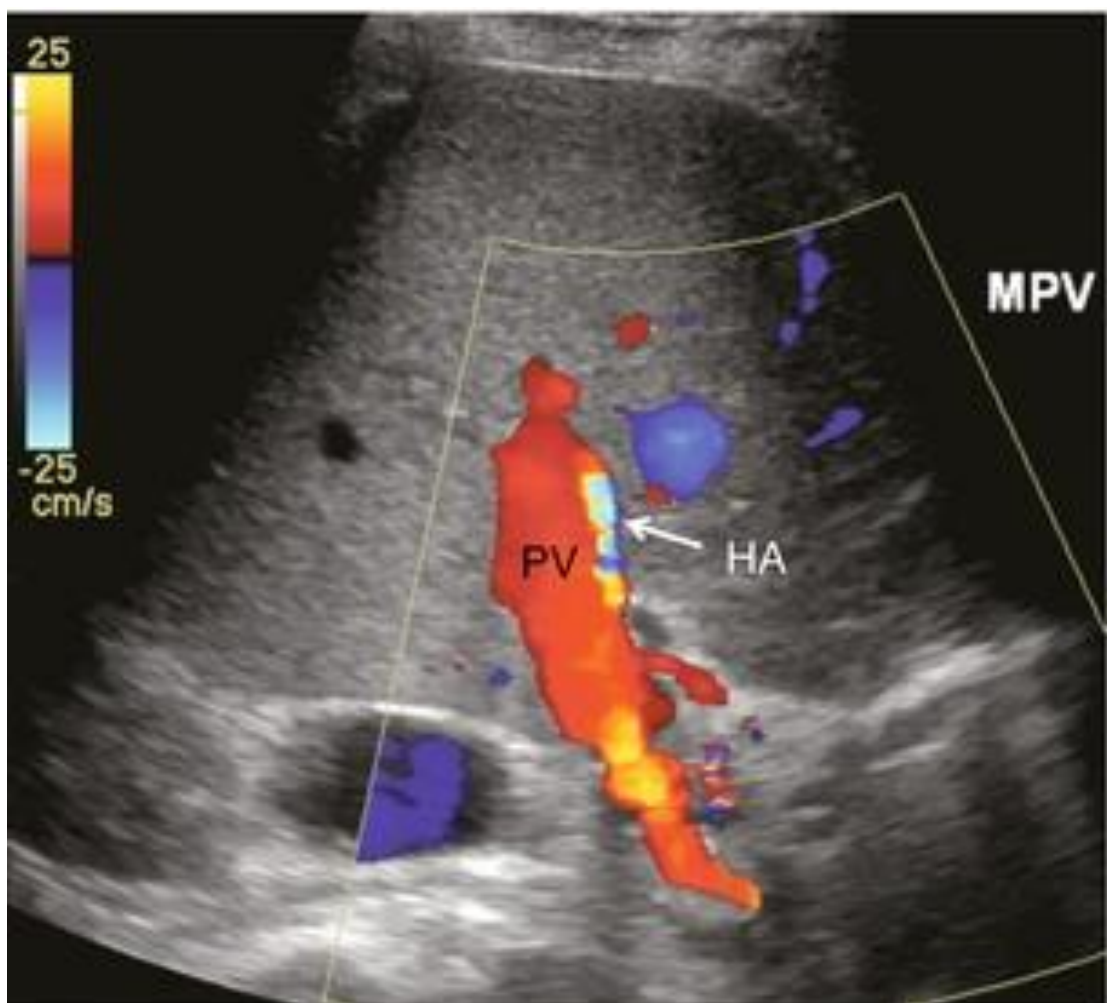
Obr. 8. Ultrazvuková Elastografie jater

Zdroj: <https://www.fnbrno.cz/data/files/3352.pdf>



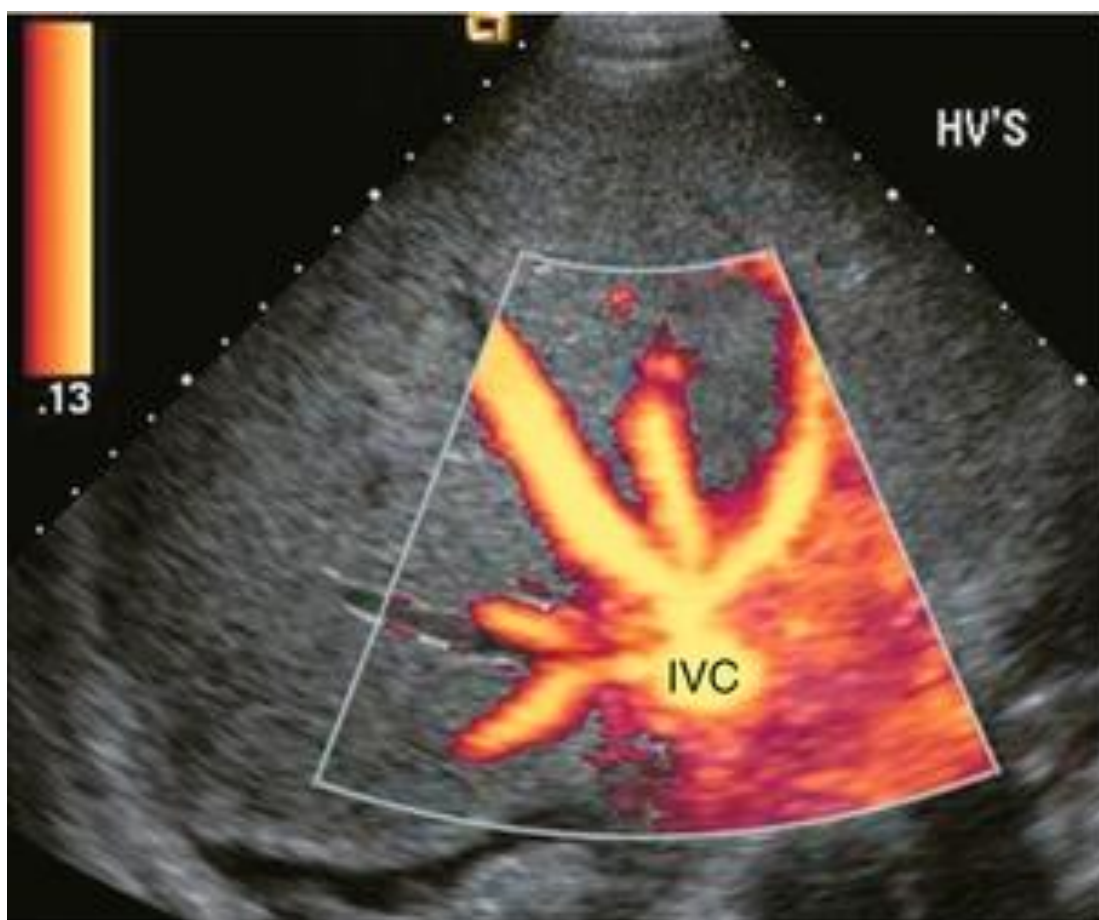
Obr. 9. Elastografie pomocí MR (na obr A-C pacient s fibrózou, na D-F pacient s cirhózou)

Zdroj: https://www.researchgate.net/figure/Magnetic-resonance-elastography-MRE-images-of-2-patients-a-c-a-62-year-old-man-with_fig3_277082492



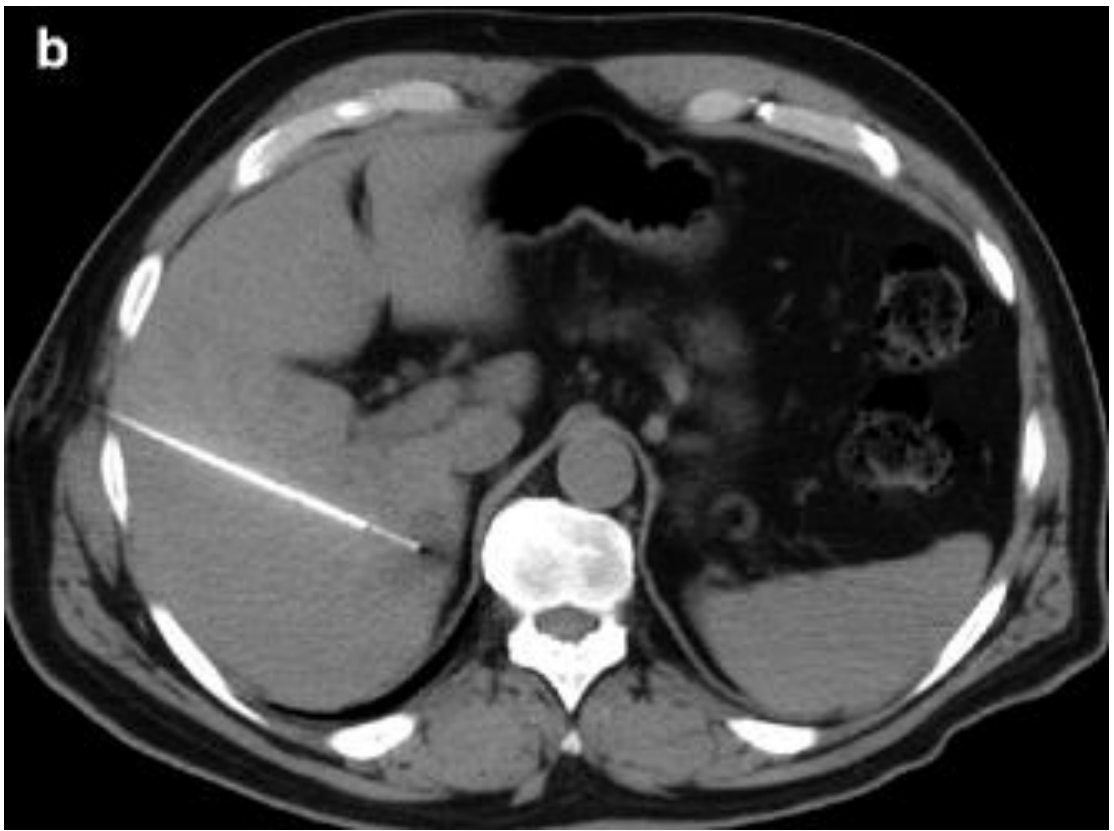
Obr. 10. Dopplerovské vyšetření – Barevné mapování průtoku (CDI)

Zdroj: <https://radiologykey.com/the-liver-2/>



Obr. 11. Dopplerovské vyšetření – Barevné mapování energie průtoku (CPD)

Zdroj: <https://radiologykey.com/the-liver-2/>



Obr. 12. Biopsie jater pod CT kontrolou

Zdroj: <https://radiologykey.com/percutaneous-biopsy-3/>



Obr.13. Angiografie jater

Zdroj: https://www.researchgate.net/figure/Hepatic-angiography-of-the-liver-shows-no-definite-tumor-staining-in-the-liver_fig2_7834540

<u>Tkáň</u>	<u>Hustota (kg/m³)</u>
<u>Tuk</u>	<u>928 (917-939)</u>
<u>Kosterní svalstvo</u>	<u>1041 (1036 – 1056)</u>
<u>Játra</u>	<u>1050 (1050 – 1070)</u>
<u>Ledviny</u>	<u>1050</u>
<u>Slinivka</u>	<u>1040 - 1050</u>
<u>Slezina</u>	<u>1054</u>
<u>Prostata</u>	<u>1045</u>
<u>Štítná žláza</u>	<u>1050 (1036 – 1066)</u>
<u>Varlata</u>	<u>1040</u>
<u>Vaječníky</u>	<u>1048</u>
<u>Šlacha</u>	<u>1165</u>
<u>Měkké tkáně</u>	<u>1042 - 1052</u>

Tab. 1. Příklady hustot tkání

Zdroj: Sedlář, 2013, s.122)