

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví B5345

MARTINA JIROUSKOVÁ

Studijní obor: Radiologický asistent 5345R010

ULTRASONOGRAFIE ONEMOCNĚNÍ JATER

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Hynek Mírka, Ph.D.

PLZEŇ 2013

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a všechny použité prameny jsem uvedla v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 26.03.2013

.....

Vlastnoruční podpis

Poděkování:

Ráda bych touto cestou poděkovala MUDr. Hynku Mírkovi, Ph.D. za vedení práce, poskytování odborných rad a materiálních podkladů. Děkuji též několika asistentům KZM FN Lochoťín, bez jejichž pomoci bych svou práci mohla jen těžko uskutečnit.

Také bych velmi ráda chtěla poděkovat své rodině za trpělivost a podporu při mém studiu.

ANOTACE

Příjmení a jméno: Jirousková Martina

Katedra: Záchranářství a technických oborů

Název práce: Ultrasonografie onemocnění jater

Vedoucí práce: MUDr. Hynek Mírka, Ph.D.

Počet stran: 58 číslované, 16 nečíslované

Počet příloh: 0

Počet titulů použité literatury: 14 + 18 (URL)

Klíčová slova: játra, ultrasonografie, kontrastní ultrasonografie, CEUS, kontrastní látka, difuzní jaterní onemocnění, jaterní nádory

Souhrn:

Ve své bakalářské práci se zabývám principy a klinickým významem ultrasonografie jater se zdůrazněním přínosu kontrastní ultrasonografie – nové metody, která umožňuje posuzovat perfuzní charakteristiky jaterních onemocnění a tím zvýšit přesnost jejich detekce a diferenciální diagnózy. V teoretické části je vysvětlena anatomie a fyziologie jater, uveden přehled nejčastějších jaterních patologií a rozebrány technické principy ultrasonografie včetně kontrastní ultrasonografie. V praktické části demonstruji využití kontrastní ultrasonografie v klinické praxi a její možné výhody oproti dalším metodám.

ANNOTATION

Surname and name: Jirousková Martina

Department: Department of Paramedical Rescue Work and Technical Studies

Title of thesis: Ultrasonography in liver disease

Consultant: MUDr. Hynek Mírka, Ph.D.

Number of pages: 58 numbered, 16 unnumbered

Number of appendices: 0

Number of literature items used: 14 + 18 (URL)

Key words: liver, ultrasound, contrast enhanced ultrasound, CEUS, contrast medium, diffuse liver lesion, liver tumors

Summary:

In my bachelor thesis I deal with principles and clinical relevance of liver ultrasonography with emphasis on the contribution of contrast ultrasonography - a new method which allows to assess perfusion characteristics of liver disease and thereby improve the accuracy of detection and differential diagnosis. In the theoretical part I give an overview of the liver anatomy and physiology, of the most common liver pathology and technical principles of ultrasonography including contrast enhanced ultrasonography. In the practical part I demonstrate the use of contrast enhanced ultrasonography in clinical practice and its potential advantages over other methods.

OBSAH

| | |
|---|----|
| ÚVOD | 11 |
| TEORETICKÁ ČÁST..... | 13 |
| 1 Anatomie..... | 13 |
| 1.1 Zevní anatomie jater | 13 |
| 1.2 Vnitřní struktura jater..... | 14 |
| 1.3 Funkční dělení jater | 15 |
| 1.4 Portální systém..... | 16 |
| 1.5 Jaterní cirkulace | 17 |
| 2 Funkce jater..... | 18 |
| 2.1 Metabolické funkce..... | 18 |
| 2.1.1 Metabolismus sacharidů | 18 |
| 2.1.2 Metabolismus proteinů | 19 |
| 2.1.3 Metabolismus lipidů: | 19 |
| 3 Ultrasonografické zobrazení jater a jaterních patologií | 20 |
| 3.1 Fyziologický obraz jater | 21 |
| 4 Základní patologické nálezy | 23 |
| 4.1 Difuzní jaterní onemocnění | 23 |
| 4.1.1 Steatóza | 23 |
| 4.1.2 Fokální steatóza a nesteatóza..... | 24 |
| 4.1.3 Jaterní cirhóza | 24 |
| 4.2 Ložisková jaterní onemocnění | 25 |
| 4.2.1 Jaterní cysta..... | 25 |
| 4.2.2 Jaterní absces | 26 |
| 5 Jaterní nádory..... | 26 |
| 5.1 Benigní nádory..... | 27 |
| 5.1.1 Hemangiom..... | 27 |
| 5.1.2 Fokální nodulární hyperplázie | 28 |
| 5.1.3 Hepatocelulární adenom | 28 |
| 5.2 Nejčastější maligní nádory..... | 29 |

| | | |
|--------|--|----|
| 5.2.1 | Hepatocelulární karcinom HCC..... | 29 |
| 5.2.2 | Cholangiocelulární karcinom..... | 30 |
| 5.2.3 | Sekundární jaterní nádory – metastázy..... | 30 |
| 5.3 | Traumatické změny (lacerace, kontuze)..... | 31 |
| 5.4 | Cévní onemocnění..... | 31 |
| 5.4.1 | Portální hypertenze..... | 31 |
| 5.4.2 | Buddův – Chiariho syndrom..... | 32 |
| 6 | Fyzikální základy ultrazvuku..... | 33 |
| 6.1 | Princip ultrazvuku..... | 33 |
| 6.2 | Charakteristiky ultrazvukového pole..... | 33 |
| 6.3 | Ultrazvuk - základní terminologie..... | 34 |
| 6.3.1 | Vlastnosti ultrazvuku..... | 34 |
| 6.3.2 | Akustická impedance..... | 34 |
| 6.3.3 | Odraz..... | 35 |
| 6.3.4 | Echogenita..... | 35 |
| 6.3.5 | Akustické okno..... | 36 |
| 6.3.6 | Akustické zesílení..... | 36 |
| 6.3.7 | Akustický stín..... | 36 |
| 6.3.8 | Frekvence..... | 36 |
| 6.3.9 | Vlnová délka..... | 36 |
| 6.3.10 | Intenzita..... | 37 |
| 6.3.11 | Rozlišovací schopnost..... | 37 |
| 7 | Ultrazvukové přístroje a typy zobrazení..... | 38 |
| 7.1. | Základní typy ultrazvukových sond..... | 39 |
| 7.2 | Typy zobrazení..... | 40 |
| 7.2.1 | A mód..... | 40 |
| 7.2.2 | B mód..... | 41 |
| 7.2.3 | M mód:..... | 41 |
| 7.2.4 | Dynamické zobrazení..... | 41 |
| 7.3 | Dopplerovská ultrasonografie..... | 42 |

| | | |
|-------|---|----|
| 7.3.1 | Aplikace dopplerova jevu v ultrazvukové diagnostice | 42 |
| 8 | Typy vyšetření | 44 |
| 8.1 | Nativní ultrasonografie | 44 |
| 8.1.1 | Technika vyšetření | 44 |
| 8.2 | Kontrastní ultrasonografie | 45 |
| 8.2.1 | Ultrasonografické kontrastní látky | 45 |
| 8.2.2 | Indikace kontrastní ultrasonografie | 46 |
| 8.2.3 | Příprava a aplikace kontrastní látky | 48 |
| 8.3 | Peroperační ultrasonografie | 48 |
| 8.4 | Intervenční výkony | 49 |
| | PRAKTICKÁ ČÁST | 50 |
| 9 | CÍLE | 50 |
| 10 | VÝZKUMNÉ OTÁZKY | 50 |
| 11 | KAZUISTIKY | 51 |
| | KAZUISTIKA 1 | 51 |
| | KAZUISTIKA 2 | 55 |
| | KAZUISTIKA 3 | 58 |
| | KAZUISTIKA 4 | 58 |
| | KAZUISTIKA 5 | 63 |
| 12 | DISKUSE | 68 |
| | ZÁVĚR | 70 |
| | SEZNAM ZDROJŮ | 71 |
| | INTERNETOVÉ ODKAZY | 72 |
| | SEZNAM ZKRATEK | 74 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ | 75 |
| | SEZNAM TABULEK | 76 |

ÚVOD

Ve své práci se zabývám ultrasonografickým vyšetřováním jater. Rozhodla jsem se zpracovat toto téma, protože ultrasonografie je diagnostická metoda, která přináší prvotní, ale často velmi podstatné informace při vyšetřování jaterních onemocnění, která jsou v populaci poměrně častá. Díky technickému pokroku sonografických přístrojů a především díky zavedení kontrastní ultrasonografie (CEUS) se ultrazvukové vyšetření zcela oprávněně řadí mezi metody, které tvoří diagnózu ložiskových lézí jater a může nahradit ve vyšetřovacím algoritmu některé z náročnějších a dražších grafických metod jako je výpočetní tomografie (CT) a magnetická rezonance (MRI). Sonografie jater je metoda s poměrně vysokou senzitivitou i specificitou, z pohledu pacienta nezatěžující (s výjimkou aplikace kontrastní látky intravaskulárně při CEUS) a z ekonomického hlediska se jedná o metodu poměrně lacinou. Nevýhodou však je značná míra subjektivity hodnocení a rovněž omezené využití u obezních pacientů.

Ultrasonografie by měla být (a obvykle také je) metodou první volby při podezření na patologické postižení jaterního parenchymu. V některých případech postačuje sonografický nález k finální diagnóze určitého postižení jaterního parenchymu a nevyžaduje žádné další vyšetřování (např. steatózy, jaterní cysty nebo hemangiomu). Jiné léze však vyžadují další ověření. V těchto případech sonografie nabízí další alternativu a to CEUS – vyšetření jater pomocí intravaskulárně aplikované kontrastní látky (KL), která umožňuje hodnotit perfuzní charakteristiky normálních i patologických tkání a na jejich základě provádět diferenciální diagnózu. Neopomenutelnou a velmi významnou úlohou ultrasonografie je sledování vývoje postižení jaterního parenchymu, ložiskových lézí i pooperační sledování.

Cílem mé práce je hlubší seznámení s ultrasonografií jako metodou, s jaterními onemocněními a jejich ultrasonografickým obrazem a rovněž s přínosem kontrastní ultrasonografie jako nadstavby nad standardní technikou sonografického vyšetření.

Práce obsahuje dvě hlavní části, teoretickou a praktickou. Teoretická část nejprve rozebírá anatomii a fyziologii jater, poté navazuje výčtem nejčastějších patologií a jejich ultrasonografickými obrazy a na závěr podrobněji popisuje technické principy ultrasonografie (včetně CEUS) se zaměřením na aplikaci u jaterních onemocnění. Praktická část je zaměřena na využití této metody v praxi. Pomocí

několika kazuistik objasňují praktický význam této metody v diagnostice onemocnění jater.

Hlavním cílem této práce je poukázat na přínos kontrastní ultrasonografie v algoritmu zobrazovacích modalit. Dále bych chtěla ověřit význam a uplatnění kontrastní ultrasonografie v diagnostice patologií jater. Ke každému cíli jsem vytvořila výzkumnou otázku. Otázka č.1: Je kontrastní ultrasonografie začlenitelná mezi standardní zobrazovací metody?, otázka č. 2: Je kontrastní ultrasonografie dostatečně přínosná při diagnostice jaterních onemocnění?

TEORETICKÁ ČÁST

1 ANATOMIE

Poznatky anatomie a chirurgie jater se rozvíjely v těsné závislosti. Chirurg nemohl bezpečně operovat bez znalostí anatomických poměrů a anatomové ztráceli o bádání „neoperovatelného“ orgánu zájem. Až spojení obou oborů dalo vzniknout názvu chirurgická anatomie jater. V poslední době je často používán termín funkční anatomie jater. ⁽¹⁾

1.1 Zevní anatomie jater

Játra jsou největším parenchymovým orgánem lidského těla. Jejich váha je okolo 1500g. Mají hnědě červenou barvu a při absenci jaterního onemocnění mají hladký lesklý povrch s poměrně ostrými okraji. Hmota jater je měkká a na pohmat poddajná, avšak relativně křehká, takže při větších otřesech a nárazech snadno dochází k natržení tkáně, které je spojeno s masivním, život ohrožujícím krvácením. ^(1,3)

Povrch jater tvoří Glissonovo pouzdro (capsula Glissoni) nebo též tunica fibrosa. Je to vazivová vrstva, která navazuje na vazivo kolem cév a k níž je řídkým vazivem připojen list peritonea. ⁽²⁾

Játra jsou uložena v pravém podbráničním prostoru a přes epigastrium přesahují mírně doleva. Povrch jater je kryt viscerálním peritoneem – serózou. Horní plocha, která je v těsné blízkosti bránice, je konvexní – facies diaphragmatika. Dolní plocha sousedící s orgány dutiny břišní je mírně konkávní – facies visceralis. Obě plochy do sebe přecházejí vpředu ostrým okrajem – margo acutus a dorzálně zaoblenou hranou – margo obtusus. ⁽¹⁾

Orgán je ve své poloze fixován závěsným aparátem, který se skládá z pevného srůstu horní plochy jater k bránici – pars affixa hepatis. Tato trojúhelníkovitá oblast není kryta serózou – Glissonovým pouzdrem. Z předního úhlu trojúhelníku pars affixa hepatis vycházejí dva listy ligamentum falciforme hepatis, které na předním okraji vytvářejí lig. teres hepatis. Horní přední plocha naléhá na bránici. Je volná, krytá peritoneem s výjimkou úzkého pruhu ligamentum falciforme hepatis. Toto ligamentum rozděluje povrch jater asymetricky na dvě části. ^(1,2)

Dolní plocha jater naléhá na orgány dutiny břišní a její reliéf je jimi zřetelně tvarován. Je převážně kryta peritoneem, a tedy volná. Spojení s trávicím traktem

zajišťuje širší vazivový pruh, ligamentum hepatoduodenale. Ligamentum hepatoduodenale je místem průběhu důležitých jaterních struktur – vrátnicové žíly (vena portae), jaterní tepny (arteria hepatica), žlučovodu (ductus choledochus) a mízních cest. Vstupuje do jater v místě sulcus transversalis – příčné rýhy. Toto místo nazýváme porta hepatis, což je vkleslina na spodní viscerální ploše jater. Porta hepatis je místem vstupu vena portae a arteria hepatica a výstupu jaterních žlučovodů ductus hepaticus. Portální žíla je uložena v porta hepatis dorzálně, jaterní tepna a žlučovod jsou ventrálně, přičemž tepna je vlevo od žlučovodu. Jaterní konec lig. hepatoduodenale tvoří rozhraní mezi dalšími tradičními jaterními laloky: lobus caudatus (ze stran ohraničený dolní dutou žílou a ligamentum venosum), lobus quadratus (ohraničený žlučníkem a ligamentum teres). Porta hepatis odděluje ventrální lobus quadratus od dorzálního lobus caudatus. ^(1,2)

1.2 Vnitřní struktura jater

Základní jaterní strukturou je jaterní lalůček – lobulus. Játra dospělého člověka obsahují 50 000 – 100 000 lalůčků. V jeho středu je vena centralis a na periferii portální prostor. Lobulus je situován kolem centrální žíly (vena centralis) a je složen z hepatocelulárních destiček. Každá destička je tvořena dvěma vrstvami hepatocytů. Oblast v bezprostřední blízkosti portálního prostoru je nejlépe zásobena krví a živinami a je nejodolnější, zóna kolem vena centralis je zásobena nejhůře, a proto je nejzranitelnější. Jednotlivé oblasti se rovněž liší svou metabolickou aktivitou. ⁽⁵⁾

Jaterní parenchym je tvořen jaterními buňkami, hepatocyty, které tvoří 60% jaterního objemu. Játra jsou složena z jednovrstevných buněčných plátů a trámců, které se vzájemně proplétají a jsou tunelovitě prostoupeny systémem lakun. Tunelový systém navzájem komunikuje se systémem lakun a je nositelem krevních jaterních kapilár, tzv. sinusoidů. Stěna sinusoidů je tvořena endotelovými buňkami s výběžky a perforacemi, bez bazální membrány. Perforace ústí do Disseho prostoru, úzké štěrbiny, která navazuje na tzv. krevní pól hepatocytů a umožňuje látkovou výměnu mezi hepatocyty a krevní plasmou. Ve stěně sinusoidů jsou zakotveny i Kupfferovy buňky, které patří k retikuloendoteliární soustavě (RES). Kupfferovy buňky jsou součástí fagocytárního systému a řadíme je mezi tkáňové makrofágy. ⁽⁵⁾

V Disseho prostoru se vyskytují hvězdicovité buňky (Itovy buňky), obsahující tukové kapénky a v případě poškození hepatocytů začnou produkovat kolagen.

Na sinusoidálním endotelu se vyskytují i tzv. „Pit cells“, což jsou výkonné lymfocyty ze skupiny „Natural Killers“. ^(URL 1)

Druhý pól jaterní buňky je žlučový. Žlučové kapiláry tvoří úzké kanálky, do kterých hepatocyty vylučují žluč. Žlučové kapiláry pokračují duktuly. Žlučový pól jaterní buňky je menší než krevní a také zranitelnější. ⁽⁵⁾

Vnitřní struktura jater je především záležitostí uspořádání cévního zásobení parenchymu. Uspořádání cév a žlučových kanálků začalo být podrobně studováno až v polovině 20. století v souvislosti s rozvojem resekcční chirurgie jater. Poslední pokroky umožnily bouřlivý rozvoj zobrazovacích technik na konci 20. století. Výsledkem tohoto studia je členění jater na funkční laloky. Toto členění vychází z větvení Glissonovy (jaterní, portální) triády, sestávající z v. portae, a. hepatica a žlučových kanálků. Tyto tři systémy se doprovázejí a jejich pleteň je obalena vrstvou vaziva. Větvení jaterních žil je vymeženo mezi větve triády a tvoří samostatný nezávislý cévní strom. ⁽²⁾

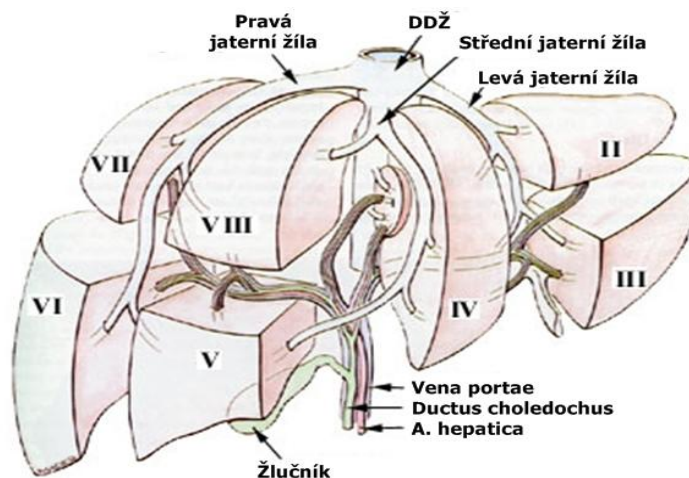
Játra mají povrchový a hluboký lymfatický systém. Povrchový lymfatický systém vytváří síť kapilár pod jaterním pouzdrem. Lymfa zde odtéká do zadního mediastina podél jaterních žil a do hrudního mízovodu (ductus thoracicus) nebo do uzlin hepatoduodenálního ligamenta podél a. hepatica. Hluboký systém odvádí lymfu z Disseho prostorů jaterního lalůčku až do hilu jater a odtud dále opět do lymfatických uzlin hepatoduodenálního ligamenta. Maligní nádory tudíž většinou metastazují do uzlin podél a. hepatica. ⁽¹⁾

1.3 Funkční dělení jater

Na základě uvedených principů uspořádání cévních a žlučových struktur bylo navrženo členění na jaterní segmenty. Jaterní parenchym je rozdělen podle větvení vena portae na jaterní segmenty. Nejpoužívanější je členění na osm jaterních laloků podle Couinauda (obr. 1). ⁽²⁾

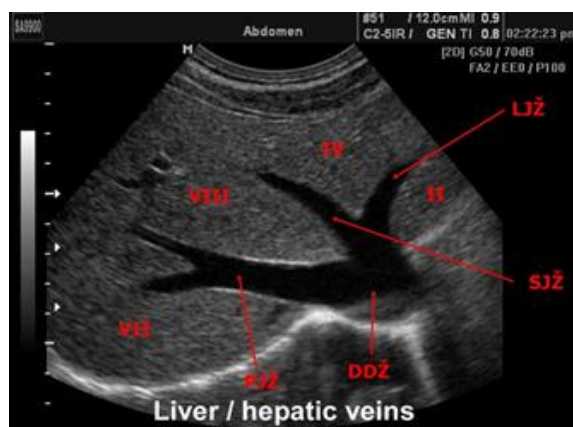
Segment je soustředěn okolo segmentární větve vena portae, větve arteria hepatica a podél větve žlučovodu. Hranice segmentů nejsou přesně dané, nejsou odděleny septy ani avaskulárními fisurami. Krev z každého segmentu je odváděna jaterními žilami běžícími ve vertikálních hranicích segmentů. ⁽¹⁾

Obr. 1: Jaterní segmenty (URL 2)



Anatomická orientace v jaterním parenchymu má pro ultrazvuk velký význam. Jaterní segmenty představují základní makroskopické anatomicko-funkční dělení jater. Mají význam jak pro popis ložisek při ultrasonografii, tak pro chirurgické resekce. Játra dělíme na 8 segmentů značených římskými čísly I-VIII (obr.2). (URL 2)

Obr. 2: Vtok jaterních žil do DDŽ (URL 2)



1.4 Portální systém

Portální systém zajišťuje funkční oběh jater. Vena portae je céva, která přivádí do jater krev z celého trávicího traktu, sleziny, pankreatu a žlučníku. Není vybavena

chlopněmi, takže tlak je v ní volně přenášen do přírodních větví. Portální žíla začíná soutokem slezinné žíly (v. lienalis), horní mezenterické žíly (v. mesenterica superior) a dolní mezenterické žíly (v. mesenterica inferior).⁽²⁾

Kmen portální žíly vzniká spojením v. mesenterica superior a v. lienalis, probíhá za hlavou pankreatu a jeho délka je asi 6cm. V oblasti porta hepatis se dělí na pravou větev portální žíly (ramus dexter venae portae), který je jakoby pokračováním průběhu kmene porty, a na levou větev portální žíly (ramus sinister venae portae), který je o poznání slabší a odstupuje pod úhlem asi 120 – 140°. ⁽¹⁾

1.5 Jaterní cirkulace

Jaterní cirkulace má dvě hlavní složky. Složka funkční, zajištěná portální žilou, která přivádí vstřebané živiny ze střeva. Složka nutritivní, obsahující tepennou, okysličenou krev, kterou přivádí a. hepatica propria. ⁽³⁾

Nutritivní oběh jater je typicky zajištěn větví z truncus coeliacus. Většinou se jedná o jeho pravou větev, a. hepatica communis, ze které se po oddělení na gastroduodenalis stává a. hepatica propria. Ta se pak na úrovni porta hepatis dělí na pravou a levou větev. Arteriální zásobení je značně variabilní, jak počtem akcesorních větví, tak větvením odstupu a. hepatica. V jaterním parenchymu odpovídá větvení arteriálního systému zhruba větvení vena portae. Asi u 50% lidí se v jaterním parenchymu nacházejí arterioarteriální spojky mezi pravým a levým jaterním lalokem. ^(1,2)

2 FUNKCE JATER

Jaterní funkce zajišťují vlastní parenchymové buňky, hepatocyty, které představují asi dvě třetiny celkové buněčné populace jaterní tkáně, ale také neparenchymové buňky. Mezi neparenchymové buňky řadíme Kupfferovy buňky, endotelie, epitelové buňky žlučových cest, Itovy buňky (hvězdicové buňky) a Pit buňky.⁽²⁾

Krev z tepenného i portálního systému proudí sinusoidy mezi trámci jaterních buněk, kde jsou na krevním pólu, který navazuje na Disseho prostor, vychytávány živiny. Na druhém pólu hepatocytu je vylučována žluč do žlučové kapiláry. Krev pokračuje ze sinusoidů do centrálních žil a odtud do jaterních žil dolní duté žíly.⁽⁷⁾

Játra mají čtyři základní funkce. Zajišťují metabolismus živin přiváděných z trávicího traktu, detoxikaci škodlivých látek, tvorbu žluči a regulují krevní přítok do dolní duté žíly a do pravého srdce. Zároveň slouží jako zásobárna krve. Detoxikační funkce spočívá v odvádění neutralizovaných, oxidovaných nebo jinak vázaných toxických látek (např. kyseliny glukuronové) do žluče. Touto cestou je z těla odstraňován bilirubin, cholesterol nebo jeho deriváty. Žluč je nezbytná pro resorpci tuků a v tucích rozpustných vitaminů.⁽⁷⁾

2.1 Metabolické funkce

Játra přeměňují živiny přiváděné z trávicího traktu. Tvoří většinu plazmatických bílkovin včetně bílkovin a faktorů, které se účastní srážení krve (fibrinogen, protrombin, plazmatické faktory), vychytávají mastné kyseliny, tvoří lipoproteiny, podílí se na tvorbě a odbourávání cholesterolu, skladují glykogen a uskutečňují glykogenezi. Játra jsou centrálním metabolickým orgánem celého organismu. Podílejí se na metabolismu sacharidů, proteinů i tuků.^(5,7)

2.1.1 Metabolismus sacharidů

Játra mají klíčové postavení v udržení přiměřené hladiny glukózy v krvi, tzv. glukostatická funkce jater. Pokud dojde k nadbytku glukózy v krvi, dochází v játrech k jejímu vyššímu vychytávání, zároveň je stimulována syntéza a uskladnění glykogenu. Při poklesu glykémie naopak játra udržují přiměřenou hladinu glukózy v krvi pomocí glykolýzy a glukoneogeneze.⁽⁵⁾

2.1.2 Metabolismus proteinů

Játra jsou důležitým místem proteosyntézy. Většina bílkovin plazmy (albumin, fibrinogen a hemokoagulační faktory) je tvořena v játrech. ⁽⁵⁾

2.1.3 Metabolismus lipidů:

Stejně jako u ostatních živin, i v případě metabolismu lipidů a lipoproteinů, jsou játra ústředním orgánem. Je v nich vysoká aktivita beta-oxidace mastných kyselin, probíhá tu tvorba značného množství cholesterolu a fosfolipidů, tvoří se lipoproteiny a dochází k lipogenezi – konverzi sacharidů a proteinů na tuk. ⁽⁵⁾

Játra oxidují část vstřebaných a tkáňových tuků po jejich rozložení na glycerol a mastné kyseliny, které jsou do jater přiváděny z periferních tkání. Produkty této oxidace jsou ketolátky - důležité alternativní zdroje energie pro řadu orgánů. Játra jsou díky svému enzymatickému vybavení jediným orgánem, který ketolátky produkuje, ale sám je nedovede využít. Glycerol, vznikající v tukové tkáni, je rovněž vychytáván játry a stává se zdrojem pro glukoneogenezi. Játra jsou klíčovým orgánem v tvorbě lipoproteinů. Tuk se zde skladuje ve formě triacylglycerolů a jsou tu uloženy i vitamíny rozpustné v tucích (A, D, E, K). ⁽⁵⁾

3 ULTRASONOGRAFICKÉ ZOBRAZENÍ JATER A JATERNÍCH PATOLOGÍÍ

Lékařská ultrasonografie (USG) je diagnostická zobrazovací technika založená na registraci ultrazvuku odraženého od tkání. Ultrazvukové vlny procházejí tělem a odrážejí se od jednotlivých orgánů, resp. od přechodů mezi strukturami o různé akustické impedanci. ⁽⁸⁾

Používají se piezoelektrické sondy o frekvencích 2-18 MHz. Do těla pacienta je vysíláno ultrazvukové (UZ) vlnění vytvářené piezoelektrickým měničem. Ultrazvukový měnič signál nejen vysílá, ale i přijímá. Akustická impedance (prostupnost ultrazvuku prostředím), a tedy rychlost šíření ultrazvukového vlnění, však není ve tkáních zcela stejná. Na rozhraní dvou tkání s odlišnou akustickou impedancí dochází k částečnému odrazu UZ vlnění. V ideálním případě je plocha rozhraní kolmá na směr šíření ultrazvukového vlnění. ⁽⁸⁾

Ultrazvuk se vysílá v opakovaných mikrosekundových impulsech, mezi nimiž jsou pauzy určené pro příjem odrazů ze tkáně. V době příjmu signálu sonda registruje intenzitu odraženého signálu (odpovídá echogenitě rozhraní) a časový interval mezi vysláním signálu a příjmem odrazu (odpovídá vzdálenosti akustického rozhraní od sondy). Intenzita ultrazvukového vlnění klesá exponenciálně, proto je třeba pro dobrou vizualizaci signál dále upravit, resp. provést jeho zesílení úměrně době, která uplynula od jeho vyslání (tedy vzdálenosti vyšetřované struktury od sondy). ⁽⁸⁾

Vzduch má pro ultrazvukové vlnění velmi vysokou impedanci, proto je třeba zajistit, aby vlnění procházelo jen vodním prostředím. V praxi je řešením důkladné pokrytí povrchu sondy gelem, který umožní dobrý průchod vlnění ze sondy do kůže. ⁽⁸⁾

Ultrazvukové vyšetření je výbornou metodou pro zobrazení měkkých tkání, nehodí se pro vyšetřování plic a kostí. Vyhodnocení záznamu ovšem vyžaduje velkou zkušenost vyšetřujícího lékaře. Zvláště složité a někdy i nemožné je hodnocení ultrazvuku u obézních lidí. Dosud nebyly prokázány žádné nežádoucí účinky diagnostického ultrazvuku, proto je možné vyšetřovat těhotné ženy a děti, a to i opakovaně. ^(URL 3)

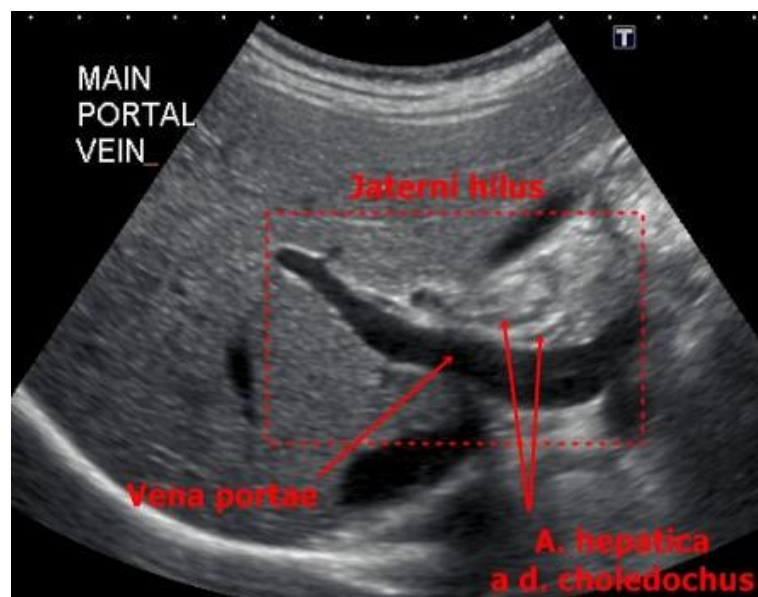
Ultrasonografie patří mezi základní zobrazovací metody onemocnění jater. Zpravidla je indikována jako první vyšetřovací metoda. Její hlavní výhody jsou nezářezovost, snadná dostupnost, rychlost a nízká cena. Játra jsou pro ultrazvukové

vyšetření nejpřístupnějším parenchymovým břišním orgánem. Metoda je vhodná i k navigaci některých intervenčních výkonů. Peroperační ultrasonografie je nezbytnou součástí jaterní chirurgie. Nevýhodou ultrasonografie je subjektivita, obtížná reprodukovatelnost a závislost na zkušenostech vyšetřujícího. ⁽¹⁾

3.1 Fyziologický obraz jater

Normální játra nepřesahují v medioklavikulární čáře žeberní oblouk. Povrch je hladký a ventrální strana ostrá. Parenchym má střední echogenitu (lehce vyšší než echogenita ledvinné kůry) a homogenní, jemně zrnitou texturu. Jsou v něm dobře odlišitelné žilní struktury. Jaterní žíly (vv. hepaticae) se z periferie sbíhají pod bránicí a vlévají se do dolní duté žíly. Postrádají echogenní ohraničení na rozdíl od větví portální žíly. Jaterní tepny a žlučovody jsou detekovatelné pouze v hilu a centrálních partiích jater (obr. 3).⁽¹⁾

Obr. 3: Obraz jaterního hilu. V jaterním hilu vidíme vtok v. portae do jater. Dvě tenké linky "nad" venou portae je a. hepatica a d. choledochus. ^(URL 4)

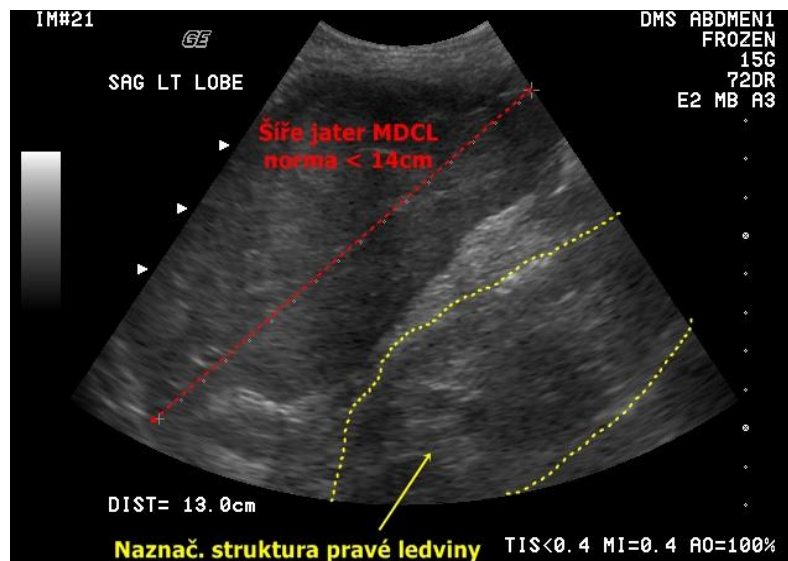


Játra jsou základním orgánem zobrazovaným při ultrazvukovém vyšetření břicha. Vyšetřují se v poloze na zádech, případně v poloze na levém boku (lepší zobrazení jaterního hilu) vějířovitým pohybem sondy v podélné i příčné rovině. Jaterní hilus (v. portae, a. hepatica, d. choledochus) zobrazíme v pravém podžebří v rovině,

s vychýlením sondy z transverzální roviny cca o 45° po směru hodinových ručiček. Játra se mnohem lépe vyšetřují při nádechu. (URL 4)

V USG obraze se hodnotí velikost zobrazovaných struktur, která dává informaci o stavu jater. Za fyziologickou hodnotu je považován kraniokaudální rozměr jater do 14 cm (obr. 4), šíře vena portae do 13 -15 mm, šíře ductus choledochus do 6 mm, šíře jaterních žil do 6 mm v periférii, do 10 mm v blízkosti dolní duté žíly (v. cava inferior - VCI). (URL 4)

Obr. 4: Kraniokaudální rozměr jater v USG obraze (URL 4)



4 ZÁKLADNÍ PATOLOGICKÉ NÁLEZY

4.1 Difúzní jaterní onemocnění

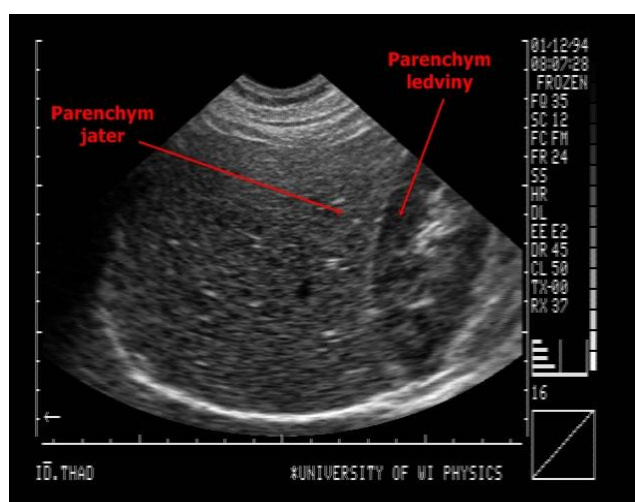
Difúzní jaterní onemocnění se nemusí v ultrasonografickém obraze vůbec projevit. Pokud ano, nacházíme změnu velikosti jater, zhrubnutí textury, difúzně zvýšenou nebo sníženou echogenitu parenchymu. Nálezy jsou často nespecifické a diagnózu je možné stanovit až na základě bioptického vyšetření. ⁽¹⁾

4.1.1 Steatóza

Steatóza jater (ztukovatění) je relativně časté onemocnění postihující jaterní tkáň. Jedná se o hromadění tukových částic v hepatocytech, které může narušit jejich funkci a způsobit i nevratné poškození jater. ^(URL 5)

Typický je sonografický obraz (obr. 5). Zvýšení obsahu tuku se projeví zvýšenou echogenitou parenchymu, ve kterém zaniká echogenní ohraničení větví portální žíly. Většinou pozorujeme zvětšení jater. Steatotická tkáň má zvýšenou odrazivost a způsobuje oslabení až vymizení signálu v partiích vzdálenějších od sondy. V extrémních případech není pro steatózu možno zobrazit jaterní parenchym vůbec. Problémem je v některých případech fokální steatóza, neboť může imitovat jiné ložiskové změny. Pro odlišení tohoto procesu je vhodná kontrastní ultrasonografie, případně magnetická rezonance. ⁽¹⁾

Obr. 5: Steatóza jaterní ^(URL 4)



Na obrázku je patrná zvýšená echogenita jater, jaterní parenchym je světlejší než parenchym pravé ledviny. Steatóza postihuje zejména dospělé ve středním věku a vyšším věku, ale může postihnout i děti. Mezi nejčastější příčiny onemocnění se řadí alkoholismus, zvýšený přívod živin - obezita, porušený metabolismus tuků (lipidů), především triacylglyceridů. ^(URL 5)

4.1.2 Fokální steatóza a nesteatóza

Tyto léze mohou vzhledem připomínat ložiska nádorové povahy. Typické pro ně je, že se nechovají expanzivně a neovlivňují průběh cév. Projevují se jako ohraničená ložiska s neostrým ohraničením. Při fokální steatóze nacházíme zvýšenou echogenitu oproti okolnímu jaternímu parenchymu. Fokální nesteatóza je oproti okolní steatotické jaterní tkáni hypoechogenní. ⁽¹⁾

4.1.3 Jaterní cirhóza

„Jaterní cirhóza je v ČR vcelku běžné onemocnění. Její příčinou je těžké poškození jater, nejčastěji způsobené dlouhodobou konzumací alkoholu, nebo onemocněním infekční hepatitidou (nejčastěji k cirhóze vede typ C, někdy i typ B). Cirhóza sama o sobě není poškozením jater, ale snahou těchto poškozených jater o regeneraci. Játra jsou schopná poměrně rozsáhlé regenerace, ale u těžce poškozených jater je tato obnova nedokonalá a novotvořená jaterní tkáň je chaoticky uspořádaná do tzv. regeneračních uzlů.“ ^(URL 6, cit..)

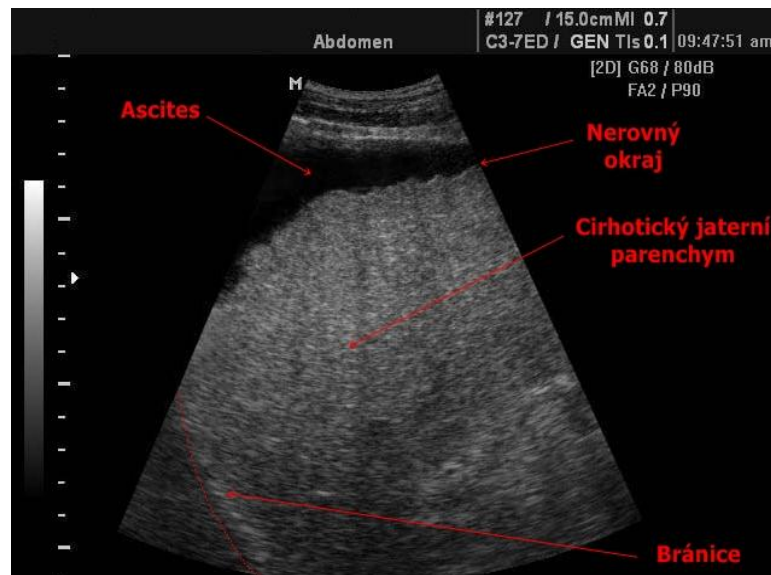
Dochází ke zhoršování funkce jater ohledně zpracovávání živin, odstraňování odpadních látek a detoxikace škodlivin. Játry obtížněji protéká krev a městná v portálním řečišti. Jaterní cirhóza je chronické jaterní onemocnění, při kterém postupně dochází k přestavbě jaterní tkáně a cévního řečiště jater. ^(URL 6)

Ultrasonografická diagnostika jaterní cirhózy je nezdědka obtížná. Nálezky jsou variabilní, od zcela normálního obrazu v počátečních stádiích až po zvětšená nebo zmenšená játra se zhrubělou nehomogenní texturou a nerovným povrchem u pokročilejšího onemocnění. Typickým znakem u pokročilejších stádií onemocnění je zvětšení lobus caudatus a levého laloku oproti laloku pravému. U pokročilých stádií také nacházíme portální hypertenzi. ⁽¹⁾

Při cirhóze játra mají nepravidelné okraje (makronodulární, či mikronodulární cirhóza), jaterní žíly se spojují v tupých úhlech, kromě toho bývá zvýšená echogenita

parenchymu a někdy se může parenchym zdát zrnitý. V pozdějších stádiích se zmenšuje velikost jater. Obvykle se objevují i známky portální hypertenze - hromadění tekutiny v břišní dutině (ascites), rozšíření (dilatace) v. portae a jejich přítoků, portosystémové kolaterály, zvětšení sleziny (splenomegalie) (obr. 6).^(URL 6)

Obr. 6: Cirhóza jater ^(URL 4)



r

4.2 Ložisková jaterní onemocnění

4.2.1 Jaterní cysta

Cysta je dutý, patologický útvar, ohraničený od okolní tkáně vlastní, často atrofovanou, epiteliální výstelkou. Příčiny vzniku cysty jsou různé, nejčastěji vzniká po uzavěru žlázového vývodu, popřípadě jeho rozšířením. Některé cysty jsou důsledkem vývojové anomálie nebo nádorového původu. Zvláštním druhem cyst jsou cysty parazitární tvořené samotným parazitem. Některé útvary se cystám pouze podobají, jedná se o tzv. pseudocysty, útvary vznikající rozestupem tkání, ohraničeny jen tenkou vazivovou membránou.^(URL 7)

Prostá cysta je obvykle náhodným asymptomatickým nálezem. Cysta se projevuje jako ostře ohraničený, kulovitý nebo oválný, anechogenní tenkostěnný útvar s dorsálním akustickým zesílením za cystou (obr. 7).⁽¹⁾

U komplikovaných cyst (zánětlivě změněných nebo prokrvácených) dochází k homogennímu nebo nehomogennímu zvýšení echogenity obsahu a může dojít i k zesílení stěny. Cysta pak může mít vzhled jako absces nebo tumor. ⁽¹⁾

Obr. 7: Jaterní cysta ^(URL 4)



Na obrázku je patrná pravidelná, anechogenní, jasně ohraničená jaterní cysta a za ní se nachází kužel dorzálního akustického zesílení.

4.2.2 Jaterní absces

Absces je dutina ve tkáni vyplněná hnisem, ohraničená pyogenní membránou. Abscesy jsou spojeny zejména s hnisavými bakteriálními infekcemi - častými původci abscesů jsou bakterie ze skupiny stafylokoků a streptokoků. ^(URL 18)

Obraz jaterního abscesu závisí na stádiu vývoje. V počátku se objevuje hypoechogenní zóna, ve které postupně vznikají anechogenní okrsky kolikvace. Vyvrálý absces má vzhled ohraničeného ložiska s hyperechogenní stěnou a tekutým obsahem. Může mít nehomogenní strukturu a obsahovat septa. Distálně od ložiska se, stejně jako u cysty, vytváří arteficiální zesílení signálu. Podobný vzhled jako absces může mít nekrotický tumor, hematom nebo komplikovaná cysta. ⁽¹⁾

5 JATERNÍ NÁDORY

Obraz jaterních nádorů je při sonografickém vyšetření značně variabilní a ve většině případů nelze spolehlivě odlišit jednotlivé histologické typy. Neexistují ani

jednoznačná kritéria pro odlišení benigních lézí od maligních. Až na výjimky, jako je např. hemangiom nebo metastázy. Vždy je nutné ověření nálezu dalšími zobrazovacími metodami nebo biopsií. ⁽¹⁾

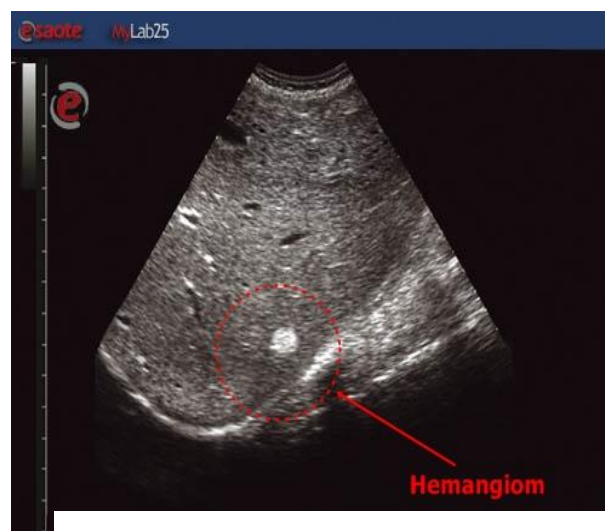
Nové možnosti v diagnostice jaterních nádorů přineslo zavedení echokonstrastních látek. Kontrastní ultrasonografie umožňuje významně zúžit diferenciální diagnózu. Hodnoty senzitivity a specifity ultrazvukového vyšetření za použití kontrastní látky se blíží výpočetní tomografii. ⁽¹⁾

5.1 Benigní nádory

5.1.1 Hemangiom

Hemangiom je nejčastější primární nádor jater, vycházející z krevních cév. Příčina vzniku hemangiomů není zcela známa. Uvažuje se o hormonálních vlivech, častější výskyt je u žen dlouhodobě užívajících hormonální antikoncepci. Jedná se o klubíčka rozšířených cév, kterými protéká krev. Většinou jsou asymptomatické a obvykle jsou zjištěny náhodně. Nemusí se nijak projevit, nedojde-li ke komplikacím. Komplikací hemangiomu je krvácení, pokud dojde k jeho poranění, a případně útlak okolních tkání při jeho růstu. ^(1, URL 8)

Obr. 8: Jaterní hemangiom ^(URL 4)



Typicky se projevuje jako homogenní, ostře ohraničené, hyperechogenní ložisko (obr.8). Často je lokalizovaný pod bránicí nebo v blízkosti jaterních žil. Velké hemangiomy mívají značně heterogenní strukturu. Někdy se setkáváme i s menšími hypoechogenními hemangiomy. Tento obraz je častý v terénu jaterní steatózy. ⁽¹⁾

5.1.2 Fokální nodulární hyperplázie

Fokální nodulární hyperplázie (FNH) je ve své podstatě nodulární uzlovitě uspořádání hepatocytů v játrech. Vzniklý útvar je obvykle uložen v blízkosti kapsuly jater. Velikost léze je obvykle mezi 1 - 8 cm. ^(URL 9)

FNH je druhou nejčastější benigní ložiskovou lézí. Jedná se o pseudotumor, daný proliferací normální jaterní tkáně, pravděpodobně podmíněnou přítomností vrozené arteriovenózní malformace. ⁽¹⁾

FNH má charakteristickou stavbu. V centru se nachází kolem cév vazivová tkáň, která se nazývá „centrální jizvou“. Obraz do jisté míry připomíná ložisko makronodulární cirhózy. Příčina vzniku není jasná. FNH se vyskytuje mnohem častěji u žen, ale neprokázala se souvislost s hormonální antikoncepcí. To je velký rozdíl oproti jaterním adenomům. Vzhledem k bohatému cévnímu zásobení a časté spojitosti s výskytem hemangiomů na jiných místech se může jednat o cévní malformaci. ^(URL 9)

V sonografickém obraze se jeví jako homogenní izoechogenní nebo lehce hyper- či hypoechogenní ložisko. Centrální „jizva“ je obvykle obtížně diferencovatelná. Při dopplerovském vyšetření je FNH hypervaskularizovaná s loukoťovitě uspořádanými arteriemi. V periférii je někdy možno nalézt rozšířenou drénující žílu. ⁽¹⁾

5.1.3 Hepatocelulární adenom

Nejvýznamnějším nezhoubným nádorem jater je hepatocelulární adenom (adenom vyrůstající z jaterních buněk). Vyskytuje převážně u mladých žen a dívek v důsledku užívání perorálních kontraceptiv, které mají významný podíl na vzniku hepatocelulárních adenomů. Ačkoli onemocnění není považováno za prekancerózu (za jakýsi předstupeň rakoviny), bylo popsáno několik případů postupné přeměny adenomů do maligního nádoru. Adenomy vzniklé v souvislosti s užíváním hormonální antikoncepce po jejím vynechání často vymizí. ^(URL 10)

„Obraz jaterního adenomu je nespecifický a nelze jej spolehlivě odlišit od maligního nádoru. Tumor je dobře ohraničen, jeho echogenita je variabilní a vlivem krvácení a nekróz často nehomogenní.“ ^(1, s. 38)

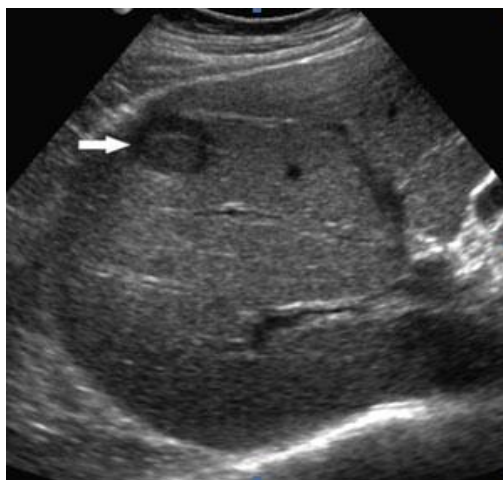
5.2 Nejčastější maligní nádory

5.2.1 Hepatocelulární karcinom HCC

Hepatocelulární karcinom je primárním maligním tumorem jater, vychází z hepatocytů. Má úzký vztah s jaterní cirhózou a s chronickými infekčními hepatitidami. Vyskytuje se u obou pohlaví, asi 3x častěji u mužů. Celosvětově je častý, nejvíce se vyskytuje v jihovýchodní Asii a v Africe. Důležitou predispozicí je jaterní cirhóza. Relativně běžně vzniká jako důsledek chronické hepatitidy a cirhózy infekční etiologie (hepatitida B a C). Význam má zcela jistě i účinek aflatoxinu, který je produkován plísní *aspergillus flavus*. Toto riziko je nejvýznamnější v afrických zemích. Toxin může kontaminovat burské ořšky či obiloviny. Nebezpečí HCC vzniká i u alkoholické cirhózy. ^(URL 11)

HCC (obr. 9) nacházíme často v terénu jaterní cirhózy. Může mít solitární, multifokální nebo difuzně rostoucí formu. Malá ložiska jsou většinou izo- nebo hypoechogenní. Ve větších nádorech dochází k nekrózám, krvácení nebo tukové přeměně. Ložiska získávají nehomogenní vzhled, chovají se expanzivně a dislokují cévy. Sonograficky je prokazatelná i patologická vaskularizace, invaze do žilních kmenů. ⁽¹⁾

Obr.č. 9: Hepatocelulární karcinom ^(URL 4)



5.2.2 Cholangiocelulární karcinom

„Cholangiocelulární karcinom se dělí na tři typy – periferní (intrahepatální), hilový (Klatskinův tumor) a extrahepatální. Nádor vytváří ložiska variabilní echogenity a není opouzdřen. Častým příznakem jsou dilatované žlučovody. Sonograficky lze zachytit i postižení cév nebo zvětšení uzlin.“^(1, s. 39)

5.2.3 Sekundární jaterní nádory – metastázy

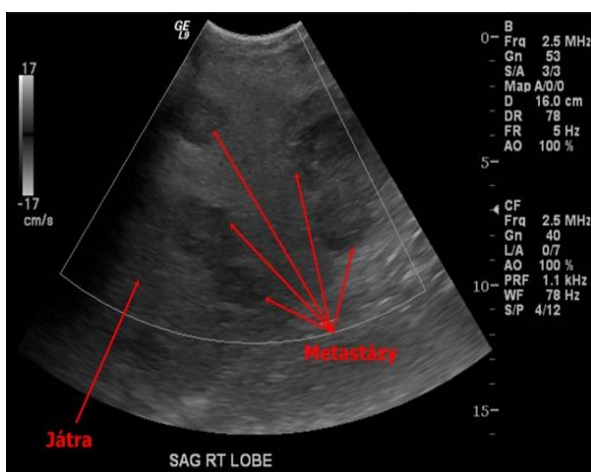
Metastázy jsou ložiska zhoubných nádorů, které však se svými primárními ložisky nejsou v přímém kontaktu. Jsou tedy důsledkem šíření nádoru po těle nemocného. Nádor se začíná metastaticky šířit až poté, co dosáhne určité velikosti (počtu nádorových buněk).^(URL 12)

Nejtypičtějšími způsoby šíření zhoubného nádoru jsou cestou krevního a lymfatického oběhu. Velká část nádorů se nejdříve šíří lymfatickými cévami do okolních mízních uzlin a pak i krevní cestou do vzdálenějších orgánů. Nález nádorem zvětšených uzlin či nález vzdálených metastáz pochopitelně výrazně zhoršuje prognózu a vede k nutnosti změnit léčebnou strategii.^(URL 12)

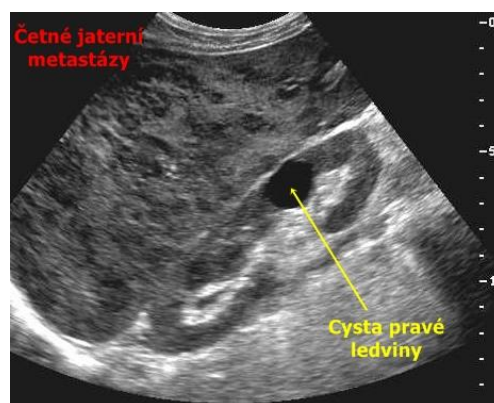
Metastázy v játrech jsou velmi časté. Obvykle se jedná o nádory trávicího traktu či gynekologické nádory, metastazovat sem však může prakticky jakýkoliv zhoubný nádor. Játry protéká značné množství krve a jaterní tkáň je proto poměrně vhodná pro uchycení metastáz. Jaterní metastázy mohou být asymptomatické, jindy najdeme zvětšení jater, bolesti v pravém podžebří, či přímo narušení jaterních funkcí (žloutenka, narušení krevní srážlivosti apod.).^(URL 12)

„Jaterní metastázy jsou ve většině případů hypoechogenní nebo mají terčovitý vzhled. Hyperechogenní metastázy mohou činit diferenciací diagnostické obtíže proti hemangiomu. Na rozdíl od hemangiomu mívají v periférii hypoechogenní lem. U hypovaskulárních metastáz neprokazujeme při dopplerovském vyšetření žádný tok. V případě difuzního metastatického postižení může obraz připomínat jaterní cirhózu (obr. 10, 11).“^(1, s. 40)

Obr.č. 10: Metastázy jaterní ^(URL 4)



Obr.č. 11: Četné metastázy jaterní I ^(URL 4)



5.3 Traumatické změny (lacerace, kontuze)

Poranění jater patří dnes k častým úrazům orgánů dutiny břišní v důsledku stoupající incidence silničních a kriminálních úrazů v naší společnosti. Velmi často jsou součástí polytraumat nebo sdružených poranění. Vedle ruptury sleziny, je poranění jater nejčastějším poraněním nitrobřišních orgánů. ^(URL 13)

Při podezření na nízkoenergetické trauma (autonehoda do 50km/h, pád z výšky do 3m) břišních orgánů je sonografie indikována jako první vyšetřovací metoda. U vysokoenergetických traumat je metodou první volby CT. Úkolem je zjistit přítomnost hemoperitonea a větších traumatických změn břišních orgánů. Kontuze nebo lacerace jater mohou být těsně po úrazu téměř izoechogenní s jaterním parenchymem. S odstupem se echogenita ložisek nejprve zvyšuje a následně snižuje. V pozdějších fázích je častá nehomogenita ložisek daná kolikvaci hematomu. Subkapsulární hematom má vzhled hypoechogenní vřetenité nebo srpkovité kolekce tekutiny při okraji jater. ⁽¹⁾

5.4 Cévní onemocnění

5.4.1 Portální hypertenze

Portální hypertenze představuje závažný stav, při němž je zvýšený tlak ve vena portae. Portální žíla odvádí krev ze sleziny a ze střev. Nejčastější příčinou zvýšení tlaku krve ve v. portae je alkoholická jaterní cirhóza, kdy cirhotická tkáň klade velký odpor

toku krve. Relativně častou příčinou je i pravostranné srdeční selhání. Pokud je funkce pravé poloviny srdce nedostatečná, městná krev před ní - v dolní duté žíle. Městná krev v dolní duté žíle a jaterních žilách se může přenášet na portální systém. Toto hromadění krve se může přenést i do jater a odtud do vrátnicové žíly. Vznik portální hypertenze mohou způsobit i mechanické překážky. Například stlačení portální žíly blízko uloženým nádorovým procesem (např. nádory jater, nádory žlučníku nebo nádory žlučových cest.), nebo vznik krevní sraženiny v portální žíle. ^(URL 14)

Velmi vzácnou příčinou přetlaku portální žíly je tzv. Budd-Chiariho syndrom, kde dochází k uzávěru jaterních žil, které odvádějí krev do dolní duté žíly. Ve skutečnosti je jeho výskyt asi 1 ku milionu. ^(URL 14)

Diagnostika portální hypertenze se opírá o tři základní kritéria: přítomnost kolaterál, zvětšení šíře v. portae, v. lienalis a v. mesenterica superior (normálně je jejich součet do 27 mm) či změny charakteru toku v portálním systému (zpomalení a obrácení). Pokud je portální hypertenze sdružena s jaterní cirhózou, nacházíme difuzní změny jaterního parenchymu. Do obrazu portální hypertenze patří rovněž splenomegalie. ⁽¹⁾

5.4.2 Buddův – Chiariho syndrom

Buddův – Chiariho syndrom je charakterizován kompletní nebo segmentární obstrukcí jaterních žil nebo obstrukcí dolní duté žíly. Může být způsoben trombózou nebo nádorem, ale ve většině případů se příčina nezjistí. Dochází k absenci nebo obrácení toku v jaterních žilách. Můžeme prokázat jejich trombotické uzávěry nebo nádorovou invazi. Játra jsou zvětšená a vyvíjí se portální hypertenze. ⁽¹⁾

6 FYZIKÁLNÍ ZÁKLADY ULTRAZVUKU

6.1 Princip ultrazvuku

Ultrazvuk je mechanické vlnění způsobené oscilací částic v prostředí. Ultrazvukové vlny mají frekvenci vyšší než 20 kHz (tj. 20.000 oscilací/sec), pro lidské ucho jsou tedy nezachytitelné. K lékařské aplikaci je vhodné frekvenční pásmo mezi 2 a 30 MHz. ^(URL 3)

Ultrazvuk je zvuk o tak vysoké frekvenci, že jej člověk neslyší. Prostředím se šíří jako vlna stlačování a uvolňování tkáně. Zdrojem vlnění je piezoelektrický krystal v ultrazvukové sondě. Různé tkáně mají různou echogenitu – schopnost odrážet ultrazvukové vlny. Ultrazvuková vlna naráží při průchodu tělem na tkáňová rozhraní, přechody tkáňových struktur s odlišnou akustickou impedancí. Na tkáňovém rozhraní se část vlny odrazí a zbytek projde dál, k dalšímu tkáňovému rozhraní, aby se zase část odrazila a část prošla atd. Čím rozdílnější jsou echogenity sousedících tkání, tím větší je odraz vlny. Ultrazvuková sonda odražené vlny přijímá. ^(URL 3)

Užití ultrasonografie je limitováno fyzikálními parametry tkání – nelze vyšetřovat porézní tkáně (kosti, plíce), které velmi účinně tlumí přenos ultrazvukové energie a vytváří akustický stín. Naopak měkké tkáně a dutiny vyplněné tekutinou jsou pro sonografii velmi vděčným objektem. ⁽¹⁰⁾

V radiodiagnostice jsou běžně využívány frekvence 2 – 5 MHz, ve speciálních případech až 20 MHz. Echa (vlny) vznikají v piezoelektrickém krystalu v ultrazvukové sondě. ^(URL 15)

Zdrojem ultrazvukového vlnění jsou destičky z vhodného materiálu (např. z křemene, některé syntetické látky), které se vlivem periodického nabíjení elektrickým proudem smršťují a rozpínají (deformují), čímž vzniká mechanické vlnění neboli piezoelektrický jev. ⁽⁸⁾

6.2 Charakteristiky ultrazvukového pole

Ultrazvukový signál je přímo vázán na prostředí, ve kterém se šíří. Šíření ultrazvuku je podélné, příčné a objemové. V homogenním prostředí se ultrazvuk šíří konstantní rychlostí, která závisí na fyzikálních vlastnostech a teplotě prostředí.

USG vlnění se šíří tkání rychlostí danou obsahem vody ve tkáni. Kapaliny jsou nejvodivějším prostředím, protože hustota a soudržnost elementárních částic je větší

a jejich elasticita je též velká. V kapalinách se šíří jen podélné vlnění, protože většina kapalin neklade odpor při namáhání smykem. Živá tkáň se svými vlastnostmi více blíží kapalině a z toho důvodu se v ní také šíří pouze podélné ultrazvukové vlny. Tuhé látky mají velkou hustotu a soudržnost elementárních částic, elasticita tohoto prostředí je malá. V prostředí s větší hustotou se UZV šíří rychleji, avšak prostředí mu klade větší odpor a tím omezuje dosah šíření UZV vln. V plynech je rychlost šíření UZV vln malá, protože soudržnost a hustota elementárních částic je malá. Rychlost šíření ultrazvuku v různých tkáních nalezneme v tabulce č. 1. ⁽¹⁰⁾

Tab. 1: Tabulka rychlost šíření ultrazvuku v některých tkáních (v m/s) ⁽¹⁰⁾

| | | | |
|--------|-----------|-----------|------|
| vzduch | 330 | mozek | 1540 |
| voda | 1530 | ledviny | 1560 |
| tuk | 1450 | svalovina | 1590 |
| krev | 1570 | játra | 1570 |
| kosti | 2500-4700 | | |

6.3 Ultrazvuk - základní terminologie

6.3.1 Vlastnosti ultrazvuku

Mezi všeobecně známé vlastnosti ultrazvuku patří: šíří se v tělesných tkáních, odráží se od rozhraní tkání o různé hustotě, láme se na stejných rozhraních a rozptyluje se.

6.3.2 Akustická impedance

Každé prostředí klade šíření ultrazvuku různý vlnový odpor tzv. akustickou impedanci, což má zásadní vliv na chování ultrazvukového vlnění na rozhraní daného prostředí. Na rozdílné akustické impedanci jednotlivých tkání je založena schopnost ultrazvuku zobrazit vyšetřované části těla. ⁽¹⁰⁾

Při kolmém dopadu UZV vlny na rozhraní dvou prostředí s rozdílnou akustickou impedancí se vlna částečně odrazí a částečně přejde do druhého prostředí. Při šikmém

dopadu vlnění nasává odraz a lom, a v případě, že jedno z prostředí je tuhá látka, nastává transformace podélného vlnění na příčné. Vlnění se může lámat nejvíce po mezní úhel, po jehož překročení se celá energie odrazí, do vyšetřovaného prostředí neprojde. Proto je důležitý kolmý dopad UZV vlnění na povrch rozhraní, čehož lze dosáhnout vhodným polohováním sondy. ⁽¹⁰⁾

Na rozhraní plyn/tuk se odrazí asi 98% a na rozhraní kost/tuk asi 50% UZV energie. Z toho vyplývá, že plyn ve střevě a větší množství tuku v mezenteriu prakticky znemožňuje vyšetření velké části břišní dutiny. K minimalizování ztrát při přenosu UZV energie do vyšetřované oblasti je nutno mezi sondu a kůži pacienta aplikovat vhodné imerzní prostředí (speciální gely, olej), které navíc vyrovná případné nerovnosti. ⁽¹⁰⁾

6.3.3 Odraz

Narazí-li zvuková vlna při svém postupu na hranici mezi dvěma prostředími s různou akustickou impedancí, dochází k jejímu částečnému odrazu. Čím větší je změna impedance tkání, tím je větší odraz zpět směrem k sondě. ⁽¹⁰⁾

Odraz neboli reflexe se též označuje jako „echo“. Vzniká na rozhraní dvou tkáňových vrstev s odlišnými fyzikálními vlastnostmi. Totální odraz se zobrazí jako velmi světlá struktura, za níž je akustický stín (absence odrazů, černá zóna). ⁽¹⁰⁾

6.3.4 Echogenita

„Světlost“ jednotlivých bodů obrazu se zvyšuje s množstvím impedančních změn. Jinými slovy echogenita je schopnost tkání působit odrazy. ⁽¹⁰⁾

Hyperechogenní obraz je světlý. Vykazují ho tkáně, ve kterých dochází k mnoha impedančním změnám, produkují mnoho ech, např. ztukovatění parenchymových orgánů. Hypoechogenní obraz je tmavý, mají ho tkáně s malým množstvím impedančních změn, např. svaly, uzliny. Anechogenní obraz je černý, zobrazuje se u homogenních tekutin bez impedančních změn, např. krev, moč, žluč, obsah cyst, likvor, ascites. ⁽¹⁰⁾

6.3.5 Akustické okno

Tkáně, které kladou ultrazvukovému vlnění jen malý odpor, usnadňují získání obrazu struktur za ním uložených. Například naplněný močový měchýř je vynikajícím akustickým oknem, které umožňuje znázornit pánevní struktury. ⁽¹⁰⁾

6.3.6 Akustické zesílení

Za většími dutinami naplněnými homogenní tekutinou (např. cysta) je patrné relativní zesílení ech, tzv. akustické zesílení. Ultrazvukové vlny mají dostatek reflexí, a proto jim zůstává více energie než vlnám v okolních tkáních. Dorzálně uložené struktury se proto zobrazují hyperechogenně. ⁽¹⁰⁾

6.3.7 Akustický stín

Silné odrazivé struktury (např. konkrementy) tvoří výrazné akustické rozhraní, které odráží většinu ultrazvukového vlnění. Za nimi vznikne obrazový pruh snížené echogenity, tzv. akustický stín. ⁽¹⁰⁾

6.3.8 Frekvence

Je počet kompletních ultrazvukových vln za jednu sekundu. Pro ultrasonografickou diagnostiku se udává v megahertzích (MHz). Čím je frekvence vyšší, tím lepší je rozlišovací schopnost, tj. obraz na monitoru poskytuje více detailů. ⁽¹⁰⁾

6.3.9 Vlnová délka

Vlnová délka jednoho cyklu ultrazvukové vlny je nepřímo úměrná frekvenci a určuje rozlišovací schopnost. Vlnová délka ultrazvuku je velmi důležitá právě v jeho diagnostických aplikacích. Je nepřímo úměrná jeho frekvenci. Čím je frekvence vyšší, tím je vlnová délka kratší. Čím kratší je vlnová délka, tím lepší je rozlišovací schopnost, tj. obraz na monitoru je jasnější a poskytuje více detailů. ⁽¹⁰⁾

Velmi podstatné je, že čím je větší frekvence ultrazvuku, tím menší je jeho průnik do hloubky, proto se pro povrchové struktury mohou využívat vysokofrekvenční sondy na rozdíl od hluboko uložených struktur. ⁽¹⁰⁾

6.3.10 Intenzita

Intenzita UZV vlnění se vyjadřuje množstvím akustické energie, která prochází jednotkovou plochou a představuje tlak, kterým ultrazvuk působí na podložku. Udává se v jednotkách W/m^2 . Při šíření UZV vlny prostředím se její mechanická energie mění na teplo. Nastává absorpce energie a intenzita UZV vlnění klesá se vzdáleností ve směru šíření. ⁽¹⁰⁾

6.3.11 Rozlišovací schopnost

Rozlišovací schopnost je jednou z nejdůležitějších charakteristik UZV pole z pohledu zobrazovacích metod. Je stanovena jako nejkratší vzdálenost mezi dvěma objekty, které se zobrazí odděleně, bez splývání. Tato charakteristika je teoreticky dána použitou vlnovou délkou (viz kap. 6.3.9). ⁽¹⁰⁾

Axiální (osová, hloubková) rozlišovací schopnost udává, v jaké nejmenší vzdálenosti můžeme rozlišit dva objekty, které leží za sebou na ose UZV svazku. Laterální rozlišovací schopnost vyjadřuje, v jaké nejmenší vzdálenosti v rovině kolmé na směr šíření ultrazvuku jsou uloženy objekty, které je možno zobrazit a rozlišit jako samostatné. ⁽¹⁰⁾

Další druhy rozlišovací schopnosti jsou vrstevná a časová rozlišovací schopnost a rozlišení stupňů šedi. UZ přístroj je schopen zobrazit mnohem více stupňů (odstínů) šedi než rozliší lidské oko. Okem je běžně rozlišeno 16 odstínů šedi. Mezi těchto 16 odstínů je rozděleno celé spektrum zachycení UZ odrazů. ⁽¹⁰⁾

7 ULTRAZVUKOVÉ PŘÍSTROJE A TYPY ZOBRAZENÍ

Ultrazvukové přístroje dělíme na diagnostické a terapeutické. Mezi terapeutické řadíme např. fyzioterapeutické přístroje, ultrazvukové rozbíječe kamenů tzv. lithotriptyory a odstraňovače zubního kamene. ⁽¹⁰⁾

Diagnostické ultrazvukové přístroje slouží ke zjišťování informace o interakci ultrazvukové energie s tkání, jejíž fyzikální vlastnosti ji ovlivňují. Tím zprostředkují přenos diagnostické informace. Sonografické přístroje vytvářejí tomografický obraz na základě zpoždění odrazu (echa) ultrazvukového impulsu proti okamžiku jeho vyslání (informace o hloubce) a hodnocení velikosti amplitudy odraženého impulsu (informace o struktuře místa odrazu). ⁽¹⁰⁾

Každý ultrazvukový přístroj obsahuje tyto hlavní funkční bloky (obr.12): sondu, elektronickou aparaturu, zobrazovací jednotku (monitor), ovládací panel a záznamová zařízení. ⁽¹⁰⁾

Obr. 12: Ultrasonografický přístroj



Zdroj: Fakultní nemocnice Plzeň

Sonda svými parametry určuje vlastnosti celého přístroje, je to nejdražší část ultrasonografického přístroje. Jejím základem je měnič, který mění elektrickou energii na mechanickou. Každá sonda obsahuje jeden nebo více měničů, které vysílají ultrazvukové signály a opět přijímají signály odražené. ⁽¹⁰⁾

Moderní vyšetřovací sondy jsou konstruovány tak, že vysílají vlny v impulsech. Vysílání trvá jen 1mikrosekundu (μ s) a opakuje se v milisekundových (ms) intervalech

(impulsní ultrazvuk). Čas mezi intervaly slouží pro příjem ultrazvukových odrazů (1% času sonda vysílá ultrazvukové vlny a 99% zbylého času dochází k příjmu odražených vln – ozvěn – ech).⁽¹⁰⁾

Ultrazvukové vlnění vzniká tzv. piezoelektrickým efektem: krystaly, nejčastěji keramických materiálů (barium titanát, niobát olova) jsou tlakem akustických vln echa deformovány a produkují elektrické impulsy. Každý odraz rozkmitá krystal, v němž se vytváří elektrický signál a ten je přeměněn na obraz. Při vysílání to funguje obráceně. Krystaly produkují ultrazvukové vlnění různých frekvencí, které se udávají v MHz. Sonda 3,5 MHz tedy nevysílá jen akustické vlnění o frekvenci 3,5 MHz, jedná se pouze o údaj o průměrné frekvenci. Ve skutečnosti taková sonda vysílá v rozsahu frekvencí cca 2-6 MHz.⁽¹⁰⁾

Pro ultrasonografické vyšetření hlouběji uložených tkání při vyšetření břicha a pánve dospělých je vhodná sonda o frekvenci 3,5 (1-5) MHz. Pro vyšetření dětí je nejvhodnější sonda s frekvencí 5 MHz vzhledem k jejich slabší tělesné konstituci. Vyšší frekvence se dobře hodí pro vyšetřování povrchových orgánů (štítná žláza, prsní žláza, oční bulbus). Rozlišujeme tedy sondy nízkofrekvenční 2-5 MHz a vysokofrekvenční 7-15 (20) MHz.⁽¹⁰⁾

7.1 Základní typy ultrazvukových sond

Lineární sonda má měniče uspořádané v řadě, vysílá echa do tkání paralelně a vytváří tak pravoúhlý obraz. V každé hloubce je tedy šíře obrazu a hustota vlnění konstantní. Výhodou je dobré prostorové rozlišení na malé vzdálenosti, proto se lineární sondy používají ve vyšším frekvenčním pásmu (5-10 MHz), převážně pro diagnostiku měkkých tkání, štítné žlázy a prsu.⁽¹⁰⁾

Sektorová sonda vytváří vějířovitý obraz, který je u sondy velmi úzký a směrem do hloubky se rozšiřuje (má téměř trojúhelníkový tvar). Je to způsobeno tím, že ultrazvukové paprsky procházejí velmi malým akustickým otvorem. Mají špatné prostorové rozlišení na malou vzdálenost a do hloubky ubývá rozlišovací schopnost. Využití mají v kardiologii při nižších frekvencích 2-3 MHz (výhoda eliminace rušivého vlivu žebířů v interkostálních prostorech).⁽¹⁰⁾

Konvexní sonda je smíšený typ obou předchozích. Záznam má tvar mezikruží (obraz připomíná kávový filtr). Má dobré rozlišení na malé vzdálenosti i relativně dobré rozlišení na větší vzdálenosti, ale ubývá prostorového rozlišení v hloubce. Hlavní

výhodou lehce zakřivené kontaktní plochy je možnost tlakem odstranit rušivý např. vzduch ve střevních kličkách. Tento typ se používá pro sonografii břicha s frekvencemi mezi 2,5 MHz (obézní pacienti) a 5 MHz (štíhlí pacienti).⁽¹⁰⁾

Obr. 13: Vyšetřovací sondy – zleva 2 lineární sondy o různé frekvenci, vpravo konvexní sonda



Zdroj: Vlastní fotodokumentace

7.2 Typy zobrazení

7.2.1 A mód

A-MODE je nejjednodušším ultrazvukovým zobrazením, dnes se používá v oftalmologii pro přeměření nitroočních vzdáleností před operacemi. „A“ je podle slova „amplituda“, což česky znamená výkmit, výchylka.^(8,9,10)

A mód (amplitude mode) je jednorozměrné zobrazení. Záznam se získává ve formě vertikálních výchylek, vzdálenost mezi nimi odpovídá skutečným vzdálenostem mezi jednotlivými tkáňovými rozhraními. Amplituda je úměrná intenzitě odražené ultrazvukové vlny. Tento mód umožňuje přesné měření vzdáleností. V jednorozměrném obrazu je obecně obtížná orientace, protože vyšetřující si musí dobře představit trojrozměrnou strukturu organismu a v ní vést jen jeden zkoumající paparek.^(8,9,10)

7.2.2 B mód

B-MODE je dvojrozměrné zobrazení. Jednotlivým výchylkám odpovídají různě jasné body („B“ podle anglického „Brightness“ = jas, jasnost). Sonda přitom vysílá ultrazvukové vlny v jedné rovině. ^(8,9,10)

B mód (brightness mode) je dvojrozměrné zobrazení, kde se amplitudy odražených signálů převádějí do stupňů šedi. Výsledkem je tedy úsečka, která je složená z pixelů o různém jasu. Jednotlivé ultrazvukové linie jsou skládány do dvojrozměrného, popř. trojrozměrného obrazu, v němž každý bod má jas, který odpovídá amplitudě od něj odraženého echa a jeho poloha odpovídá poloze odrážející struktury. ^(8,9,10)

7.2.3 M mód:

M-MODE („Motion“ = pohyb) se využívá především pro potřeby kardiologie. ^(8,9,10)

M mód (time motion) je způsob jednorozměrného zobrazení, které umožňuje zachycení pohybujících se struktur, nejčastěji srdce. Jde vlastně o data v B módu zobrazená za sebou v čase. Základním výsledkem vyšetření je 2D zobrazení, ze kterého lze v případě potřeby získat i jednorozměrné obrazy v módu A, B a zejména M. ^(8,9)

7.2.4 Dynamické zobrazení

Dynamické zobrazení (real time) – jeho základem je vytváření série po sobě jdoucích obrazů B z vyšetřované oblasti. Postupný záznam umožňuje plynule sledovat pohyb zobrazených struktur v prostoru a čase. Podmínkou vzniku série obrazů je rychlé vychylování UZV svazku, což se děje mechanicky. Pohyb UZV paprsku v zobrazované rovině je realizován kýváním nebo rotací měničů. Pohyb UZV paprsku je tvořen řadou měničů, které jsou postupně přepínány a tak je paprsek v rovině zobrazení posouván. Toto zobrazení umožňuje sledovat dynamické jevy – pohyby tkání (např. pulzující tepnu nebo pohyb plodu). Většina přístrojů dokáže zobrazované struktury „zmrazit“, podržet stacionární obrazy a umožňuje tak studovat a měřit dle potřeby. ⁽¹⁰⁾

7.3 Dopplerovská ultrasonografie

Dopplerův jev je možné běžně pozorovat v každodenním životě. Blíží-li se k nám velkou rychlostí vozidlo rychlé záchranné služby se zapnutou sirénou, vnímáme zvuk o vyšší frekvenci (vyšší tón), než když nás vozidlo míjí. Naopak, začne-li se vozidlo vzdalovat, slyšíme zvuk o nižší frekvenci (hlubší tón). Dopplerův jev neplatí jen pro zvuk (mechanické vlnění), ale také pro elektromagnetické vlnění. Tyto změny frekvence při vzájemném pohybu zdroje a detektoru vlnění jako první popsal v roce 1842 rakouský fyzik a matematik Johann Christian Doppler. ^(URL 16)

V ultrazvukové diagnostice se Dopplerova jevu používá pro měření rychlosti toku krve. Ultrazvuková sonda, která je zároveň vysílačem i přijímačem ultrazvukového vlnění, vysílá do vyšetřované oblasti ultrazvuk o frekvenci f . Pokud ultrazvukové vlnění ve vyšetřované oblasti prochází cévou naplněnou krví, dojde na krevních buňkách k tzv. Rayleighově rozptylu a část ultrazvukového vlnění se bude vracet zpět směrem k sondě. Vzhledem k tomu, že koncentrace červených krvinek je v lidské krvi mnohem vyšší než koncentrace ostatních krevních tělísek, můžeme červené krvinky považovat za součást krve zodpovědnou za interakci s ultrazvukem. Ultrazvukové vlnění se krví šíří rychlostí 1570 m/s. Ultrazvuk o frekvenci 2 MHz má tedy v krvi vlnovou délku 0,79 mm. Protože velikost červených krvinek (7,5 μm) je mnohem menší než vlnová délka ultrazvuku, nedochází ke klasickému odrazu, ale právě rozptylu vlnění. Intenzita vlnění, která se vrací zpět k sondě v důsledku rozptylu, je mnohem nižší než intenzita, která by se vracela v případě klasického odrazu. ^(URL 16)

V případě, že by ultrazvuková vlna dopadala na červené krvinky, které se nepohybují, byla by frekvence rozptýleného vlnění stejná jako frekvence vlnění vysílaného. Pohybují-li se ovšem červené krvinky vzhledem k sondě rychlostí v , dojde v důsledku Dopplerova jevu ke změně frekvence rozptýleného vlnění a sonda bude detekovat ultrazvuk o vyšší nebo nižší frekvenci. ^(URL 16)

7.3.1 Aplikace dopplerova jevu v ultrazvukové diagnostice

Dopplerova principu pro měření rychlosti toku krve se volí v rozmezí 2-10 MHz. Rozdílový kmitočet dopplerovského frekvenčního posuvu spadá v tomto případě do oblasti slyšitelného zvuku, což umožňuje též jeho akustický záznam. ⁽⁸⁾

Klasická sonografie umožňuje získat obraz statických tkání. S pomocí Dopplerova jevu lze získat informaci o rychlostech pohybu tkání, zejména krve. Je nutné si uvědomit, že nezískáme skutečné rychlosti, ale pouze složky rychlosti ve směru k sondě nebo od sondy. Z toho logicky vyplývá, že pokud bude sonda měřící průtok krve cévou umístěna kolmo na cévu, naměří nulovou rychlost. Obecně lze dopplerovské měření provádět ve dvou módech:

CW (continuouswave) – vysílající měnič stále vysílá UZ

PW (pulsedwave) – vysílající měnič vysílá UZ v pulsech

CW mód je jednodušší na technické řešení, dává však informace pouze o průměrné rychlosti podél ultrazvukového paprsku. Jeho současné využití je obvykle v tužkových průtokoměrech, které slouží zejména k měření krevního tlaku na dolních končetinách a k orientačnímu hodnocení cévního řečiště. ⁽⁸⁾

PW mód umožňuje měřit navíc změnu frekvence mezi vysílaným a přijímaným signálem, ale i dobu, za jakou se odražený signál vrátil k sondě. To umožňuje určit nejen rychlosti toku, ale i hloubku, ve které došlo k odrazu. Dopplerovské měření v PW módu je možné na většině běžně používaných přístrojů, výsledek se zobrazuje jako dvojrozměrný obraz naměřených rychlostí. Výsledky se obvykle kódují barevně (barevně kódovaná dopplerovská sonografie) – čím vyšší je v daném bodě rychlost k sondě, tím jasnější odstín červené je zobrazen v odpovídajícím místě na monitoru, a čím je větší rychlost od sondy, tím je zobrazen jasnější odstín modré. Tato volba barev má výhodu, že místa s turbulentním prouděním se zobrazí žlutě. Aby byla umožněna orientace na snímku, bývá spojován obraz barevně kódované dopplerovské ultrasonografie s anatomickým, kódovaným do stupňů šedi, výsledný obraz se nazývá duplexní sonogram (též duplexní sono). ⁽⁸⁾

8 TYPY VYŠETŘENÍ

8.1 Nativní ultrasonografie

Jedná se o základní ultrazvukové vyšetření jater. Doporučuje se provádět jej po osmihodinovém lačnění. U dětí je možné tento interval zkrátit úměrně jejich věku a zdravotnímu stavu. V akutních situacích se vyšetření provádějí bez přípravy. Základní poloha pacienta je vleže na zádech. Pokud jsou játra hůře dostupná, je možná i poloha na levém boku. Dostupnost jater se rovněž zlepšuje při vzpažení a nádechu. Mezi limitující faktory řadíme obezitu, steatózu nebo přítomnost plynu mezi sondou a játry (podkožní emfyzém, rozsáhlé pneumoperitoneum).⁽¹⁾

8.1.1 Technika vyšetření

Na kůži vyšetřované oblasti je třeba nanést dostatečné množství sonografického gelu. U dospělých se k vyšetření jater používá nízkofrekvenční konvexní sonda (cca 2-4 MHz). U dětí je lépe použít konvexní sondu o vyšší frekvenci (cca 5-7-MHz) a u malých dětí lze játra zobrazit vysokofrekvenční lineární sondou (cca 5-10 MHz).⁽¹⁾

Jaterní parenchym se hodnotí nejprve v B-modu (dvojměrné černobílé zobrazení). Musí být zřetelná hyperechogenní linie bránice a pod ní jaterní parenchym v celé hloubce a dobře odlišitelné cévy. Provádíme příčné, sagitální a šikmé řezy ze subkostálního a interkostálního přístupu. Játra je třeba zobrazit v celém rozsahu systematicky po lalocích a segmentech. Sledujeme velikost orgánu, echogenitu (odrazivost), strukturu parenchymu a pátráme po ložiskových změnách. Pro vyšetření cévních struktur a vaskularizace patologických ložisek se používá dopplerovská technika. Novou možností je kontrastní ultrasonografie.⁽¹⁾

Echogenita ložiskových lézí se hodnotí ve vztahu k okolnímu jaternímu parenchymu. Hypoechogenní ložiska jsou v ultrazvukovém obraze tmavší a hyperechogenní ložiska světlejší než okolní jaterní tkáň. Odrazivost izoechogenních útvarů je srovnatelná s jaterním parenchymem. Anechogenní ložisko nemá žádné odrazy a jeví se jako černé. Tento obraz je typický pro čistou tekutinu (např. v cystách). Útvary, které mají heterogenní vnitřní strukturu (obsahují solidní i cystickou složku), nazýváme komplexními. Nejčastěji se takto projevují abscesy, hematomy, komplikované cysty nebo nekrotické nádory.⁽¹⁾

8.2 Kontrastní ultrasonografie

Dynamická kontrastní ultrasonografie (CEUS – Contras-Enhanced UlltraSound) je poměrně novou modalitou pro diagnostiku postižení parenchymových orgánů dutiny břišní. Největší rozvoj zaznamenala v diagnostice jaterních lézí. Zvýšení dopplerovského signálu při aplikaci fyziologického roztoku IV poprvé popsali v roce 1968 Gramiak a Shah. Podstata jevu však byla vysvětlena až v roce 1980 Meltzerem a jeho spolupracovníky. Mikrobubliny obsažené v roztoku rezonují s ultrazvukovými vlnami a zvyšují tak intenzitu odražených vln. K rozvoji kontrastní ultrasonografie přispěl technický pokrok přístrojů a zkvalitňování ultrazvukových kontrastních látek.⁽¹¹⁾

8.2.1 Ultrasonografické kontrastní látky

Zavedení echokontrastních látek otevřelo nové možnosti v diagnostice jaterních nádorů. Jedná se o suspenze mikrobublin plynu velikosti několika mikrometrů. Po intravenózní aplikaci procházejí plicním kapilárním řečištěm a distribuují se v systémovém oběhu. Nepřecházejí do extracelulárního prostoru a nemetabolizují se. Plyn je po několika minutách eliminován plícemi. Bubliny se chovají jako odražeče ultrazvukového signálu a zvyšují echogenitu tkáně, ve které jsou přítomny.⁽¹⁾

Zpočátku byly echokontrastní látky využívány ke zlepšení zobrazení cév. V současnosti je stěžejní jejich využití při hodnocení prokrvení patologických ložisek, které můžeme hodnotit v reálném čase. Podle charakteru sycení ložiska je možno zúžit diferenciální diagnózu nebo dokonce stanovit diagnózu definitivní.⁽¹⁾

Ultrasonografické KL jsou tvořeny plynovými mikrobublinami, jež rezonují s dopadajícím ultrazvukovým vlněním. Tím zvyšují počet odrazů, který detekuje krystal sondy. Velikost mikrobublin se pohybuje v rozmezí 1-10 mikrometrů. Tato malá velikost jim umožňuje pronikat kapilárním řečištěm, tedy ze žilního systému do systémového a posléze i do portálního oběhu.⁽¹¹⁾

Rozhodujícím faktorem je tlaková odolnost mikrobublin, která mimo jiné podmiňuje dobu jejich přetrvávání. Podle časové stability se pak mikrobublinové KL dělí do tří skupin. U první skupiny přetrvávají mikrobubliny jen několik sekund. Nejjednodušším zástupcem těchto KL je protřepaný fyziologický roztok. Po přidání dalších součástí, hlavně cukerného nosiče a stabilizátoru, se doba přežití mikrobublin prodloužila na minuty až desítky minut. Tato druhá generace umožnila širší užití KL

v praxi, která vedla k určitému rozmachu kontrastní ultrasonografie především v dopplerovských aplikacích. Díky technickému zdokonalování ultrazvukových přístrojů (schopnost detekovat vyšší harmonické frekvence) faktický splývá s generací třetí, neboť tento kvalitativní skok znamená možnost zachycování zvýšené odrazivosti struktur i při dvojrozměrném zobrazení.⁽¹¹⁾

V současné době je ve světě v klinické praxi používáno cca šest preparátů, nejvíce aplikací je v kardiologii. V České republice je dostupný preparát Sono Vue (Bracco, Milan, Italy). Jako nosič je zde použit sulfur hexafluorid (SF₆) se stabilizací fosfolipidy, které určují dobu přežití mikrobublin až 10 minut.⁽¹¹⁾

Mikrobublinové KL nepronikají do extravaskulárního prostoru, proto je možné s jejich pomocí hodnotit perfuzní charakteristiky normálních i patologických tkání. Dosud nebyly popsány žádné relevantní nežádoucí účinky na organismus při použití ultrazvukové kontrastní látky. Reakce na preparát jsou vzácností a obvykle pouze přechodné, mezi krátkodobé patří například: dyspnoe, pálení na hrudi, hypo- nebo hypertenzní reakce, nauzea či zvracení. Jediné doporučené omezení vzniklo na podkladě několika reakcí u pacientů s akutním koronárním syndromem, s významným chronickým srdečním selháváním nebo s významnou srdeční arytmií, vysvětluje se to tím, že kontrastní látka způsobuje bradykardii.⁽¹¹⁾

8.2.2 Indikace kontrastní ultrasonografie

Hlavní indikací ke kontrastní ultrasonografii je diferenciální diagnostika náhodně zjištěných lézí. Kromě využití kontrastní ultrasonografie při diagnostice jaterních ložiskových lézí, se CEUS uplatňuje při hodnocení difuzního jaterního postižení, měřením průchodu KL jaterní cirkulací. CEUS si však nachází i své místo při hodnocení terapie tumorů jater, přímým sledováním efektu radiofrekvenční ablace a následnými kontrolními vyšetřeními k vyloučení recidivy onemocnění. Kontrastním ultrazvukem se také vyšetřují ložiskové změny dalších orgánů: sleziny, slinivky, prsu a prostaty. S výhodou je také aplikována kontrastní látka při úrazech k zobrazení postižení parenchymatózních orgánů dutiny břišní.^(1, 11)

Interpretace nálezů je založena, podobně jako při CT nebo MR s extracelulární kontrastní látkou, na hodnocení sycení ložiska v arteriální, venózní a pozdní fázi. Ultrazvukové obrazy jsou podobné jako při vyšetřeních těmito modalitami. Existují ale některé odlišnosti, které vyplývají z odlišné farmakokinetiky ultrazvukové

kontrastní látky (neproniká do extravaskulárního extracelulárního prostoru). V arteriální fázi (do 30 sekund po aplikaci kontrastní látky) se zobrazují jaterní tepny a jimi zásobená hypervaskularizovaná ložiska (např. FNH, jaterní adenom, hepatocelulární karcinom nebo hypervaskularizované metastázy). Ložiska se jeví jako hyperechogenní ve srovnání s ještě nevysyceným jaterním parenchymem. Ve venozní fázi (40-90 sekund od aplikace) se sytí žilní struktury a jaterní parenchym. Venozní fáze umožňuje detekovat hypovaskularizovaná ložiska (především hypovaskularizované metastázy), která se zobrazují jako hypoechogenní vůči jaternímu parenchymu. Pozdní fáze nastupuje po 2. minutě a umožňuje posoudit, zda v ložisku dochází k vymývání kontrastní látky, které je charakteristické pro hepatocelulární karcinom nebo hypervaskularizované metastázy. Echogenita těchto ložisek ve srovnání se zdravým parenchymem v této fázi klesá. ⁽¹⁾

V praxi je velmi významná možnost odlišení benigních lézí s typickými postkontrastními obrazy (hemangiom, FNH, fokální steatóza) od malignit. Kontrastní ultrasonografie je v těchto případech často definitivní diagnostickou metodou a nemocní nemusejí podstupovat další dražší a více zatěžující vyšetření. ⁽¹⁾

Hemangiom s typickým nativním obrazem u nemocného bez známé malignity není indikován ke kontrastnímu vyšetření. CEUS se provádí u nemocných s atypickými nativními obrazy nebo rizikem malignity. Pro hemangiom je charakteristické postupné sycení z periferie. V arteriální fázi vidíme uzlovité hyperechogenity při okraji ložiska, ze kterých progreduje sycení během venozní fáze postupně do centra. V pozdní fázi je hemangiom izo- nebo hyperechogenní. Menší ložiska jsou homogenní. Větší hemangiomy mohou mít v centru hypoechogenity, dané regresními změnami. ⁽¹⁾

Pro FNH je typické radiální (loukoťovitě) uspořádání cév a intenzivní sycení v arteriální fázi. Často je přítomna hypoechogenní centrální jizva. V portální a pozdní fázi se rozdíl mezi echogenitou ložiska a jaterního parenchymu snižuje. Léze se stává izoechogenní nebo jen lehce hyperechogenní. Fokální steatóza se sytí stejně jako jaterní parenchym. Po aplikaci kontrastní látky je po celou dobu izoechogenní s okolím. ⁽¹⁾

Hepatocelulární karcinom se typicky rychle sytí v arteriální fázi, ve venozní a pozdní fázi dochází k vymývání kontrastní látky a echogenita ložiska se snižuje. V pozdní fázi je 70% hypoechogenní a ve 30% izoechogenní. ⁽¹⁾

Hypovaskularizované metastázy (např. metastázy kolorektálního karcinomu) se nesytí kontrastní látkou a zůstávají ve všech fázích hypoechogenní. V některých případech můžeme v arteriální fázi přechodně vidět hyperechogenní periferní lem. ⁽¹⁾

U hypervaskularizovaných metastáz (např. metastázy renálního karcinomu nebo karcinoidu) pozorujeme sycení v arteriální fázi, následované rychlým vymytím kontrastní látky. V portální a pozdní fázi jsou hypoechogenní. ⁽¹⁾

8.2.3 Příprava a aplikace kontrastní látky

Kontrastní látku připravíme dle návodu v příbalové informaci. Balení SonoVue je sada, která sestává ze skleněné injekční lahvičky obsahující bílý prášek, skleněné injekční stříkačky obsahující rozpouštědlo a přenosového systému. Před aplikací se prášek smíchá s rozpouštědlem a po dobu 20 sekund protřepává. Kontrastní látka SonoVue je po naředění homogenní mléčně bílá disperze. Jestliže není disperze homogenní nebo obsahuje pevné částice, měl by být přípravek zlikvidován. Po promíchání vydrží kontrastní látka v použitelném stavu po dobu 6 hodin. Pokud není použita bezprostředně po namíchání disperze, musí být před aplikací znovu protřepána. Připravenou kontrastní látku aplikujeme intravenózně do kubitální žíly, použijeme co nejširší kanylu (růžová) a aplikujeme přímo do kohoutu rovnou cestou, poté se boční cestou kohoutu provede průplach 10 ml fyziologického roztoku. Obvyklá jednorázová dávka KL je 2,4 ml, to znamená, že jedna ampule SonoVue postačuje pro dvě aplikace. Výrobce nedoporučuje rozdělovat kontrastní látku z jednoho balení mezi více pacientů.

8.3 Peroperační ultrasonografie

Na pracovištích zabývajících se chirurgií jater je peroperační ultrasonografie nezbytnou diagnostickou metodou. Ultrazvukový přístroj by měl být trvale přítomen na operačním sále. Peroperační ultrasonografie poskytuje kvalitnější zobrazení než transabdominální vyšetření, umožňuje definitivně zhodnotit počet ložisek, určit jejich segmentární lokalizaci a vztah k cévám a žlučovým. Je považována za nejpřesnější metodu pro detekci malých nehmavných lézí. Je využívána k cílení peroperační biopsie či radiofrekvenční ablace. Provádí se vždy z otevřeného nebo laparoskopického přístupu. Používají se speciální vysokofrekvenční sondy (frekvence cca 5 – 10 MHz). Mají vyšší rozlišovací schopnost a jsou uzpůsobeny k práci v omezeném prostoru operačního pole. ⁽¹⁾

8.4 Intervenční výkony

Pod ultrasonografickou kontrolou je možno provádět perkutánní intervenční výkony, jako je biopsie, drenáž abscesů nebo lokální léčba nádorů (radiofrekvenční ablace, alkoholizace apod.). Punkce se provádí po lokálním znecitlivění technikou „volné ruky“ nebo pomocí upravených sond s držáky zajišťujícími správnou polohu instrumentária. Výhodou ultrasonografické navigace oproti CT je možnost sledování celého výkonu v reálném čase. Limitací může být obezita či jaterní steatóza znemožňující detekci léze. ⁽¹⁾

PRAKTICKÁ ČÁST

Pro tuto práci jsem zvolila kvalitativní formu sběr dat. Jedná se o pět kauzistik, které byli čerpány v době odborné praxe od 10.12.2012 do 4.1.2013 ve FN Plzeň Lochotín pod dohledem vedoucího práce.

9 CÍLE

- 1) Poukázat na přínos kontrastní ultrasonografie v algoritmu zobrazovacích modalit
- 2) Ověřit význam a uplatnění kontrastní ultrasonografie v diagnostice patologií jater

10 VÝZKUMNÉ OTÁZKY

- 1) Je kontrastní ultrasonografie začlenitelná mezi standardní zobrazovací metody?
- 2) Je kontrastní ultrasonografie dostatečně přínosná při diagnostice jaterních onemocnění?

11 KAZUISTIKY

V této kapitole uvádím 5 kazuistik, na nichž demonstruji využití kontrastní ultrasonografie v klinické praxi a její možné výhody oproti dalším zobrazovacím metodám. Všechny klinické a laboratorní údaje pocházejí z databáze FN Plzeň.

KAZUISTIKA 1

Žena, narozena 1943

Anamnéza pacienta

Rodinná anamnéza: otec 83 let, měl DM II. typu, byl po amputaci jedné DK, matka +86 let, prodělala IM, měla TKS, bratr AP, dcera zdráva

Osobní anamnéza: běžné dětské nemoci, úrazy zlomenina PHK v lokti v r. 2005, operace 1989: nezhoubný tumor střeva, bez další onkologické léčby, sledována u PL, arteriální hypertenze léčená 10 let, porucha metabolismu lipidů, DM, CMP, TBC, IM, onemocnění ledvin neguje, nekouří, alkohol nepije, káva 2-3/denně.

Katamnéza

- Hospitalizace na I. IK 7.9.2011
- USG břicha 6.9.2011
- Operace jater 5.10.2011
- CT břicha 7.9.2012
- CEUS jater 12.9.2012
- MRI jater 20.9.2012
- Příjem na chirurgickou kliniku k operačnímu řešení 4.10.2012

Vlastní popis

Hospitalizace na 1. Interní klinice 7.9.2011

Příjmová epikriza: 68letá hypertonička, s poruchou metabolismu lipidů přijata k dovyšetření pro náhodný USG nález 2 objemných ložisek meta charakteru v játrech nejasného origa. Bolesti nemá, cítí se dobře, pouze v poslední době zhubla 2-3 kg.

Na I. Interní klinice provedeno 6.9.2011 USG břicha s nálezem 2 ložisek jater (vel. 7 x 5cm; 35 x 28 mm) s centrální kolikvací.

CT břicha s KL i.v. dvoufázově 7.9.2012: Játra norm. vel., v S7 a 8 dva útvary - hypodezní centrum s denzitami v průměru 30 HU, sytící se v.s. pouzdro, které je ještě zevně lemováno hypodezní zónou (obr.14), průměr útvarů je průměrně 48 mm a 61 mm - mohlo by se jednat o parazitární cysty s kolabovanou membránou, abscesy či metastázy méně pravděpodobné, bližní anamnéza a klinika? laboratoř?

Závěr CT vyš.: V S7 a 8 jater dvě ložiska - mohlo by se jednat o parazitární cysty s kolabovanou membránou, abscesy či metastázy méně pravděpodobné, bližní anamnéza a klinika? laboratoř?, event. doplnit CEUS jater, nefrolithiáza vlevo.

Obr. 14: CT s KL i. v. ve venozní fázi



CEUS jater 12.9.2012: Aplikováno 2 x 2,4 ml SonoVue. V pravém laloku nacházíme vedle sebe dvě ložiska velikosti 69 a 40 mm. Obě ložiska mají v centru okrsky kolikvace obklopené poměrně silnou kompaktní vrstvou solidní tkáně šíře až 2,5 cm, která se homogenně sytí kontrastní látkou. V arteriální fázi (obr. 15) je hyperechogenní, ve venozní fázi (obr. 16) se její echogenita srovnává s okolním parenchymem a v pozdní fázi je zde přítomné vymývání kontrastní látky. Dále bylo zjištěno ještě jedno velmi drobné ložisko velikosti 13 mm, které se podařilo zobrazit jen v pozdní fázi, kdy je hypoechogenní.

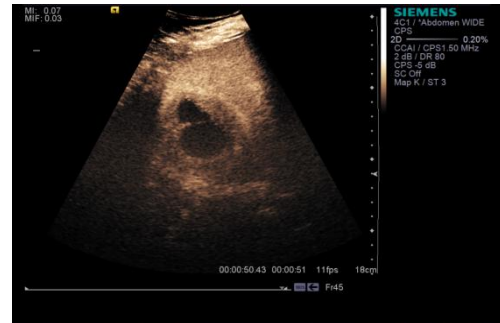
Závěr CEUS vyš.: Dvě objemná ložiska v pravém jaterním laloku. Obraz není typický pro parazitární cystu. Pravděpodobnější je nádorový původ. Méně pravděpodobný je

absces. Další velmi drobné ložisko má nespecifický obraz, nejspíše je ale stejného původu.

Obr. 15: Arteriální fáze – nasycení nádoru KL



Obr. 16: Venózní fáze - vymytí složky KL v solidní složce nádoru

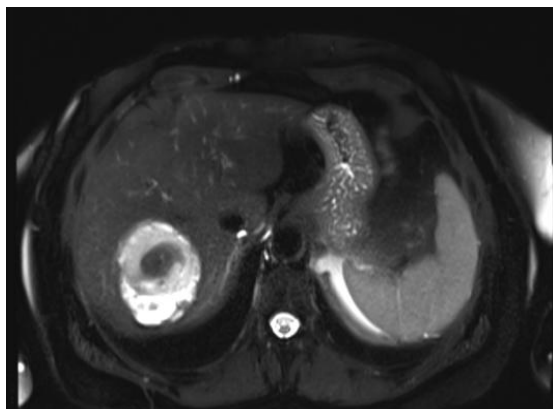


MRI jater 20.9.2012: Provedeno na 3T přístroji nativně v T1 VIBE (ax.), T2 HASTE (ax.), T2 TSE (ax.), T2 BLADE (ax.) a DWI (ax.) a dynamicky po aplikaci hepatocytární specifické kontrastní látky v T1 VIBE (ax., cor.).

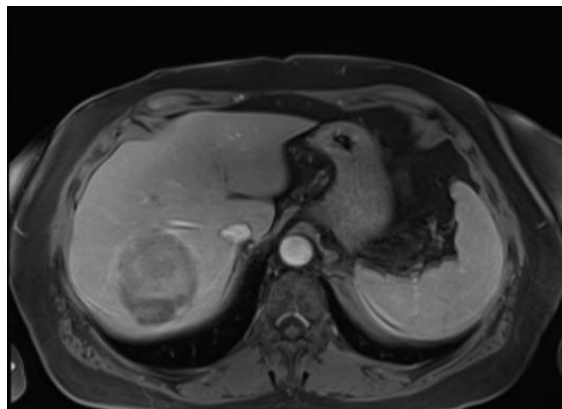
V pravém jaterním laloku v S8/7 jsou patrná 2 objemná sousedící ložiska vel. 7 cm a 5,5 cm. Ložiska mají komplikovanou strukturu s cystickým charakterem v periférii, centrum je solidní s prokrvácením, u většího z ložisek je patrna centrální kolikvace či cysta. Při poskontrastních sekvencích je patrné časně sycení solidního centra, které přetrvává i v pozdních fázích. Mírně se sytí i periférie (obr. 17 a 18). V S5 drobné ložisko vel. 12 mm, které není typické pro cystu a má pravděpodobně obdobný charakter (ve shodě s CEUS nálezem). Dále jsou patrné 2 drobné cysty vel. 8 mm. Žlučové cesty bez dilatace, žlučník bez konkrementů. Hypointenzní ložisko v pars intermedia levé ledviny vel. 10 mm odpovídá nefrolithiáze.

Závěr MRI vyš.: Dvě velké léze v pravém jaterním laloku svojí strukturou připomínají ložisko echinococcus alveolaris, z nádorových lézí může mít podobnou strukturu biliární mucinózní kystadenom (kystadenokarcinom) - tyto nádory mohou být i mnohočetné.

Obr. 17: MRI – T2 vážený obraz



Obr. 18: MRI – T1 vážený obraz po aplikaci KL, venózní fáze



Další vyšetření:

- EGDF – negativní
- Kolonoskopie – negativní
- Sérologická vyšetření na průkaz parazita - negativní
- 4.10.2012 příjem na chirurgickou kliniku k operačnímu řešení
- 5.10.2011 – provedena operace jater
- Biopsické vyšetření: 1) Excize z jater se supkapsulárně uloženou objemnou metastázou, na řezu žlutobělavou, částice má velikost 11 x 6 x 5 cm makroskopicky nedosahuje metastáza do okrajů. 2) Část jaterního parenchymu 3 x 1,5 x 2 cm, chirurgické okraje označeny tuší, na řezu je drobná žlutavá metastáza o prům. 8 mm.

Závěr

Pacientka propuštěna v dobrém stavu z nemocnice. Chodí na kontroly, zatím bez známek recidivy onemocnění či komplikací. Kontrastní ultrasonografie, na rozdíl od CT a MR, ukázala nádorový charakter ložiska tím, že zobrazila přesněji solidní komponentu nádoru a její vaskularizaci a určila její maligní charakter (rychlé nasycení a postupné vymytí kontrastní látky). Kazuistika demonstruje skutečnost, že kontrastní ultrasonografie v některých případech může, díky sledování sycení ložiska v reálném čase, nejpřesněji posoudit jeho charakter a tím stanovit nejpřesnější diagnózu.

KAZUISTIKA 2

Muž, narozen 1957

Anamnéza pacienta

Osobní anamnéza:

C19 St. po resekci rektosigmatu pro středně diferencovaný adenokarcinom rektosigmatu, prorůstající do perikolické tukové tkáně, s metastatickým postižením 1 uzliny ze 7 nalezených G2, pT3pN1aM0, EGFR negativní (15.11.2011 CHK FN Plzeň)

Z511 Adjuv.CHT FOLFOX 4 - st. p. 1. sérii (12/2011) RTO FN Plzeň

Z959 Zavedení portu - 2. 1. 2012 RTG odd. angio nem Privamed.

Z511 Adjuv.CHT FOLFOX 6 - st. p. 1. sérii (1/2012 - dosud) RTO FN Plzeň

Hluchota na levé ucho

Z924 Stav po tonsilektomii v r. 2008

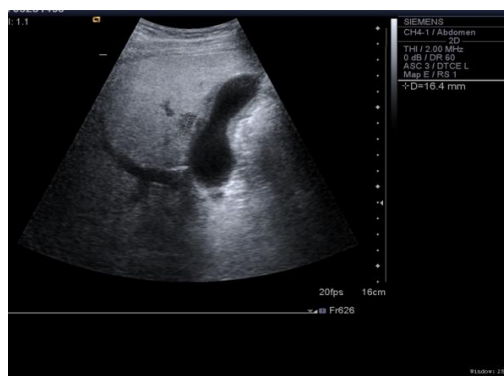
Katamnéza

- USG břicha 26. 3. 2012
- CT břicha ze dne 27. 3. 2012
- CEUS jater 30. 3. 2012

Vlastní popis

USG břicha 26.3.2012: Provedeno k vyloučení generalizace onemocnění. Prosáknutí v lůžku žlučníku a v. s. meta v játrech (obr. 19) v těsné blízkosti o velikosti 16 mm, steatóza jater, malé množství ascitu i v pánvi patrně projev generalizace. Další patologické změny epigastria a ledvin nezjištěny.

Obr. 19: USG jater – v. s. meta v játrech



CT břicha s KL i.v. ve dvou fázích 27.3.2012: Játra jsou výrazně steatotická, v blízkosti lůžka žlučníku je v arteriální i venozní fázi patrné hyperdenzní ložisko velikosti 19 mm (obr. 20), korelující s nálezem na USG. Obraz ale není typický pro metastázu, i když může být modifikovaný pokročilou steatózou okolního parenchymu. Jiná ložiska v játrech neprokazují. Slezina a nadledviny jsou normální. V ledvinách neprokazují přesvědčivé patologické změny. Retroperitoneum bez zvětšených uzlin. Močový měchýř vyprázdněn. Peritoneální dutina bez známek ascitu. Svorcky po stapleru v oblasti rekta, bez přesv. známek lokální recidivy.

Závěr CT vyš.: Drobné ložisko v lůžku žlučníku nemá typický CT vzhled metastázy, obraz ale může být modifikován pokročilou steatózou. Nikde jinde známky generalizace nebo lokální recidivy. Další postup: kontrastní ultrasonografie.

Obr. 20: CT - venozní fáze, hyperdenzní ložisko

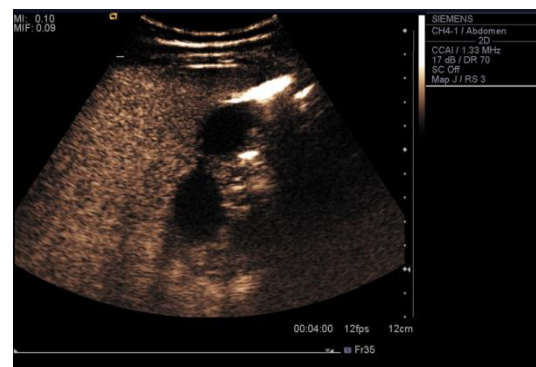


Nativní USG + CEUS jater 30.3.2012: Nativní USG – hypoechogenní kulovité ložisko u lůžka žlučníku (obr. 21) připomínající metastázu v terénu jaterní steatózy. Hypoechogenní ložisko při lůžku žlučníku se po aplikaci KL, aplikováno 2,4 ml SonoVue, stává izoechogenním s jaterním parenchymem (obr. 22), což přetrvává až do pozdní fáze. Nález má tedy charakter nesteatotického okrsku v terénu difuzní jaterní steatózy. Nemá charakter metastázy. Ložisko od arteriální až po pozdní fázi splývá s jaterním parenchymem – má tedy stejnou vaskularizaci, což je typické pro fokální nesteatózu.

Obr. 21: Nativní USG – hypoechogenní ložisko



Obr. 22: CEUS



Závěr

Pacient je dále sledován, zatím bez známek metastáz. Kontrastní ultrasonografie prokázala, že ložisko nemá nádorový charakter, ale jedná se o fokální nesteatózu. CEUS je velmi přesnou metodou při odlišení fokální steatózy či nesteatózy v jaterním parenchymu, která může v ostatních zobrazovacích metodách imitovat nádorové procesy (má stejnou vaskularizaci jako jaterní parenchym), a proto se sytí kontrastní látkou stejně jako játra a nejsou po aplikaci KL v žádné cirkulační fázi viditelné.

KAZUISTIKA 3

Žena, narozena 1973

Anamnéza pacienta

Rodinná anamnéza: rodiče zdraví, bratr zdrav, děti - dcera zdráva

Osobní anamnéza: s ničím se neléčí, v dětství inf. mononukleóza, před cca 7 roky pneumonie (pouze dle rtg plic), operace - gynekolog. dg. laparoskopie, poté embolizace do plic (přeléčena nadále bez komplikací), dlouhodobě sledována pro gigantický hemangiom jater, úraz - tržná rána dlaně PHK

Pracovní anamnéza: MD, jinak servírka

Katamnéza

- USG břicha bez KL 24.9.2008
- DSA 13.10.2008
- Kontrolní CEUS 5.11.2008
- Příjem k hospitalizaci dne 12.10.2012

Vlastní popis

USG břicha bez KL 24.9.2008: V levém laloku je hypoechogenní nehomogenní ohraničené ložisko velikosti 58 x 42 x 70 mm (proti min. vyš. lehce zvětšeno) (obr.23). Nález má spíše USG vzhled FNH, ložisko nemá typický vzhled hemangiomu. Adenom méně pravděpodobný. Ostatní nález na játrech, žlučníku a žlučovodech normální. Vzhledem k uložení a progresi, bude zvážena embolizace ložiska alespoň z jedné strany. Pacientka přijata k plánovanému výkonu.

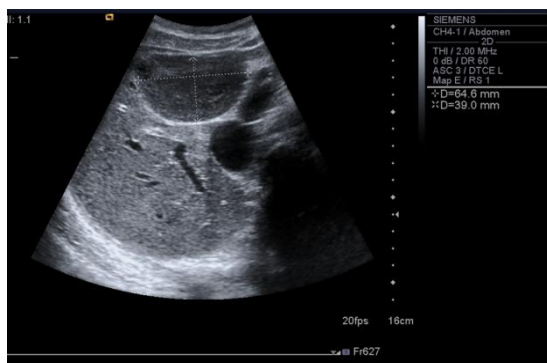
Obr. 23: Nativní USG



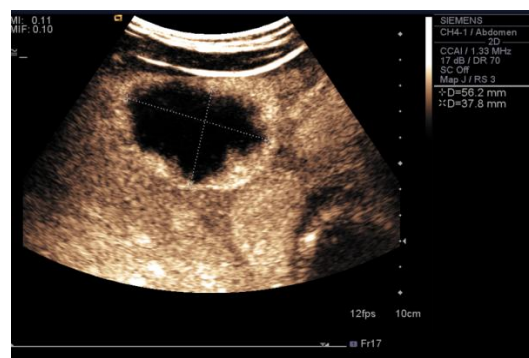
DSA 13.10.2008: DSA provedena s obrazem hemangiomu, embolizována přívodná tepna (obrazová dokumentace v archivu na snímcích). Propuštěna v dobrém stavu.

Kontrolní CEUS 13.10.2008: Stav po embolizaci hemangiomu levého jaterního laloku. Velikost ložiska se nemění (6,8 x 6 x 3,3 cm) (obr. 24). Po aplikaci kontrastní látky zůstává jeho centrum velikosti asi 5 cm hypovaskulární, po okraji se z periferie sytí vaskularizovaný lem širší do 15 mm (obr. 25). Ostatní jaterní parenchym je bez ložiskových změn, žlučové cesty bez dilatace.

Obr. 24: Nativní USG



Obr. 25: CEUS



Závěr

Po embolizaci se většina ložiska nesyťí kontrastní látkou, pouze tenký lem na periferii. Znamka dobrého efektu výkonu. Kontrastní ultrasonografie ukázala efekt embolizace, aniž by musela být použita více zatěžující modalita (CT nebo MR). Bez aplikace kontrastní látky by nebylo možno jej posoudit, protože vzhled hemangiomu je stejný jako před embolizací. Kazuistika demonstruje výhodnost kontrastní ultrasonografie při

hodnocení efektu embolizačních výkonů u jaterních nádorů. Dokáže dobře odlišit viabilní nádorovou tkáň od nekrózy.

KAZUISTIKA 4

Žena narozena 1978

Anamnéza pacienta

Ambulantní pacientka, anamnéza naznává

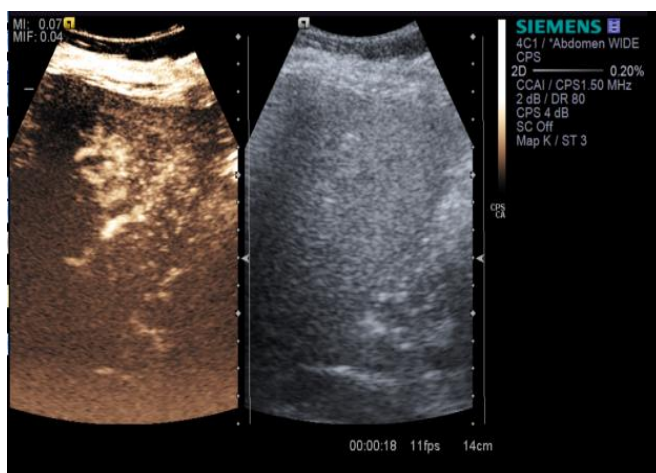
Vyšetřována ambulantně pro bolesti břicha, jako vedlejší nález zjištěno ložisko v játrech. Indikována CEUS k přesnějšímu objasnění.

Vlastní popis

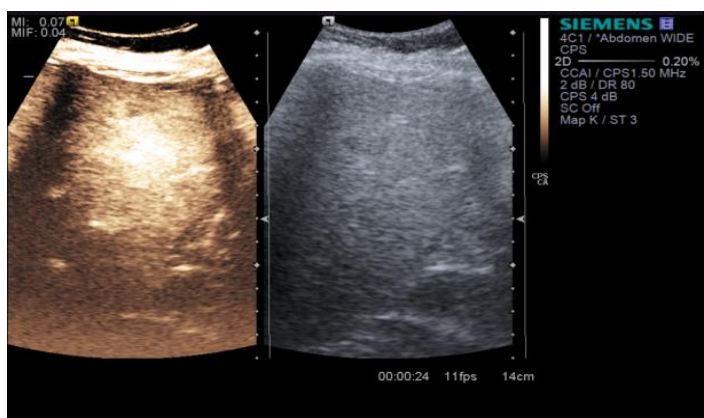
CEUS: Játra hraniční velikosti, nápadně steatotická. V S5 je kulovitý útvar vel. 30 x 26 mm - v nativním obraze má smíšenou echogenitu (centrálně spíše hypoechogenní, periferně naznačený hyperechogenní lem); v dopplerovském obraze patrná centrálně se sbíhající vaskularizace; postkontrastně se rychle sytí (max. do 35 s; na začátku loukoťovitá struktura) (obr. 26, 27); po 35 sekundě se jeho echogenita snižuje a vyrovnává se s okolním jaterním parenchymem (obr. 28) - dle CEUS obrazu jde nejspíše o FNH, atypický hemangiom nepravděpodobný. Ostatní jaterní parenchym bez ložisek. ŽC štíhlé. Žlučník nezvětšený, bez patologického obsahu.

Závěr CEUS vyš.: Pokročilá steatóza jaterní, ložisko v S5 má charakter FNH. Biliární strom bpn.

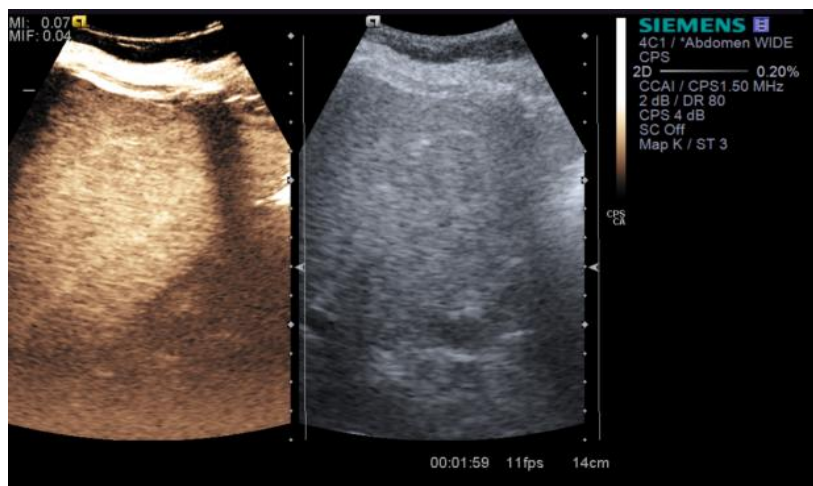
Obr. 26: Začátek arteriální fáze - ložisko se sytí z centra



Obr. 27: Arteriovenózní fáze – ložisko má vyšší echogenitu než okolní jaterní parenchym



Obr. 28: Pozdní fáze – echogenita ložiska a jaterního parenchymu je shodná



Závěr

Pacientka je od té doby pravidelně sledována pouze sonograficky, nález se nemění – svědčí pro benignitu procesu. Přínos CEUS: některé ložiskové léze lze definitivně diagnostikovat bez použití náročnějších a více zatěžujících metod, zejména u mladších pacientů nebo u nemocných s poruchou funkce ledvin.

KAZUISTIKA 5

Muž narozen 1949

Anamnéza pacienta

Osobní anamnéza: st. p. APPE 1975, st. p. orchiektomii pro zánět vlevo 2003, alkohol příležitostně, nekouří

Pracovní anamnéza: skladník, předtím lesník

Rodinná anamnéza: otec zemřel v 84 letech stářím, matka zemřela v 54 letech po onemocnění střev, přesně neví, sourozenci zdraví

Katamnéza

- Hospitalizace 22.11.2006
- Operace 22.11.2006
- Propuštěn v dobrém stavu do domácího ošetřování 28.11.2006
- CT břicha kontrolní 5.3.2010 po dřívější resekci tenkého střeva
- Příjem k hospitalizaci 7.4.2010
- Provedena pooperační RFA zjištěných ložisek 8.4.2010
- Propuštění z hospitalizace 14.4.2010
- Za hospitalizace provedena RFA recidivy zjištěné na MR 24.9.2010
- Kontrolní PET/CT 10.10.2011
- CEUS jater 9.11.2011
- Perfuzní CT 16.11.2011

Vlastní popis

Hospitalizace 22.11.2006: Asi 3 týdny trvající bolesti břicha, které křečovitě, výrazné po jídle, nauzea, nezvracel, močí bez potíží, stolice méně, ale každý den, krev nepozoroval, plyny odchází, provedeno na spádu EGDF a koloskopie během této doby,

dle nemocného v normě (nemá u sebe) dnes vyšetřen na CHIRO Bory, kde provedeno CT břicha s nálezem invaginace TK, odeslán k přijetí na chirurgickou kliniku.

Operace provedena 22.11.2006: Resekát části tenkého střeva rozměrů 220 x 80 mm. Cca 50 mm od jednoho z okrajů stopkatý exofytický, částečně ulcerovaný tumor rozměrů 35 x 32 mm, na řezu nodulární, žlutobílý, tuhoelastický, dosahuje submukózy. Histologicky jde o GIST - gastrointestinální stromální tumor. Riziko agresivního chování dle konsensu konference 2001: nízké (rozměr 2-5 cm, počet mitóz 1/ 50 HPF).

Propuštěn v dobrém stavu do domácího ošetřování 28. 11. 2006.

CT břicha dvoufázově 5.3.2010: Játra hraniční velikosti. Na pomezí S5/8 a S6/7 po jednom hypodenzním ložisku s hyperdenzním lemem velikosti 30 mm a 32 mm, v arteriální i venozní fázi (obr. 29) se ložiska podstatněji nemění. Jiné ložiskové změny neprokazují, žlučové cesty štíhlé. St. p. CHE. Počínající tuková atrofie pankreatu, nález na slezině, nadledvinách, ledvinách, močový měchýř je bez patologických změn. Drobné kalcifikace v nezvětšené prostatě. CD bez volné tekutiny. Na TK bez známek recidivy. V retroperitoneu a v mezenteriu ojedinělé uzliny velikosti do 11mm, v obou tříslech uzliny velikosti do 17 mm. Objemná ventrální kýla v jizvě, po střední laparotomii obsahující TK. Baze plic bez ložisek, pleurální dutiny bez výpotku. Skelet bez ložisek charakteru meta, pokročilé degenerativní změny páteře, pseudocysta v oblasti pravého acetabula, st. p. fr. 11. žebra vpravo v čáře skapul. starého data.

Závěr CT vyš.: Dvě ložiska v játrech - v. s. metastázy základního onemocnění, ojedinělé lymfatické uzliny hraniční velikosti v retroperitoneu a v mezenteriu.

Obr. 29: CT jater venozní fáze – lokalizace obou ložisek



Další vyšetření:

7.4.2010 příjem k hospitalizaci

8.4.2010 provedena pooperační RFA zjištěných ložisek

14.4.2010 propuštění z hospitalizace

24.9.2010 za hospitalizace provedena RFA recidivy zjištěné na MR

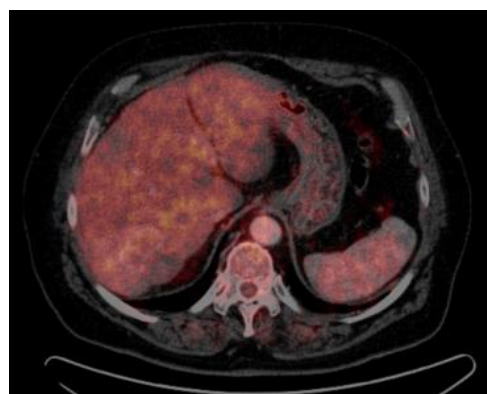
10.10.2011 kontrolní **PET/CT**: bez známek viabilní neoplazie, nicméně v CT obraze bylo přítomno kontrastní sycení podezřelé z recidivy (obr. 30).

Obr. 30: CT složka PET/CT venozní fáze,

hyperdenzní tkáň, hypodenzní nekróza po RFA



Obr. 31: Fúzovaný obraz PET/CT



Fúzovaný obraz 50% PET a 50% CT, není patrná zvýšená metabolická aktivita v ložisku (obr. 31).

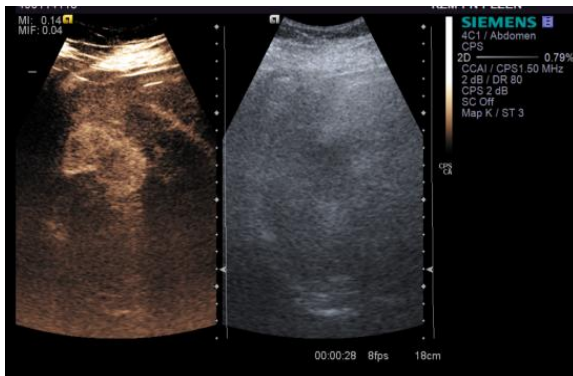
CEUS jater 9.11.2011: Provedeno po aplikaci 2 x 2,4 ml SonoVue. Omezená vyšetřitelnost díky výrazné steatóze. V pravém jaterním laloku v S6 je patrná nekróza po RFA, v jejímž okolí je v arteriální fázi hypervaskularizovaný útvar velikosti 61 x 38 mm s vymýváním ve venozní a pozdní fázi. Nález má charakter recidivy metastázy. Druhá nekróza je bez přesvědčivých známek recidivy.

CEUS – arteriální fáze, recidiva se sytí kontrastní látkou výrazněji než jaterní parenchym, nekróza se nesyť (obr. 32).

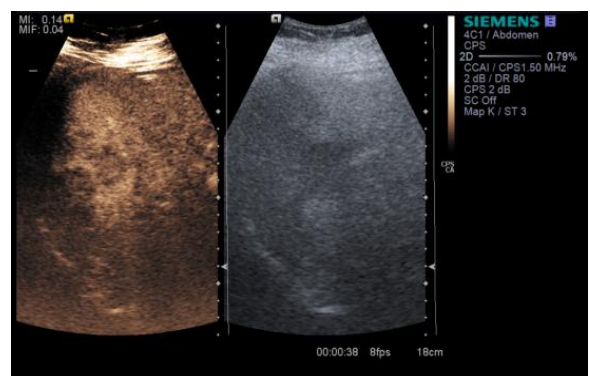
CEUS – venozní fáze, dochází k vymývání kontrastní látky ze solidní tkáně tumoru (obr. 33).

Závěr CEUS vyš.: Recidiva metastázy při okraji nekrózy po RFA v 6. SG.

Obr. 32: CEUS – arteriální fáze



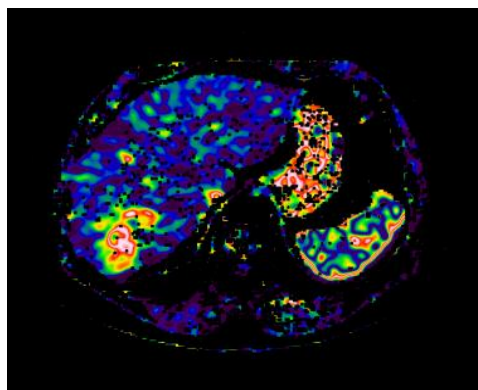
Obr. 33: CEUS – venozní fáze



Diagnóza potvrzena ještě **perfuzním CT** ze dne 16.11.2011 - provedeno dynamicky po aplikaci KL i.v.: V pravém jaterním laloku při horním předním okraji nekrózy po RFA v S7 je ve shodě s CEUS patrná recidiva metastázy GIST velikosti 6 x 3,7 x 5,5 cm. V ložisku je patrné mírné zvýšení objemu a průtoku krve a výrazné zvýšení arteriální perfuze (HPI 70-87 %) (obr. 34). Druhá nekróza po RFA na pomezí S 4/8 je bez známek recidivy. V CT obrazech je v přední části S6 pod okrajem jater drobné nespecifické hyperdenzní ložisko velikosti 1 cm, které se nezobrazuje při perfuzním vyšetření. Jiné ložiskové změny neprokazují. Známky nehomogenní jaterní steatózy. Další nádorový uzel velikosti 53 x 47 mm je patrný ve střední čáře v epigastriu. Naléhají na něj tenké kličky. V perfuzním obraze ve srovnání s posledním PET/CT je nález přibližně stejné velikosti.

Závěr CT vyš.: Recidiva metastázy GIST při okraji nekrozypa RFA v S7, v S6 nelze vyloučit velmi drobná nová ložiska (vzhledem k negativě při perfuzním vyšetření se ale může jednat jen o artefakt). Recidiva ve středním epigastriu vycházející z tenké kličky nebo přilehlého mezenteria.

Obr. 34: Perfuzní CT



Perfuzní CT – mapa arteriální perfuze, v ložisku je patrná vysoká arteriální perfuze (obr. 34).

Další vyšetření:

3.1.2012 pacient hospitalizován na chirurgické klinice

4.1.2012 provedena operace, potvrzena recidiva metastázy, byla inoperabilní. Dále nalezeno ložisko recidivy GIST ve střevě.

Závěr

CEUS ukázala v části ložiska typickou maligní nádorovou vaskularizaci, čímž přispěla k diagnostice recidivy metastázy GIST. Ložiska této histologické varianty GIST nemusejí vykazovat zvýšenou metabolickou aktivitu při PET/CT s 18F-FDG. Kazuistika ukazuje, že informace získané pomocí PET/CT a kontrastní ultrasonografie mají odlišný charakter a v některých případech se vzájemně vhodně doplňují.

12 DISKUSE

Kontrastní ultrasonografie má významné postavení mezi ostatními zobrazovacími modalitami a nezastupitelné místo v diagnostice patologií jater. Při podezření na nejasná ložiska může být metodou první volby, protože nezatěžuje pacienta radiační dávkou a poměrně spolehlivě určí charakter ložiska.

Na vybraných kazuistikách jsem se snažila ukázat význam kontrastní ultrasonografie při diagnostice patologií jater a její význam mezi ostatními zobrazovacími modalitami (CT, MRI) a odpovědět na předem stanovené výzkumné otázky.

U dvou pacientů byl prokázán maligní charakter ložiska.

U kazuistiky 1 byla u pacienta náhodně nalezena 2 objemná ložiska. Výsledek z CT byl, že se může jednat o parazitární cysty, abscesy či metastázy méně pravděpodobné. CEUS vyvrátil obraz parazitární cysty a naopak určil pravděpodobnější nádorový původ. Dále bylo provedeno ještě MRI jater nativně a dynamicky, kde byly nalezeny dvě velké léze v pravém jaterním laloku, která svým vzhledem připomínala ložisko echinococcus alveolaris a z nádorových lézí se může jednat o kystadenokarcinom. Závěrem vyplývá, že kontrastní ultrasonografie potvrdila nádorový charakter ložiska, přesněji zobrazila solidní komponentu nádoru a její vaskularizaci a určila její maligní charakter tzn. rychlé nasycení a postupné vymytí kontrastní látky.

U kazuistiky 5 byl při operaci TK pro invaginaci nalezen stopkatý, částečně ulcerovaný tumor. Na kontrolním CT byla nalezena 2 ložiska v játrech – pravděpodobně metastázy základního onemocnění. Dále byl pacient hospitalizován a byla mu provedena RFA recidivy. Kontrolní PET/CT ukázal v CT obraze kontrastní syčení podezřelé recidivy. CEUS v okolí nekrózy po RFA našla hypervaskularizovaný útvar s vymýváním ve venozní a pozdní fázi, což jednoznačně potvrdilo recidivu metastázy při okraji nekrózy po RFA.

Obě tyto kazuistiky potvrzují výzkumnou otázku č. 2.

Kazuistika č. 2 ukazuje, že některé benigní léze mohou imitovat ložiska zhoubného nádoru. V tomto případě se jednalo o ložisko fokální nesteatózy jaterního parenchymu u pacienta s kolorektálním karcinomem v anamnéze. Bez kontrastní ultrasonografie by jeho správná charakteristika na základě ultrazvuku byla nemožná.

Obtíže by činilo i při CT. Správná charakterizace patologických lézí má zásadní význam pro stanovení prognózy a další léčby nemocných s nádorovými onemocněními, proto je nezbytné použít co možná nejpřesnější diagnostickou metodu. Tou se v tomto případě ukázala kontrastní ultrasonografie.

Tato kazuistika potvrzuje výzkumnou otázku č. 1 i 2.

Další pacientka (kazuistika 3) byla sledována pro gigantický hemangiom, na nekontrastním USG byl jeho vzhled atypický, proto byl hodnocen spíše jako FNH. Byla doporučena DSA k embolizaci přívodné tepny. Kontrolní CEUS ukázal dobrý efekt embolizace, aniž by musela být použita více zatěžující modalita (CT nebo MR).

Byla potvrzena výzkumná otázka č. 1.

V případě kazuistiky 4 bylo ve stětných játrech nalezeno ložisko kulovitěho tvaru, smíšené echogenity, při dopplerovském obraze mělo patrnou centrálně se sbíhající vaskularizaci. Postkontrastně se sytilo rychle, byla patrná loukoťovitá struktura v arteriální fázi a po 35 s se jeho echogenita postupně vyrovnala s jaterním parenchymem. Obraz byl typický pro FNH. Přínosem opět je, že některé ložiskové léze lze přesně diagnostikovat bez použití náročnějších a více zatěžujících metod, významné je to zejména pro mladé pacienty a pro nemocné s poruchou funkce ledvin.

Potvrzena výzkumná otázka č. 1.

Výše uvedená diskuze potvrzuje kladnou odpověď na obě výzkumné otázky. 1) Ultrasonografii doplněnou o aplikaci kontrastní látky lze tedy považovat za metodu dobře začlenitelnou do vyšetřovacího algoritmu mezi standardní metody, jakými jsou CT, magnetická rezonance a PET/CT. 2) Kontrastní ultrasonografie dostatečně přínosná při diagnostice jaterních onemocnění, především ložiskových lézí.

ZÁVĚR

Ve své práci jsem posuzovala ultrasonografii jako diagnostickou metodu a obrazy onemocnění jater v jejím obraze. Jednoznačně se jedná o vyšetřovací metodu v této indikaci **velmi často užívanou a poměrně dobrou senzitivitou a specificitou**. Lze však zároveň říci, že v některých případech především specificita sonografického vyšetření není dostačující a proto je ultrazvukové vyšetření běžně doplňováno některou další diagnostickou metodou, nejčastěji CT či MR.

Ke zvýšení specificity ultrasonografického vyšetření jednoznačně přispívá intravaskulární aplikace **echokontrastní látky (CEUS)**, která umožňuje dynamické sledování perfuze vyšetřované léze a hodnotí některé její typické znaky **významné pro diferenciální diagnostiku**. Játra jsou orgánem, kde je CEUS využíván nejčastěji a výsledky vyšetření jsou velmi dobře interpretovatelné. CEUS je často schopen definitivně rozhodnout o povaze vyšetřované léze. Důvodem největšího uplatnění této metody v játrech je dobrá dostupnost lézí vzhledem k příznivému uložení orgánu (zde limitace metody u obézních pacientů), poměrně malý pohyb vyšetřovaného orgánu a v neposlední řadě i pestré spektrum ložiskových patologií, které se v játrech vyskytují. Kontrastní ultrazvukové vyšetření se kromě jater rutinně provádí i na slezině a ledvinách, testuje se vyšetřování střev. Ač se jedná o metodu poměrně novou a omezeně dostupnou, lze jednoznačně říci, že si získala své **pevné místo v diagnostickém protokolu jaterních lézí**. Lze předpokládat další rozvoj kontrastní ultrasonografie i z důvodu malé invazivnosti a dobré snášenlivosti.

SEZNAM ZDROJŮ

- 1) SKALICKÝ, Tomáš, TŘEŠKA, Vladislav, ŠNAJDAUF, Jiří, KALA, Zdeněk a kol. *Hepato-pankreato-biliární chirurgie*. 1. vyd. Praha: Maxdorf, © 2011. 614 s. ISBN 978-80-7345-269-8
- 2) EHRMANN, Jiří, HŮLEK, Petr a kol. *Hepatologie*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, ©2010. 590 s. ISBN 978-80-247-3118-6.
- 3) ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 2*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 2002. 488 s. ISBN 80-247-0143-1.
- 4) ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 3*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 2004. 692 s. ISBN 80-247-1132-4.
- 5) KLENER, Pavel a kol. *Vnitřní lékařství*. 4. vyd. Praha: Galén, 2011. 1174 s. ISBN 978-80-7262-705-9.
- 6) ROKYTA, Richard, BERNÁŠKOVÁ, Klára, KŘÍŽ, Norbert, MYSLIVEČKOVÁ, Jarmila a kol. *Fyziologie*. 1. vyd. Praha: ISV, 2000. 359 s. ISBN 80-85866-45-5.
- 7) MAČÁK, Jirka, MAČÁKOVÁ, Jana. *Patologie*. 1. vyd. Grada Publishing, 2004. 348 s. ISBN 80-247-0785-3.
- 8) SEIDL, Zdeněk, BURGETOVÁ, Andrea, HOFFMANNOVÁ, Eva, MAŠEK, Martin, VANĚČKOVÁ, Manuela, VITÁK, Tomáš. *Radiologie pro studium i praxi*. 1. vyd. Praha: © Grada Publishing, 2012. 368 s. ISBN 978-80-247-4108-6.
- 9) HRAZDIRA, Ivo. *Stručné repetitorium ultrasonografie*. 1. vyd. Praha: Audioscan, 2003. 112 s. 107/50, bez ISBN
- 10) CHMELOVÁ, Jana, JONSZTA Tomáš, GLACOVÁ, Hana, CHMELA, Jiří. *Základy ultrasonografie pro radiologické asistenty*. 1. vyd. Ostrava: Tribun EU, 2006. 77 s. ISBN 80-7368-221-4.
- 11) UNGERMANN, Leoš, ELIÁŠ, Pavel, RYŠKA, Pavel, MICHL, Antonín, ŽÍŽKA, Jan, KLZO, Luděk. Kontrastní dynamická ultrasonografie jater. *Česká radiologie*. [online]. 2009. 63(1), 34 – 41 [cit. 28. 02. 2009]. ISSN 1210-7883. Dostupné z: <http://www.cesradiol.cz/detail.php?stat=233>
- 12) FARKAŠOVÁ, Dana a kol. *Výzkum v ošetrovatelství*. 1. vyd. Martin: Osveta, 2006. 88 s. ISBN 80-8063-229-4.
- 13) SCHMIDT, Günter, BEUSCHER-WILLEMS, B., BRÜGMANN, L. et all. *Ultraschall-Kursbuch*. 3. vyd. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1999. 352 s. ISBN 3-13-11-9103-1.
- 14) HERRING, William. *Learning Radiology*. 2. vyd. Mosby: Elsevier, © 2012. 320 s. ISBN 978-0-323-07444-5.

INTERNETOVÉ ODKAZY

URL 1) ŠTEFÁNEK, Jiří. *Medicína, nemoci, studium na 1. LF UK*. Jatra obecné informace. [online],2011. [cit. 2013-03-17] Dostupné z:

<http://www.stefajir.cz/index.php?q=jatra-obecne-informace>

URL 2) ŠTEFÁNEK, Jiří. *Medicína, nemoci, studium na 1. LF UK*. Ultrazvuk. [online],2011. [cit. 2013-03-17] Dostupné z:

<http://www.stefajir.cz/index.php?q=ultrazvuk-jaterni-segmeny>

URL 3) Vitalion, *Ultrazvuk*. [online],2012. [cit. 2013-03-17] Dostupné z:

<http://vysetreni.vitalion.cz/ultrazvuk/>

URL 4) ŠTEFÁNEK, Jiří. *Medicína, nemoci, studium na 1. LF UK*. Ultrazvuk-jatra. [online],2011. [cit. 2013-03-17] Dostupné z:

<http://www.stefajir.cz/index.php?q=ultrazvuk-jatra>

URL 5) ŠTEFÁNEK, Jiří. *Medicína, nemoci, studium na 1. LF UK*. Steatóza jater.

[online],2011. [cit. 2013-03-17] Dostupné z: [http://www.stefajir.cz/?q=steatóza-jater](http://www.stefajir.cz/?q=steatoza-jater)

URL 6) ŠTEFÁNEK, Jiří. *Medicína, nemoci, studium na 1. LF UK*. Cirhóza jater.

[online],2011. [cit. 2013-03-17] Dostupné z: [http://www.stefajir.cz/?q=cirhóza-jater](http://www.stefajir.cz/?q=cirhoza-jater)

URL 7) Wikipedia. *Cysta (lékařtvi)*. [online],2013. [cit. 2013-03-17] Dostupné z:

[:http://cs.wikipedia.org/wiki/Cysta_%28l%C3%A9ka%C5%99stv%C3%AD%29](http://cs.wikipedia.org/wiki/Cysta_%28l%C3%A9ka%C5%99stv%C3%AD%29)

URL 8) ŠTEFÁNEK, Jiří. *Medicína, nemoci, studium na 1. LF UK*. Hemangiom.

[online],2011. [cit. 2013-03-17] Dostupné z: <http://www.stefajir.cz/?q=hemangiom>

URL 9) ŠTEFÁNEK, Jiří. *Medicína, nemoci, studium na 1. LF UK*. Fokální nodulární

hyperplázie-játra. [online],2011. [cit. 2013-03-17] Dostupné z:

[http://www.stefajir.cz/?q=fokální-nodulární-hyperplázie-jatra](http://www.stefajir.cz/?q=fokalni-nodularni-hyperplazie-jatra)

URL 10) *Anamneza*. Nádory jater. [online],2003-2012. [cit. 2013-03-17] ISSN

1802-8489 Dostupné z: <http://www.anamneza.cz/Nadory-jater/nemoc/370>

URL 11) ŠTEFÁNEK, Jiří. *Medicína, nemoci, studium na 1. LF UK*. Hepatocelulární

karcinom-játra. [online],2011. [cit. 2013-03-17] Dostupné z:

[http://www.stefajir.cz/?q=hepatocelulární-karcinom-jatra](http://www.stefajir.cz/?q=hepatocelularni-karcinom-jatra)

URL 12) ŠTEFÁNEK, Jiří. *Medicína, nemoci, studium na 1. LF UK*. Metastázy.

[online],2011. [cit. 2013-03-17] Dostupné z::

[http://www.stefajir.cz/index.php?q=metastázy](http://www.stefajir.cz/index.php?q=metastazy)

URL 13) Třeška V, Horský J, Černý V. *Česká společnost HPB chirurgie*. Poranění jater. [online],2004. [cit. 2013-03-17] Dostupné z: <http://www.hpb.cz/index.php?pId=04-4-06>

URL 14) ŠTEFÁNEK, Jiří. *Medicína, nemoci, studium na 1. LF UK*. Portální hypertenze. [online],2011. [cit. 2013-03-17] Dostupné z: <http://www.stefajir.cz/index.php?q=portalni-hypertenze>

URL 15) *Wikipedia*. Ultrazvuk. [online],2013. [cit. 2013-03-17] Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Ultrazvuk>

URL 16) Ústav lékařské biofyziky Lékařské fakulty Univerzity Palackého. *Dopplerovské ultrazvukové metody*. [online], [cit. 2013-03-22] Dostupné z: <http://ulb.upol.cz/praktikum/doppnav.pdf>

URL 17) Ultrazvuk. *Aplikace Dopplerova jevu v v UZ diagnostice*. [online],2007. [cit. 2013-03-22] Dostupné z:http://zdravotnictvi.ultrazvuk.cz/prilohy/2/aplikace_dopplerova_jevu.pdf

URL 18) ŠTEFÁNEK, Jiří. *Medicína, nemoci, studium na 1. LF UK*. Absces. [online],2011. [cit. 2013-03-17] Dostupné z: <http://www.stefajir.cz/?q=absces>

SEZNAM ZKRATEK

a. – arterie

CEUS – kontrastní ultrasonografie (dle anglického originálu - Contrast enhanced ultrasonography)

CT – počítačová tomografie (dle anglického originálu - computed tomography)

d. – ductus

FNH – fokální nodulární hyperplázie

HCC – hepatocelulární karcinom

HDŽ – horní dutá žíla

i.v. – intravenozní

KL – kontrastní látka

Lig. – ligamentum

MRI – magnetická rezonance (dle anglického originálu – magnetic resonance imaging)

Obr. - obrázek

RES – retikuloendoteliální systém

RFA – radiofrekvenční ablace

USG – ultrasonografie

UZ – ultrazvukový

v. – vena

v.s. – velmi suspektní

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Jaterní segmenty

Obr. 2: Vtok jaterních žil do DDŽ

Obr. 3: Obraz jaterního hilu. V jaterním hilu vidíme vtok v. portae do jater. Dvě tenké linky "nad" venou portae je a. hepatica a d. choledochus.

Obr. 4: Kraniokudální rozměr jater v USG obraze

Obr. 5: Steatóza jaterní

Obr. 6: Cirhóza jater

Obr. 7: Jaterní cysta

Obr. 8: Jaterní hemangiom

Obr. 9: Hepatocelulární karcinom

Obr. 10: Metastázy jaterní

Obr. 11: Četné metastázy jaterní II

Obr. 12: USG přístroj

Obr. 13: Vyšetřovací sondy – zleva 2 lineární sondy o různé frekvenci, vpravo konvexní sonda

Obr. 14: CT s KL i.v. ve venozní fázi

Obr. 15: Arteriální fáze – nasycení složky nádoru KL

Obr. 16: Venozní fáze - vymytí KL v solidní složce nádoru

Obr. 17: MRI – T2 vážený obraz

Obr. 18: MRI – T1 vážený obraz po aplikaci KL, venozní fáze

Obr. 19: USG jater – v. s. meta v játrech

Obr. 20: CT - venozní fáze, hyperdenzní ložisko

Obr. 21: Nativní USG – hypoechogenní ložisko

Obr. 22: CEUS

Obr. 23: Nativní USG

Obr. 24: Nativní USG – vzhled ložiska po embolizaci nezměněn

Obr. 25: CEUS

Obr. 26: Začátek arteriální fáze - ložisko se sytí z centra

Obr. 27: Arteriovenozní fáze – ložisko má vyšší echogenitu než okolní jaterní parenchym

Obr. 28: Pozdní fáze – echogenita ložiska a jaterního parenchymu je shodná

Obr. 29: CT jater venozní fáze – lokalizace obou ložisek

Obr. 30: CT složka PET/CT (venozní fáze, hyperdenzní tkáň, hypodenzní nekróza po RFA)

Obr. 31: Fúzovaný obraz PET/CT

Obr. 32: CEUS – arteriální fáze

Obr. 33: CEUS – venozní fáze

Obr. 34: Perfuzní CT

SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1: Tabulka rychlost šíření ultrazvuku v některých tkáních (v m/s)