

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI**

**Fakulta zdravotnických věd**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2014**

**Barbora Dvorská**

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI  
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologie

Barbora Dvorská

**Vyšetření hepatobiliárního systému pomocí  
ultrasonografie**

Bakalářská práce

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

Olomouc 2014

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

**Název práce v ČJ:** Vyšetření hepatobiliárního systému pomocí ultrasonografie

**Název práce v AJ:** Ultrasonographic examination of hepatobiliary system

**Datum zadání:** 16. 2. 2014

**Datum odevzdání:** 30. 4. 2014

**Vysoká škola, fakulta, ústav:** Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta zdravotnických věd  
Ústav radiologických metod

**Autor práce:** Dvorská Barbora

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

**Oponent práce:** MUDr. Hrdina Lukáš

### **Abstrakt v ČJ:**

Cílem přehledové bakalářské práce na téma „Vyšetření hepatobiliárního systému pomocí ultrasonografie“ je analýza poznatků získaných rešeršní činností recenzovaných odborných článků a informací publikovaných v české i zahraniční literatuře o vyšetřeních jater, žlučníku a žlučových cest pomocí ultrasonografie.

Pro splnění zadání této práce byly vybrány odborné knihy a články obsahující informace o ultrasonografování vybraných orgánů. Analýza předložených poznatků informuje o ultrazvukové diagnostice, způsobu sonografování, normálních a patologických nálezech při vyšetřování hepatobiliárního systému.

### **Abstrakt v AJ:**

This bachelor thesis focusing on the "Ultrasonography examination of a hepatobiliary system" analyses information and expert articles published on the ultrasonographic examination of liver, gall bladder and biliary tract in the Czech and foreign literature.

To achieve the goal of this thesis, professional literature and articles were reviewed. The findings analysed and presented in this thesis provide information on

ultrasound diagnostics, the ultrasonographic method and normal and pathological findings during hepatobiliary system examinations.

**Klíčová slova v ČJ:**

ultrazvuk, ultrasonografie, játra, žlučník, žlučové cesty, elastografie, kontrastní vyšetření, Doppler

**Klíčová slova v AJ:**

ultrasound, liver, gallbladder, bile ducts, elastography, contrast enhanced ultrasonography, Doppler

**Rozsah: 45 stran**

**Přílohy: 2 strany**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 30. dubna 2014

-----  
podpis

Děkuji doc. MUDr. Jaroslavu Vomáčkovi, Ph.D., MBA za odborné vedení práce, veškeré informace a připomínky, které mi při psaní práce poskytl, včetně dodání přiložených obrazů a poskytnutí zahraniční literatury.

Dále děkuji Mgr. Janě Bezděkové za pomoc s anglickým překladem abstraktu k anotaci bakalářské práce a Ing. Františkovi Glacovi za pomoc s úpravou textu, tvorbou citací a stylistické připomínky.

## Obsah:

ÚVOD .....	9
1. SOUČASNÝ STAV .....	11
1.1 Obecná část .....	11
1.1.1 Fyzikální princip diagnostického ultrazvuku .....	11
1.1.2 Vznik ultrazvukového obrazu.....	11
1.1.3 Základní typy ultrazvukového zobrazení .....	12
1.1.4 Ultrazvukový přístroj a ultrazvukové sondy .....	13
1.1.5 Biologické riziko .....	14
1.1.6 Interpretační riziko a kontrola přístroje.....	14
1.2 Speciální část.....	14
1.2.1 Real time zobrazení .....	15
1.2.2 Dopplerovské zobrazení .....	16
1.2.3 Vyšetření pomocí echokontrastních látek (CEUS).....	18
1.2.4 Ultrazvuková elastografie.....	19
2. PATOLOGICKÁ ANATOMIE HEPATOBILIÁRNÍHO SYSTÉMU.....	21
2.1 Patologická anatomie jater .....	21
2.2 Patologická anatomie žlučníku a žlučových cest .....	24
3. PŘEHLED PUBLIKOVANÝCH POZNATKŮ VYŠETŘOVÁNÍ HEPATOBILIÁRNÍHO SYSTÉMU POMOCÍ ULTRAZVUKU .....	25
3.1 Játra .....	25
3.1.1 Indikace .....	25
3.1.2 Příprava pacienta .....	25
3.1.3 Poloha pacienta.....	25
3.1.4 Vyšetřovací postup .....	25
3.1.5 Normální nález .....	26
3.1.6 Patologie .....	26
3.1.7 Poranění jater .....	31
3.1.8 Speciální metody ultrazvukového vyšetření jater.....	31
3.2 Žlučník a žlučové cesty.....	33
3.2.1 Indikace .....	33
3.2.2 Příprava pacienta .....	33
3.2.3 Poloha pacienta.....	34

3.2.4	Vyšetřovací postup .....	34
3.2.5	Normální nález .....	34
3.2.6	Patologie žlučníku .....	35
3.2.7	Patologie žlučových cest .....	38
3.2.8	Speciální metody ultrasonografie žlučového měchýře a žlučových cest .....	39
	ZÁVĚR.....	41
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	42
	SEZNAM ZKRATEK.....	46
	OBRAZOVÁ PŘÍLOHA .....	47



## ÚVOD

Na počátku 50. let 20. století se začaly vyvíjet ultrazvukové diagnostické metody. K vývoji docházelo po dvou samostatných liniích – ultrazvukové průmyslové defektoskopii a metodách založených na Dopplerově jevu. Ultrazvuková průmyslová defektoskopie umožňovala průkaz vad materiálu díky detekci akustických rozhraní, tj. rozhraní o různých akustických impedancích. Dopplerovy jevy jsou založeny na detekci pohybujících se částic pomocí vyhodnocení rozdílu velikosti jejich frekvencí. V první polovině 70. let došlo ke kombinaci obou metod a vznikly tak diagnostické ultrazvukové přístroje obsahující zobrazovací i dopplerovské moduly. Za více než 50 let došlo k prudkému technickému rozvoji metody. Základní využití ultrasonografie se rozšířilo do oblastí sonoelastografie, duplexní a triplexní ultrasonografie, energetického Dopplerova vyšetření, vyšetření s echokontrastními látkami apod. Téma biobezpečnosti ultrazvuku a expozice provází výzkum i praxi od té doby co bylo použito první skenovací zařízení. Bylo zjištěno, že ultrazvukové vlny neposkytují pouze zobrazení, ale také vzájemně působí na vyšetřovanou tkáň. Tomuto vzájemnému spolupůsobení bylo věnováno více pozornosti a během určité doby byla vygenerována různá moderní zařízení používající speciální výhody vlnových prvků pro terapeutické (Fyzioterapie) a diagnostické účely (Elastografie, Harmonické zobrazování, Střídavé zobrazení atd.)

Vyšetření orgánů dutiny břišní je nejčastějším výkonem v oblasti ultrasonografie. V akutních případech hraje ultrasonografie často zásadní roli. U hepatobiliárního systému bývá metodou první volby zvláště při akutních zánětlivých onemocněních, jaterních abscesech, žlučnickových kamenech či obstruktivním ikteru. Dopplerovo vyšetření proudící krve je v mnoha případech samozřejmostí. Další významnou oblastí ultrasonografie hepatobiliárního systému je intervenční ultrasonografie, která zahrnuje především ultrazvukem navigovanou biopsii jater, či navigované drenáže, dále intraoperativní ultrazvuk, laparoskopickou ultrasonografii a endoskopický ultrazvuk. Vyšetření v dětském věku s sebou nese řadu zvláštností a odlišností.

Tato práce je zaměřena na diagnostické ultrazvukové vyšetření hepatobiliárního systému dospělých osob. Odpovídá na otázky:

- Jaké existují informace o pravidlech ultrazvukového vyšetřování hepatobiliárního systému?
- Jaké poznatky o způsobu vyšetření jater a biliárního systému pomocí ultrasonografie a jejich zobrazení byly publikovány?

Mezi cíle práce tedy patří:

- Shrnout dostupné informace o možnostech nejužívanějších ultrasonografických zobrazení vybraných orgánů.
- Předložit poznatky o využití ultrasonografie při onemocněních jater a biliárního systému.

Pro přípravu bakalářské práce byla použita tato vstupní studijní literatura:

1. Matthias Hofer: Kurz sonografie, Grada, 2005
2. B. Beyer a kolektiv: Manuál ultrazvukové diagnostiky, 2000
3. I. Hrazdira: Úvod do ultrasonografie 1 a 2, 2008
4. Jane A. Bates: Abdominal Ultrasound: How, Why and When, 2010
5. Frederick W. Kremkau: Sonography: Principles and Instruments, 2010

Pomocí dohledaných informací a po konzultaci s vedoucím práce byla bakalářská práce rozdělena na 3 kapitoly.

První kapitola přináší odborné shrnutí základních fyzikálních předpokladů samotného ultrazvuku, jednotlivých typů ultrazvukového zobrazení, včetně zohlednění biologického rizika ultrasonografie.

Druhá kapitola shrnuje základní znalosti patologické anatomie hepatobiliárního systému, jež úzce souvisí se zobrazovanými nálezy.

Třetí kapitola je rozdělená na podkapitoly: Játra; Žlučník a žlučové cesty, předkládá soubor dohledaných informací o problematice zobrazování hepatobiliárního systému pomocí ultrazvuku. Každá z těchto podkapitol obsahuje speciální část, jež zahrnuje vyšetření pomocí nejmodernějších metod ultrasonografie.

# 1. SOUČASNÝ STAV

## 1.1 Obecná část

### 1.1.1 Fyzikální princip diagnostického ultrazvuku

Ultrazvuk (UZV) je mechanické vlnění o frekvenci vyšší než 20 000 kmitů za sekundu, jež je způsobeno oscilací částic v prostředí. Velikost frekvence vhodné pro diagnostický ultrazvuk se pohybuje mezi 2 až 30 MHz. Principem je průnik UZV vln tkáněmi s různou akustickou impedancí, tzv. vlnovým odporem, jež má výrazný vliv na zeslabení energie vlnění. Zeslabení energie vlnění je způsobeno rovněž změnou mechanické energie na teplo. Na rozhraní dvou prostředí o různé akustické impedanci prochází vlnění do druhého prostředí, přičemž za různých podmínek dochází k jevům, jako jsou: odraz, lom či transformace vlnění. (Hrazdira, 2008, str. 4) Ultrazvukové vlnění procházející tkáněmi je generováno v podobě harmonických frekvencí. (Kremkau, 2011, str. 36) Obecně platí vztah přímé úměry pro velikost hustoty UZV vln a rychlost jejich šíření. Vztah přímé úměry platí rovněž pro velikost frekvence a rozlišovací schopnost ultrazvuku. (Hrazdira, 2003, str. 5)

### 1.1.2 Vznik ultrazvukového obrazu

Nejdůležitějšími veličinami pro vznik ultrazvukového obrazu jsou rychlost šíření UZV vln daným prostředím, akustická impedance a útlum. (Hrazdira, 2003, str. 5). Rychlost šíření UZV vln závisí na hustotě prostředí. Průměrná rychlost šíření ultrazvuku měkkými tkáněmi je rovna  $1,54 \cdot 10^3$  m/s. Impedance popisuje množství odraženého a proniklého vlnění, vzniklé nárazem na akustické rozhraní. Velikost impedance stoupá s rostoucí hustotou tkáně a s rostoucí rychlostí šíření. V případě kolmého nárazu ultrazvukového vlnění na akustické rozhraní nebo v případě, kdy dvě tkáně mají stejnou impedanci, se náraz neprojeví. Při šikmém nárazu je zvuk lámán na hranici mezi objektem a dojde ke změně rychlosti šíření. Zeslabení vysílaného zvuku se nazývá útlum. Útlum určuje hloubku zobrazovaného objektu. (Kremkau, 2011, str. 24 a 36) Vlnění o vyšších frekvencích je snadněji pohlcováno a rozptylováno tkáněmi, proto pro zobrazení objemů uložených ve větší hloubce užíváme nižších frekvencí. (Breyer et al., 2000, str. 28)

Průměrný koeficient pro útlum měkkých tkání je 0,5 sB/cm pro každý MHz frekvence. (Kremkau, 2011, str. 36) Rozdíl akustických impedancí tkání, tvořících akustické rozhraní určuje množství akustické energie odražené na tomto rozhraní. Diagnostická informace pak vzniká na základě zachycení, zpracování a zobrazení UZV signálů odražených od tkáňových rozhraní. (Hrazdára, 2003, str. 5)

Podstatou zobrazení tkání je tedy počítačově vyhodnocený navracený signál zachycený sondou. Ultrazvuková sonda tedy vlny vysílá a rovněž přijímá. (Breyer et al., 2000, str. 31) Ultrazvukové vlny lze zaměřit pomocí čoček a zrcadel nebo elektronicky (u kompozitních vyšetřovacích sond). (Breyer et al., 2000, str. 27) Doba návratu signálu vypovídá o hloubce odrazu a podle velikosti amplitudy navraceného signálu dojde k přiřazení jasu danému pixelu. (Breyer et al., 2000, str. 26)

Hlavní parametry určující kvalitu obrazu jsou: kontrast, signál – k poměru šumu, rozlišení (osové, boční, výškové) a dynamický rozsah. Kontrast přilehlých ploch v obraze je definován jako rozdíl mezi hodnotami šedi jednotlivých bodů. Šum ultrazvukového zařízení představuje elektronický šum, externí rušení a tečkovaný šum. První dva zdroje šumu jsou většinou elektrického původu, zatímco tečkovaný šum je akustický jev způsobený interferencemi UZV signálu s jemnou strukturou tkání. Rozlišení ultrazvukového obrazu je definováno ultrazvukovou vlnovou délkou a tudíž frekvencí ultrazvukového paprsku. Dynamický rozsah je určen počtem stupňů hodnoty šedi a maximální a minimální amplitudou ozvěny, která může být zobrazena. (Doležal et al., 2012, str. 57)

Tkáně, ve kterých dochází k mnoha impedančním změnám, produkují mnoho odražených vln (ech) a ve výsledném obraze jsou proto hyperechogenní (světlé). Tkáně s malým množstvím impedančních změn se jeví hypoechogenně (tmavě). Anechogenní (černé) jsou homogenní tkáně bez impedančních změn. (Hofer, 2005, str. 14)

### **1.1.3 Základní typy ultrazvukového zobrazení**

Vzniklý tomografický obraz je možno zobrazit pomocí různých typů zobrazení. Zobrazení A podává záznam ve formě vertikálních výchylek. Vzdálenost mezi těmito výchylkami udává skutečnou vzdálenost mezi jednotlivými tkáňovými rozhraními. Zobrazení A se používá pro přesné měření vzdáleností a analýzu amplitudy echa. Zobrazení B skládá jednotlivé ultrazvukové linie do dvourozměrného, popř.

trojrozměrného obrazu. Každý bod obrazu má jas odpovídající amplitudě navraceného echa, poloha bodu odpovídá poloze odražející struktury. Dynamické zobrazení vytváří sérii po sobě rychle jdoucích obrazů zobrazení B. Vzniká tak možnost sledovat obraz v prostoru a času. (Breyer et al., 2000, str. 20) Pro potřeby kardiologie vzniklo zobrazení M, umožňující zaznamenat časový průběh pohybu. (Hrazdira, 2003, str. 5)

#### **1.1.4 Ultrazvukový přístroj a ultrazvukové sondy**

Ultrasonografický přístroj (ultrasonograf) se skládá z vyšetřovacích sond, elektronických obvodů nutných pro buzení piezoelektrických elementů sondy a pro zpracování zachycených odrazů do podoby obrazu, zobrazovací jednotky (obrazovky) a záznamových jednotek. (Hrazdira, 2008, str. 22)

Vyšetřovací sondy obsahují jeden nebo více měničů, které vysílají ultrazvukové vlny a přijímají odražené signály. Existují trojího typu: sonda lineární, konvexní a sektorová. Každá sonda je zaostřena pro jinou hloubku zobrazování. Lineární sonda vysílá ultrazvukové vlny paralelně, hodí se např. pro zobrazování kliček střev u dětí. Sektorová sonda vytváří obraz vějířovitě, zpočátku úzkým svazkem, jenž se do hloubky rozšiřuje. Sektorová sonda se v abdominální ultrazvukové diagnostice již nepoužívá. Konvexní sonda je kombinací obou předchozích typů. Používá se především pro zobrazení břišních orgánů. (Breyer et al., 2000, str. 31 – 33) Zvláštním typem UZV sond jsou sondy endoskopické, jež spojují výhody ultrazvukového vyšetření i endoskopie. Pro potřeby diagnostiky v různých lékařských oborech existují sondy transvaginální, transrektální, esofageální, (zobrazující v jedné rovině – monoplanární, nebo ve dvou na sebe kolmých rovinách – multiplanární) a endoluminární sondy využívající vysokých kmitočtů (30 - 40 MHz). (Hrazdira, 2003, str. 22)

Pro použití diagnostického ultrazvuku je zapotřebí zprostředkovat vhodný kontakt mezi sondou a kůží pacienta. Vzhledem k dobré akustické vodivosti vody, zabránění vzniku vzduchových bublin a snadnému pohybu sondy po těle pacienta je vhodné použít k tomuto účelu bezbarvý hydrofilní gel pro sonografování. (Hrazdira, 2008, str. 27)

### **1.1.5 Biologické riziko**

Francis A. Duck, předseda Evropského výboru pro lékařskou ultrazvukovou bezpečnost, prohlásil: „Ultrazvuk je nejbezpečnější z hlavních lékařských zobrazovacích metod.“ Avšak existují biologická rizika, která musí být bezpečně eliminována, aby vyřčené tvrzení mohlo platit. Jedná se o tepelné a netepelné mechanismy, jež by mohly za daných okolností poškodit vyšetřované tkáně. Tepelné mechanismy způsobují ohřívání tkání v důsledku absorpce akustické energie a její přeměny v teplo. Riziko se zvyšuje lineárně s délkou expozice a exponenciálně s teplotou. Teplotní riziko závisí na době, po kterou setrvá scanner nad specifickou částí těla. (Doležal et al., 2012, str. 11) Netepelné mechanismy zahrnují mechanické jevy ultrazvukové akce, jako jsou kavitace, oscilace apod. Proto i pro ultrazvukovou diagnostiku platí dodržování principu opatrnosti ALARA (As low as reasonably achievable = Tak nízké, jak lze rozumně dosáhnout). (Hlinomazová, Hrazdira, 2006, str. 341, 344)

### **1.1.6 Interpretační riziko a kontrola přístroje**

Interpretační rizika vznikají chybně provedeným vyšetřením, či chybnou interpretací zachycených obrazů. Příčiny mohou být subjektivní (závislé na vyšetřujícím lékaři) nebo objektivní (způsobené přístrojem). Může totiž docházet k obrazovým artefaktům či poruchám na přístroji. (Hrazdira, 2008, str. 31)

Proto byly Evropskou bezpečnostní komisí (ECMUS) Evropské federace společností pro ultrazvuk v medicíně a biologii (EFSUMB) vydány nejmodernější bezpečnostní průvodce a doporučení. Dále byla vyrobena řada komerčních zařízení pro kontrolu vlastností ultrazvukových systémů. Tato zařízení jsou navržena z více struktur s různými charakteristikami. Měření těchto charakteristik jsou získány specifické informace o přesnosti UZV přístrojů. (Doležal et al., 2012, str. 1 a 83)

## **1.2 Speciální část**

### **Souhrn moderních trendů**

Jako moderní trendy chápeme techniky v současnosti nejvíce používané. Patří k nim harmonické zobrazení, dále možnosti automatické optimalizace obrazů nebo vyhlazení a zjemnění obrazů běžně užívané lékaři, panoramatické zobrazování orgánů

a struktur, dále se jedná o funkci prostorového zobrazení pod určitým úhlem snímání (4D obrazy), vyšetření s kontrastní látkou a především ultrazvuková elastografie, která je teprve na počátku zavedení do praxe. (Vomáčka, Nekula, Kozák, 2012, str. 40)

### **1.2.1 Real time zobrazení**

Real time zobrazení (zobrazení v reálném čase, dynamické zobrazení) převádí obrazy vyšetřované oblasti tak, jak jsou snímány, tedy v tom okamžiku, kdy se odehrává. Výhodou je schopnost „zmrazení“ obrazu, tedy podržet obraz stacionární k posuzování a měření požadovaných velikostí. (Breyer et al., 2000, str. 20)

### **B mode**

B mód zobrazuje všechny tkáně, kterými prošlo ultrazvukové vlnění. (Breyer et al., 2000, str. 20) Jednotlivé ultrazvukové údaje jsou skládány do dvourozměrného obrazu, ve kterém má každý bod jas odpovídající amplitudě echa odraženého od tohoto bodu a jeho poloha tak odpovídá poloze odražené struktury. (Chmelová et al., 2010, str. 17) Dvourozměrné snímky B modu tvoří základ pro harmonické zobrazení a 3D zobrazení. (Breyer et al., 2000, str. 20)

### **Harmonické zobrazení**

Harmonické zobrazení existuje ve třech podobách zobrazení: Tissue Harmonic Imaging (THI), Second Harmonic Imaging (SHI) a Technika inverzní léze.

THI využívá k zobrazení celočíselné násobky základních frekvencí. Oscilace v tkáních nevznikají v těsné blízkosti sondy, ale s narůstající hloubkou. Umožňují tak vyšetřit hlouběji uložené orgány bez vlivu rozptylu způsobeného tkáněmi, jež jsou blíž sondě. (Hofer, 2005, str. 22)

SHI spočívá ve vyslání intenzivního svazku o velikosti frekvence  $f_0$ , přijímač však zachycuje kmity nikoli odražené, ale vzniklé v tkáních na základě nelineárního šíření budících UZV vln o velikosti frekvence  $2 f_0$ . (Hrazdira, 2008, str. 7)

Technika inverzní léze je širokopásmovou technikou, jež umožňuje nasazení dynamicky optimalizovaných harmonických násobků vysílací frekvence a větší šíří pásma. Metodou součtu prvního a druhého pulzu, jež je roven nule, jsou echa základní frekvence potlačena a harmonické složky signálu jsou naopak zesíleny. (Hofer, 2005, str. 23)

Mezi výhody tohoto zobrazení řadíme:

- a) možnost dokonalého vyšetření těžko vyšetřitelných pacientů, při použití konvenčního způsobu zobrazení,
- b) zkrácení celkové doby vyšetření těchto pacientů,
- c) zvýšení kontrastu zobrazení při zachování laterální rozlišovací schopnosti u běžných pacientů, jež zkvalitňuje výsledný obraz. (Hrazdira, 2008, s. 7)

### **Panoramatické zobrazení**

Panoramatické zobrazení spočívá v souvislém snímání obrazu tkáně či orgánu v daném směru a následné převedení do paměti přístroje. Vzniklý prodloužený pohled poskytuje posouzení rozměrů i morfologie celého orgánu. Metoda doplňuje konvenční zobrazení. (Hrazdira, 2008, s. 8)

Panoramatické zobrazení umožňuje např. vizualizaci cév pro větší vzdálenosti.

### **Zobrazení 3D**

Pro 3D zobrazení je důležité získat informaci o objemu snímaného orgánu. To je možné pomocí změn snímané roviny v průběhu vyšetření. Během snímání se sonda lineárně posunuje, rotuje nebo naklání. Počítač provede matematickou rekonstrukci obrazu na základě údajů o odrazivosti z jednotlivých rovin snímání. (Hrazdira, 2008, str. 11)

V současné době již systémy trojrozměrného zobrazení pracují v reálném čase. Užívá se pro ně označení 4D- zobrazení, přičemž čtvrtým rozměrem rozumíme velmi krátký časový úsek potřebný k rekonstrukci obrazu. (Hrazdira, 2008, str. 11)

#### **1.2.2 Dopplerovské zobrazení**

Přibližující se zdroj akustického vlnění o stálém kmitočtu má vůči pozorovateli vyšší kmitočet, kmitočet vzdalujícího se zdroje vnímá pozorovatel jako nižší. Tohoto principu je využíváno v rámci dopplerovských metod zobrazení proudící krve. (Hrazdira, 2008, str. 13) Dopplerův jev se tedy týká změny frekvence vráceného signálu vzhledem k vyslané frekvenci. Dopplerův jev závisí na rychlosti rozptýlení zvuku, Dopplerově úhlu a na operační frekvenci Dopplerova systému. Příchozím signálům jsou přiřazeny barvy podle předvoleného barevného mapování. (Kremkau, 2011, str. 170)



Mezi hlavní typy dopplerovských metod patří systémy s nemodulovanou nosnou vlnou (CW), jež jsou určeny k detekci a měření toku povrchově uložených cév a systémy s impulsně modulovanou nosnou vlnou (PW), určené pro měření v hloubkách. Systémy s nemodulovanou vlnou bývají konstruovány jako směrové a nesměrové. Nesměrové systémy poskytují informaci o průměrné rychlosti toku, a to bez směrového rozlišení. Systémy s impulsně modulovanou vlnou jsou ovlivňovány velikostí vzorkovacího objemu (tj. oblast v cévě, v níž se měří rychlost) a jeho umístěním v cévě. (Hrazdira, 2003, str. 12) Tok směrem k přijímači (převodníku) posuzujeme jako Dopplerův jev pozitivní (rychlost je dopředná), naopak tok směrem od přijímače zaznamená přijímač jako jev negativní (rychlost zpětná). (Kremkau, 2011, str. 170) Barevné kódování toku (color flow mapping) pak přenáší registrovaný směr toku do odstínů barev v závislosti, zda se jedná o směr „k sondě“ (červená), či „od sondy“ (modrá). Intenzita těchto barev závisí na rychlosti toku. Turbulentní tok se zobrazuje jako mozaika s barvou zelenou, přičemž jas barev je funkcí rychlosti toku. (Hrazdira, 2008, str. 17) Časový průběh rychlosti toku představuje dopplerovské spektrum, jež je analyzováno pomocí rychlé Fourierovy transformace (FFT- Fast Fourier Transform) z malého vzorkovacího objemu. (Hrazdira, 2008, str. 17)

Výhodou metody je umožnění měření rychlosti toku v cévách bez ovlivnění toků v jiných cévách, uložených blíže k sondě. (Hrazdira, 2003, str. 12)

### **Duplexní a triplexní metody**

Duplexní metodou se rozumí kombinace dvojrozměrného dynamického zobrazení a impulsního dopplerovského měření rychlosti toku. Barevná duplexní ultrasonografie poskytuje obraz složený z černobílé části, která představuje morfologii a odrazivost, a barevné části obsahující informaci o pohybu ve sledovaném řezu. Barva zde zobrazuje průměrnou rychlost toku. (Hrazdira, 2008, str. 16) Barevná duplexní ultrasonografie není účinná u toků na parenchymové úrovni. Používáme ji pro zobrazování toků ve větších cévách. (Bohatá et al., 2010, str. 14)

Triplexní metoda je založena na kombinaci B-zobrazení s barevným a spektrálním dopplerovským modulem, poskytujícím informaci celého rychlostního spektra. (Hrazdira, 2003, str. 13)

## **Energetický Doppler**

Barevné kódování energie toku, tzv. energetický Doppler spočívá, na rozdíl od konvenčních metod barevného kódování, ve využití celé energie dopplerovského signálu. Je prezentováno dvoudimenzionální dopplerovskou informací a barevným kódováním síly Dopplerova jevu. Tento přístup je citlivější k velmi pomalým tokům a tokům v malých či hlouběji uložených cévách. (Kremkau, 2011, str. 149) Metoda se využívá především k zobrazení perfúze orgánů a tkání.

Energetický Doppler není závislý na Dopplerově úhlu a frekvenci, nýbrž na množství pohybujících se částic vzbuzujících Dopplerův jev. (Kremkau, 2011, str. 149) Vzniká tak barevné zobrazení pomocí žluté a oranžové barvy, které není závislé na směru a rychlosti proudění. (Hrazdira, 2003, str. 13, 14)

### **1.2.3 Vyšetření pomocí echokontrastních látek (CEUS)**

Contrast Enhanced Ultrasonography (CEUS) slouží k zesílení odraženého signálu. Ultrazvukové echokontrastní látky (k. l.) se používají pro zvýšení amplitudy dopplerovského signálu a současně zvýšení poměru signál/šum. Jde o plynové mikrobubliny, aplikované intravenózně do cévního systému, které zvyšují echogenitu proudící krve. (Hrazdira, 2003, str. 14)

Vzduchové bubliny kontrastních látek pro vyšetření jater musí tak malé, aby prošly plicním řečištěm ( 7 – 10  $\mu\text{m}$ ) a zároveň musí být obaleny membránou, aby se nerozpustily v cévním řečišti. Tyto podmínky splňuje kl. třetí generace: sulfurhexafluorid (SF<sub>6</sub>, SonoVue<sup>®</sup>, Bracco, Itálie). Pro vyšetřování pomocí kl. bylo nutné vyvinout ultrazvukové techniky citlivé na velmi malé odrazy od mikrobublin, zobrazující v reálném čase při velmi nízkých akustických výkonech. Nazýváme je kontrast-specifické zobrazení. Jako nejvhodnější se jeví tzv. Power modulated pulse inversion, někdy nazývaná „contrast pulse sequence“. Během pulzů se mění jak amplituda, tak i fáze, poté dochází k subtrakci signálu. (Bohatá et al., 2010, str. 14, 15)

Reakce na kl. jsou vzácné, obvykle pouze přechodné a krátkodobé. Patří mezi ně např. dyspnoe, pálení na hrudi, změny tlaku, nauzea či zvracení. Dosud jediným omezením jsou pacienti s akutním koronárním syndromem, s výrazným chronickým srdečním selháváním nebo s významnou srdeční arytmií. (Ungermann et al., 2009, str. 36)

#### **1.2.4 Ultrazvuková elastografie**

Metoda sonoelastografie umožňuje zobrazení vnitřní struktury měkkých tkání pomocí různé odpovědi na silové (kompresní) působení na povrch těla a viskoelastické a poroelastické vlastnosti tkání. V první fázi je rozsah posunutí tkání zjišťován pomocí signálů odražených z vyšetřované oblasti před a po kompresi. Ve druhé fázi dochází k rekonstrukci zobrazení uskutečněného posunutí jednotlivých tkáňových struktur podle jejich mechanických vlastností. Dle nastaveného barevného kódování se pak měkké tkáně zobrazují žlutě až zeleně, tuhá ložiska modře až černě. (Hrazdira, 2008, str. 11)

Metoda UZV elastografie se zaměřuje především na detekci tumorů. Vychází z předpokladu, že zhoubné nádory mají 5 – 28krát nižší elasticitu, než tkáně nacházející se v okolí nádoru. Stejně tak je tuhost jater odlišná při cirhóze apod. (Vomáčka, Nekula, Kozák, 2012, str. 41)

#### **Real-time elastography**

Real-time elastography je metoda pro měření elasticity tkáně integrovaná v sonografickém přístroji (Hitachi EUB-8500 a EUB-900) a je technicky odlišná od Transient elastography. U běžných ultrazvukových sond je porovnávána a analyzována echogenita před a během mírného stlačení. Vzhledem k tomu, elasticitu tkáně nelze měřit přímo z odražených ultrazvukových vln. Byly publikovány studie, které zkoumají metody analyzující posunutí fází (např. metoda cross-korelace). Hitachi Medical Systems vyvinula Real-time elastography na základě kombinované autokorelační metody a 3D modelu tkáně pro stanovení fázového posunu v reálném čase. (Friedrich-Rust et al., 2007)

#### **Strain elastography**

Strain elastography (elastografie širokou vlnou) definuje elasticitu tkáně změnou délky při kompresi dělenou změnou délky před kompresí. Strain elastography měří axiální posunutí tkáně způsobené mechanickým namáháním v reálném čase. Elastogram je odvozen z údajů o změně radiačních frekvencí před a po kompresi. (ARDA et al., 2011, str. 911, 912)

## **Shear wave elastography**

Shear wave elastography (elastografie příčnou vlnou) nebo také Transient elastography (FibroScan) je novou zobrazovací metodou elastografie založenou na kombinaci radiace vzniklé v tkáních působením UZV vln a ultra rychlé zobrazovací sekvence, schopné zachytit v reálném čase šíření výsledných příčných vln. Oblasti tuhosti mohou být jasně mapovány pomocí hodnot pro maximální tuhost, hodnoty střední tuhosti a směrodatné odchylky, které konvenční metody elastografie nevykazují. (Evans et al., 2010, s. 2)

Využívá se Youngova modulu, který odráží rychlost šíření příčné vlny a přímo souvisí s elasticitou tkáně uváděnou v kPa, zobrazenou v reálném čase barevně, dle intenzity pružnosti tkáně. Hlavní výhody Shear wave elastography jsou vyšší prostorové rozlišení, a schopnost provádět kvantitativní hodnocení hodnot pružnosti bez vzniku kompresních artefaktů, reprodukovatelnost a provozní nezávislost.

(ARDA et al., 2011, str. 911, 912)

## 2. PATOLOGICKÁ ANATOMIE HEPATOBILIÁRNÍHO SYSTÉMU

### 2.1 Patologická anatomie jater

Mezi vrozené malformace řadíme: aplasie (lze pozorovat pouze prenatálně, postnatální život není možný), hypoplasie (zmenšení části, nejčastěji levého laloku jater), změny tvaru (jsou většinou dány přizpůsobením poměrům okolí), přídatná játra (ostrůvky jaterní tkáně v ligamentum falciforme), situs organorum inversus (zrcadlový obraz normálního tvaru), cystóza jater (projevuje se solitárními nebo vícečetnými cystami), (Bednář, 1982, str. 1051) Von Meyenburgův komplex (biliární hemartom či mikrohemartom, jakožto varianta adultní polycystózy), kongenitální fibróza jater (zvětšená játra se síťovitou vazivovou kresbou, včetně zvětšených portálních prostorů a zmnožených žlučovodů), Caroliho nemoc (cysticky dilatované intrahepatální žlučovody). (Povýšil et al., 2007, str. 177)

Můžeme pozorovat také regresivní změny, mezi které patří: nekróza (jakožto splývající – týká se jen několika sousedících buněk, zonální – postihuje určitou zónu lalůčku, přemost'ující – pruhovitá splývající, panlobulární nekróza – postihuje celé lalůčky), dále metabolické poruchy (steatóza, ikterus).

K zánětlivým onemocněním patří: absces jater, hepatitidy, granulomatózní záněty jater, záněty intrahepatálních žlučových cest. (Povýšil et al., 2007, str. 178)

Šokové změny – Projevují se nekrózou, většinou nejsou na makroskopické úrovni pozorovatelné, záleží však na rozsahu poškození. (Bednář, 1982, str. 1053)

Krvácení – nejčastěji traumatického původu, projevuje se intrahepatálními hematomy.

Atrofie – Bývá nápadná zachováním normálního tvaru orgánu, avšak přední okraj je nápadně ostrý. Při pokročilé celkové atrofii může dojít k poklesu váhy až o 400g. (Bednář, 1982, str. 1054)

Cirhóza – Jedná se o choroby vyznačující se difúzní strukturální poruchou parenchymu, sledovanou zmnožením vaziva a regenerací zachovalé jaterní tkáně. Porucha bývá spojena také se změnami objemu jater.

Laënnecova atrofická cirhóza se projevuje značně zmenšenými játry s nepravidelně granulovaným povrchem. Pouzdro bývá ložiskovitě ztlustělé, popřípadě zkalené. Parenchym je protkán různě velkými, kulatými, někdy polygonálními a nepravidelnými uzly.

Postnekrotická cirhóza je následkem akutní hepatodystrofie, která pro svůj mírný projev umožnila dožití se tohoto stadia. Játra jsou větší, povrch hrubě a nestejně hrbolatý, tkáň se skládá z rozsáhlých uzlů parenchymu a plošných jizev, v nichž parenchym docela chybí.

Biliární cirhózu rozdělujeme na primární cholangiolitickou, sekundární cholestatickou a sklerotizující cholangitis. (Bednář, 1975, str. 441 – 443) Primární biliární cirhóza bývá označována za autoimunitní zánětlivé onemocnění interlobulárních a septálních intrahepatálních žlučovodů vedoucí k jejich destrukci a perzistující cholestáze. Játra jsou jemně granulární, mírně zmenšená. (Lata, 2006, s. 6)

Cholestatická cirhóza vzniká při dlouhodobém městnání žluči, zapříčiněném většinou ucpáním žlučovodů konkrementem či nádorem. Zvětšená játra mají hladký nebo jen jemně zrnitý povrch. V rozšířených žlučovodech se nacházejí žlučové válce, dilatace se propaguje až na žlučové kapiláry, které obsahují zejména v centrálních oblastech lalůček žlučové tromby. Jaterní buňky podléhají nekróze, na periferiích dochází ke zmnožení vaziva a k výraznému bujení žlučovodů. Sklerotizující cholangitis se nachází u dospělých trpících cholestázou, která je kombinována s infekcí ascendentního typu ze střeva, což často bývá pravidlem. Obraz orgánu je podobný jako při cholestatické cirhóze, jen zřídka se pozoruje nepravidelnost tvaru. V podstatě se jedná o těžkou, převážně periportální fibrózu.

Mezi následky cirhózy patří: městnání v obvodu portální vény a následné změny portálního tlaku krve, hemoragická diatéza, ikterus, aj. (Bednář, 1975, str. 443 – 444)

Hepatitidy – Specifické i nespecifické hepatitidy jsou makroskopicky málo pozorovatelné, častěji se setkáváme především s klinickými projevy. (Bednář, 1982, str. 1070)

Steatózu představují tukově degenerované hepatocyty, které nabývají objemu a mohou tak vést ke zvětšení orgánu. (Bednář, 1982, str. 1056)

Nádory – Hemangiom je benigní nádor, který způsobuje prostoupení desítkami různě velkých uzlů a zvětší tak objem jater. Rovněž se může vytvořit ascites.

Adenom vzniká bujením samotných jaterních buněk i buněk žlučovýchodů. Podle toho je nazýváme hepatom nebo cholangiom. Hepatom v mnoha případech produkuje žluč. Adenomy jater se nejčastěji vyskytují ve spojení s jaterní cirhózou, kdy jsou těžko odlišitelné od uzlovité hyperplasie zachovalého jaterního parenchymu.

Hepatocelulární karcinom, nejčastěji spojován rovněž s cirhózou, se jeví jako masivní nádorový uzel zaujímající velkou část laloku nebo mnohotné menší nádorové uzly, popř. jako difúzní nádorová infiltrace prostupující téměř celý orgán, která není doprovázena podstatnější změnou tvaru. Prorůstá do hepatálních žil a jeví různé atypie. Metastazuje především do kostí a plic.

Cholangiocelulární karcinom, skladbou totožnou s karcinomem žlučových cest, bývá často karcinomem tubulárním skirhotickým.

Sekundární nádory – Játra jsou častým sídlem nádorových metastáz, především karcinomových, vycházejících ve většině ze zažívacího ústrojí. (Bednář, 1975, str. 446, 447)

Zásobování hepatickými cévami – hepatickou perfúzi charakterizují: arteriální přítok (vysoký tlak, malý odpor proudění), portální – žilní přítok (nízký tlak, malý odpor proudění) a žilní odtok (nízký tlak a malý odpor proudění). Vaskulární hepatopatie nastává s abnormálními cévními pochody, aneurysmaty, stenózami a sevřeními těchto cév. Arteriální jaterní perfúzní poruchy jsou vzácné, a to ve smyslu hypo- i hyperperfúze. Zmenšený arteriální krevní průtok může být způsoben jak vrozenými vadami, tak i získanými embolickými, trombotickými, zánětlivými, cévně-nádorovými, vaskulárními nebo aterosklerotickými-degenerativními změnami, nebo (akutně) infarktem myokardu, selháním a šokem. Hyperperfúze je pozorována velmi zřídka, bývá způsobena arteriovenózními shunty, zavedenými z důvodu vrozených chorob, nemocí traumatického nebo septik-embolického původu. V patologické anatomii jaterního řečiště se můžeme setkat například s hypoplazií a útlumy společně

jaterní tepny anebo jejich větví s atrofií propojených jaterních segmentů, aneurysmaty jaterních tepen, atypickými cévními změnami, arteriovenózní a arterioportovenózními shunty; abnormální hepatální cévní deformace se vyskytují častěji v souvislosti s cévními malformacemi v jiných orgánech (srdce, plíce, mozek, ledviny), které pomáhají k určení klinického průběhu a prognózy ve větší míře. (Dietrich, Serra, Jedrzejczyk, 2007, str. 11)

## **2.2 Patologická anatomie žlučníku a žlučových cest**

Za vrozené malformace považujeme agenezi žlučových cest a prenatální biliární cirhózu (Bednář, 1975, str. 447)

Zánětlivá onemocnění – Akutní cholecystitis a cholangitis se projevují jako zánět katarální, katarálně hnisavý či hnisavý. Žluč je zahoustlá, sliznice zduřená, vlivem tlaku konkrementů může dojít k nekróze. Intrahepatická cholangitis vede k tvorbě jaterního abscesu, chronická cholecystitis se projevuje spíše mikroskopicky, důležité je však spojení s obsahem konkrementů.

Žlučové kameny – Rozlišujeme 2 základní druhy kamenů, které se od sebe liší nejen chemickým složením, ale také vzhledem, kameny cholesterolové a pigmentové.

Cholesterolový kámen se zpravidla vyskytuje solitárně o velikosti asi 1cm, ale může dosáhnout i velikosti až 8 cm, či více. Tento druh konkrementu vyvolává hydrops žlučového měchýře, stěna může být ztlustělá.

Pigmentové kaménky vyskytující se většinou mnohočetně dosahují velikosti max. do 1cm.

Smíšené konkrementy nalézáme ve dvou formách, fasetované – přítomny vždy ve větším počtu a soudkovité – bývají dva až tři, téměř zcela vyplňují obsah žlučníku.

Nádory – K významným nádorům patří prakticky pouze karcinom. Vzácné jsou adenomy a adenomyomy.

Karcinom žlučníku postihuje jednodílně fundus nebo isthmus žlučníku, ale zpravidla se projevuje difúzním ztlustěním stěny žlučového měchýře. Později prorůstá do jaterní tkáně. Karcinom velkých žlučových cest vede k zúžení až úplnému uzavření žlučovodů. (Bednář, 1975, str. 449 – 452)



### **3. PŘEHLED PUBLIKOVANÝCH POZNATKŮ VYŠETŘOVÁNÍ HEPATOBIILIÁRNÍHO SYSTÉMU POMOCÍ ULTRAZVUKU**

#### **3.1 Játra**

##### **3.1.1 Indikace**

Mezi hlavní indikace k vyšetření jater pomocí ultrasonografie patří fibróza, zvětšená játra, podezření na absces, žloutenka, úrazy břicha, ascites, podezření na metastázy jater, podezření na cizí útvary v játrech či bolest v pravém horním kvadrantu břicha. (Breyer et al., 2000, str. 87)

##### **3.1.2 Příprava pacienta**

Osm hodin před vyšetřením by pacient neměl pít ani jíst, v případě ohrožení dehydratací smí pacient pít vodu. V akutních případech se na toto pravidlo neohlíží. V některých případech je přínosem nativní předozadní rentgenový snímek břicha. (Breyer et al., 2000, str. 87)

##### **3.1.3 Poloha pacienta**

Vyšetření se provádí vleže na zádech. Gel pro ultrasonografování je nanášen na pravou horní část břicha, postupně pak na celé břicho. (Breyer et al., 2000, str. 87) V některých případech je potřeba doplnit vyšetření z posledního mezižebří vleže na levém boku. (Hrazdira, 2003, str. 35)

Mezi standardní roviny patří sagitální řez epigastriem vlevo a vpravo, transverzální řez epigastriem, šikmý řez epigastriem vpravo, subkostální šikmý řez vpravo a transhepatální podélný řez. (Hofer, 2005, obal knihy)

##### **3.1.4 Vyšetřovací postup**

Volíme konvexní sondu s frekvencí 3,5 MHz, pro zobrazení orgánů u dětí či štíhlých osob používáme sondu o frekvenci 5 MHz.

Vyšetření se provádí pomalými kývavými pohyby sondy ve všech rovinách tak, aby byla co nejlépe zobrazena požadovaná oblast. (Breyer et al., 2000, str. 87, 88)

Ultrasonografii jater provádíme v hlubokém inspiriu. (Hofer, 2005, str. 68)

### 3.1.5 Normální nález

Normální játra vykazují na UZV obraze jemnou hyperechogenní linii kapsuly při jejím okraji. (Hofer, 2005, str. 80) Parenchym normálních jater má homogenní vzhled, jenž je přerušován portální žílou a jejími větvemi zobrazovanými jako lineární tubulární struktury s echogenními stěnami. Jaterní žíly lze sledovat až k jejich soutoku s dolní dutou žílou, která může být patrná zvláště při dýchání. Aortu pozorujeme jako pulzující vřícovou strukturu uloženou dorzálně a mediálně od jater. V příční rovině lze identifikovat lig. falciforme, jakožto hyperechogenní strukturu ležící vpravo při středové linii. Lobus caudatus je od levého jaterního laloku oddělen silně echogenní linií. (Breyer et al., 2000, str. 89, 90)

Velikost jater změříme v podélném řezu v pravé medioklavikulární čáře při maximálním nádechu od vrcholu jater po jejich přední okraj. Za normální hodnoty jsou považovány velikosti do 140 mm. (Hrazdira, 2003, str. 35) Dále se posuzuje úhel dolního okraje pravého laloku, který by neměl být větší než 45°. Laterální okraj levého laloku by měl být do 30°, ostřejší než kaudální okraj jater. (Hofer, 2005, str. 68)

### 3.1.6 Patologie

#### Jaterní steatóza

Ztukovatění jater se na UZV obraze projevuje difúzním zvýšením echogenity jaterního parenchymu. Při pokročilých stádiích steatózy je od parenchymu reflektováno tolik zpětného vlnění, že se stoupající vzdáleností od sondy je těžko hodnotitelný. (Hofer, 2005, str. 73) Echogenita se stanovuje porovnáním s echogenitou kůry ledvin, přičemž játra běžně vykazují stejnou, či mírně vyšší echogenitu. Z důvodu vyšší spolehlivosti porovnááme echogenitu také se slezinou, která je více echogenní než játra. Je-li rozdíl echogenit jater a pravé ledviny větší než rozdíl echogenit sleziny a levé ledviny, pak je echogenita parenchymu jater abnormálně zvýšená (za předpokladu, že obě ledviny vykazují stejnou echogenitu). (Tchelepi et al., 2002)

Steatóza nemusí postihnout difúzně celý orgán, ale může se projevit jako ložiskové ztukovatění jater. Tyto zóny jsou hyperechogennější než okolní parenchym a vždy ostře ohraničené. Ložiska nemají expanzivní charakter.

Při jaterní steatóze můžeme naopak pozorovat také ložiska normální tkáně v difúzně postižených celých játrech. Projevují se normální echogenitou, opět bez

expanzivního charakteru či vyklenutí, ať už zevně nebo do žlučníku, jako tomu bývá u maligních struktur. (Hofer, 2005, str. 74, 75)

### **Záněty jater**

Akutní hepatitida se neprojevuje žádnými zvláštními ultrasonografickými změnami, játra mohou být zvětšená a citlivá. Někdy se setkáváme se ztluštělou pruhovanou stěnou. (Rubens, 2007, str. 396) Ultrazvukové vyšetření však může pomoci rozlišit, zda je původu obstrukčního či neobstrukčního. (Breyer et al., 2000, str. 92)

### **Hepatomeglie u trofických onemocnění**

Při tomto onemocnění je jediným významným nálezem zvětšení jater. (Breyer et al., 2000, str. 92)

### **Schistosomiáza**

Obraz jater je normální nebo zvětšený s rozšířením v. portae a jejích hlavních větví, které mají zvýšenou echogenitu. Kolem mediálního okraje jater se vyvíjí výrazná kolaterální cirkulace, projevující se jako vinuté anechogenní vaskulární struktury. (Breyer et al., 2000, str. 93,94)

### **Jaterní cirhóza**

Povrch jater při cirhóze je nepravidelný, zvlněný až jemně hrbolatý, ultrazvukové vlny jsou od něj více rozptylovány, přičemž echa odražená od kapsuly mají natolik změněný úhel, že se zpět k sondě nenavrátí. Kapsula je tedy zobrazována přerušovaně nebo vůbec ne. Jaterní žíly vykazují nerovnoměrnou šíři a rozšířené úhly jejich soutoků. Větve v. portae mají při cirhóze často zvýrazněné hyperechogenní ohraničení. (Hofer, 2005, str. 80, 81)

V důsledku cirhózy se můžeme setkat i s malými svráštělými játry, projevujícími se difúzně zvýšenou echogenitou a deformovanými portálními a jaterními žilami. (Breyer et al., 2000, str. 96)

## **Jaterní cysty**

Většinou benigní ložiskové léze bývají homogenně naplněny tekutinou, proto jsou anechogenní. Obecně jsou jaterní cysty kulovitého tvaru, ostře ohraničené s dorzálním akustickým zesílením a okrajovým stínem. (Hofer, 2005, str. 76)

### **Dobře ohraničená solitární cysta**

Okrouhlý anechogenní útvar s akustickým zesílením, s průměrem do 3 cm, často nejspíše vrozená cysta. Může se plést s malou hydatidózní cystou. (Breyer et al., 2000, str. 97)

### **Solitární cysta s hrubě nepravidelným ohraničením**

Může se plést s bakteriálním abscesem či amébovým abscesem. Všechny mohou být mnohočetné i solitární, hypoechogenní se silnou zadní stěnou, nepravidelným ohraničením a tkáňovou drtí uvnitř. Abscesy mohou také obsahovat plyn. (Breyer et al., 2000, str. 104)

### **Mnohočetné cystické léze a komplexní cysty**

Bývají zcela anechogenní s ostrým ohraničením a distálním akustickým zesílením, přičemž mohou být projevem vrozeného polycystického onemocnění.

Echogenitu komplexních cyst může ovlivnit krvácení do cysty nebo její infekce. To může vést k podobnostem s abscesem či nekrotickým útwarem. (Breyer et al., 2000, str. 98)

### **Echinokoková cysta**

Hydatidózní nemoc, projevující se různými formami, např. jako:

- jednoduchá intrahepatální anechogenní cysta s ostrými obrysy, dvojitou stěnou a distálním ohraničením
- anechogenní útvar obsahující echinokokový písek v podobě jemné drti, ležící na dně cysty nebo vznášející se v jejím obsahu
- dobře ohraničený cystický útvar s drtí a blánou vznášející se uvnitř
- útvar obsahující mnohočetné vnitřní cysty a dceřiné váčky s echogenním obsahem některých cyst či echogenním prostorem mezi nimi

- infikované anechogenní jaterní cysty s neostrým okrajem
- echogenní ostře ohraničený útvar s kalcifikacemi ve stěnách cysty
- kolabovaná echinokoková cysta, která se může podobat jizvě, nebo s kalcifikacemi ve stěnách. (Breyer et al., 2000, str. 98-100)

### **Jaterní abscesy a amébový absces**

Hypoechogenní útvar se silnou zadní stěnou, nepravidelným ohraničením a tkáňovou drtí uvnitř. Mohou obsahovat plyn.

Amébový absces bývá v raných stádiích echogenní s nejasným ohraničením nebo izoechogenní, tzn. ultrasonograficky nejspolehlivý. Později se jeví jako solitární útvar s nepravidelnými stěnami a akustickým zesílením s tkáňovou drtí uvnitř. S progresí infekce se amébový absces zřetelně ohraničuje. Obvykle se vyskytuje v pravém jaterním laloku v blízkosti bránice. (Hofer, 2005, str. 104)

### **Jaterní kalcifikace**

Vápenatění se v játrech objevují jako důsledek patologických procesů. Mohou být ohnisková, obvykle v posledních fázích abscesu, hematomu či granulomu, také je můžeme spatřit jako součást metastáz. Zobrazují se silně hyperechogenně. (Bates, 2011, str. 113)

### **Primární tumory jater**

Hepatocelulární karcinom (HCC, hepatom) je nejčastějším primárním nádorem jater. Rozšířený HCC bývá téměř vždy multifokální, proto je obtížné odlišit jej od metastáz. (Tchelepi et al., 2002)

Hodnotíme jej jako jednotlivý homogenní útvar se slabými odrazy na periferii. Mohou mít nekrotický střed nebo se rozrůstat difúzně jako mnohočetná ložiska a infiltrovat portální a jaterní žily. (Breyer et al., 2000, str. 103) Může dojít k ztukovatění, které zvýší echogenitu a vede k možné záměně s hemangiomem. (Tchelepi et al., 2002)

HCC se může také projevit hypoechogenním okrajem. V jeho středu se může následkem nekrózy vyvinout cystická, tekutinou naplněná anechogenní dutina se silnými, nepravidelnými okraji. (Breyer et al., 2000, str. 101) Dále se hepatom může

projevit centrální jizvou a kalcifikacemi, které mohou být typické i pro jiné podtypy HCC. (Tchelepi et al., 2002)

### **Jaterní metastázy**

Přesný popis obrazu metastáz je pro četnost primárních nádorů různorodý, obecně bývá společný hypoechogenní lem. Kolorektální karcinom vytváří v játrech hyperechogenní metastázy s četností vlastních patologických cév vzniklých vlivem pomalého růstu. Rychle rostoucí metastázy plicních a prsních karcinomů jsou tvořeny převážně tumorózními buňkami, zobrazují se hypoechogenně. Po chemoterapii může docházet k nehomogenním zjizvením, kalcifikacím či parciální cystické přestavbě metastáz, popř. k vzniku ložisek centrální nekrózy. (Hofer, 2005, str. 82, 83) Metastázy melanomu patří mezi velmi slabě odrazivé struktury, naopak jako velmi silně odrazivé patří metastázy karcinomu tlustého střeva. (Hrazdira, 2003, str. 35)

### **Adenom jaterních buněk**

Jaterní adenomy se ve více než 70% případů vyskytují jako pevné benigní nádory, ve zbylých případech jde o adenomatózy. Zobrazují se hypoechogenně, zvláště v případě infiltrace tuku a krvácení, při vápenatění a zvýšeném obsahu glykogenu jsou adenomy hyperechogenní. Adenomy větších velikostí (nad 3cm) mívají hypoechogenní okraj. (Wermke, Gasmann, 1998, str. 112)

### **Jaterní hemangiom**

Oproti okolnímu jaternímu parenchymu jsou hemangiomy ostře ohraničené, homogenně hyperechogenní bez hypoechogenního lemu. Nejčastěji jsou malé, větší hemangiomy jsou nehomogenní struktury, špatně diferencovatelné od tumorů. (Hofer, 2005, str. 77) Často se vyskytují v blízkosti jaterního pouzdra. (Breyer et al., 2000, str. 103)

### **Granulom**

Granulomy bývají často malé oddělené léze, hypoechogenní až izoechogenní, někdy s hypoechogenními okraji či s případnými kalcifikacemi. Mohou být ale také malé a mnohočetné, játra pak působí hrubě až hrbolatě, na sonografickém obrazu hyperechogenně. (Bates, 2011, str. 112)

### **Ohnisková uzlovitá hyperplazie**

Objevuje se na celých játrech, příležitostně zavěšené na jejich hraně. Echogenita závisí na velikosti, zjizvenosti tkáně, obsahu tuku v játrech a degenerativních změnách. Tučná játra jsou hypoechogenní, jde-li o kapilární hemangiom, pak většinou pozorujeme zvýšenou echogenitu, při vysokém obsahu pojivové tkáně hyperechogenní. (Wermke, Gasmann, 1998, str. 78)

### **3.1.7 Poranění jater**

#### **Hematomy**

Intrahepatální hematomy mohou být hyperechogenní nebo hypoechogenní, k jejich odlišení od abscesů je nutné znát klinickou anamnézu pacienta.

Mezi pouzdrem a parenchymem jater můžeme nalézt subkapsulární hematomy v podobě anechogenních nebo komplexních (přítomností sražené krve) útvarů.

Z vnější strany pouzdra přiléhají k játrům anechogenní či opět komplexní extrakapsulární hematomy, ultrasonograficky podobné extrahepatálnímu abscesu.

Při poranění jater může dojít také ke vzniku intraparenchymatózních, subkapsulárních nebo extrahepatálních hematomů. (Breyer et al., 2000, str. 108)

#### **Bilomy**

Žluč uniklá v důsledku poranění žlučových cest může tvořit jaterní bilom. Tento však nelze od hematomu ultrasonograficky odlišit. (Breyer et al., 2000, str. 109)

### **3.1.8 Speciální metody ultrazvukového vyšetření jater**

#### **Zobrazení 3D**

K přesnému objemovému měření u hepatomegalie může pomoci 3D zobrazení.

Při posuzování obrazu jaterní cirhózy pomáhá trojrozměrné zobrazování lepší vizualizaci povrchu jater a stanovení diagnózy. (Tchelepi et al., 2002)

#### **Dopplerovské zobrazování**

Barevný Doppler patří k velmi přesným zobrazovacím metodám při hodnocení portální hypertenze, dále při posuzování portální žilní trombózy vzniklé z různých

příčin, či u žilních okluzivních chorob. Toto zobrazení je běžně používáno k hodnocení portální průchodnosti u pacientů před jaterní transplantací. Rovněž po aplikaci umělých porto-systémových zkratů napomáhá Dopplerovo vyšetření sledovat směr toku krve, průtok a jejich průchodnost. (Dietrich, Serra, Jedrzejczyk, 2007, str. 11 - 13)

Při chronické hepatitidě napomáhá Doppler odhalit zvětšené tepny a zvýšené arteriální proudění. Dále použijeme toto vyšetření zvláště u diagnózy portální hypertenze. Často zobrazí kolaterály, které na obrazu ve stupních šedi nemusí být vidět. (Tchelepi et al., 2002)

Dopplerovo zobrazení poslouží rovněž při hodnocení hemangiomů. Kavernózní hemangiom má tepny a cévy často dobře vykresleny, kapilární hemangiom má zřídka zobrazenou napájecí tepnu, cévy jsou rozpoznatelné jen občas. (Wermke, Gasmann, 1998, str. 26)

### **Vyšetření s kontrastní látkou**

Vyšetření se doporučuje provést např. při:

detekci vzduchu v průtoku jaterních žil (Tchelepi et al., 2002)

- charakterizaci náhodně nalezeného ložiska
- diagnostice HCC u pacientů s cirhózou jater
- detekci jaterních metastáz onkologicky nemocných pacientů
- provádění a sledování výsledků perkutánní ablace jaterních tumorů. (Ungermann et al., 2009, str. 40)
- hodnocení efektu radiofrekvenční ablace jater a ledvin (Machaličková, Červenková, Horejš, 2009, s. 11)

Při detekci a diferenciaci jaterních lézí oceňujeme schopnost detekovat až subcentimetrové léze, což je důležité při pátrání po metastázách. Jedná se o metodu schopnou potvrdit arteriální hypervaskularizaci ložiska. Díky tomu je kontrastní vyšetření schopno rozlišit benigní léze od maligních, avšak pouze v případě, jedná-li se o větší ložiska. (Bohatá et al., 2010, str. 16 - 18)

Kapilární a kavernózní jaterní hemangiom je ostře vykreslen v kapilární fázi, 20 – 35 s po aplikaci kl., vysoce-proudící hemangiom dosahuje nejvyšší intenzity v kapilární fázi, avšak často je viditelný již v ranné arteriální fázi, 10 – 15 s po aplikaci. (Wermke, Gasmann, 1998, str. 26)



Ohnisková uzlovitá hyperplasie dosahuje nejvyšších hodnot signálu v portálně žilní fázi, 30 – 90 s po aplikaci kl. (Wermke, Gasmann, 1998, str. 78)

## **Elastografie**

Pro neinvazivní posouzení onemocnění jater bylo v posledních letech zkoumáno několik ultrazvukových technik elastografie: Transient Elastografie (nejrozšířenější), Real Time Elastografie (RTE), Acoustic Radiation Force Impulse Imaging (ARFI) a nejnověji Shear Wave Elastografie (SWE). Hlavní indikací zůstává hodnocení jaterní fibrózy u chronických onemocnění jater. Existuje však mnoho dalších aplikací, např. při charakterizaci nádorů hepatobiliárního systému, komplikacích souvisejících s jaterní cirhózou, sledování antivirové léčby chronických virových onemocnění jater, monitorování lokální léčby, atd. (Nora, Trillaud, 2013)

Patologické jsou hodnoty lišící se od těchto hodnot: pro pravý zadní, pravý přední, levý střední a levý postranní segment jater  $4 \text{ kPa} \pm 2,2 \text{ kPa}$  (rozsah: 1 - 15),  $3,9 \text{ kPa} \pm 2,1 \text{ kPa}$  (rozsah: 1 až 13),  $3,8 \text{ kPa} \pm 2,1 \text{ kPa}$  (rozmezí: 1 - 13), a  $3,7 \text{ kPa} \pm 1,9 \text{ kPa}$  (rozmezí 1-12) pro každý segment. Mezi muži a ženami nenacházíme žádný významný rozdíl v hodnotách pružnosti jaterní tkáně, rovněž nebyla pozorována žádná korelace mezi věkem a hodnotami elasticity tkáně. (ARDA et al., 2011, str. 912)

## **3.2 Žlučník a žlučové cesty**

### **3.2.1 Indikace**

Zobrazení žlučníku a žlučových cest provádíme při bolestech v pravém horním kvadrantu břicha jako podezření na žlučové kameny či zánět žlučníku. Mezi další indikace řadíme ikterus, hmatné útvary v pravém horním kvadrantu břicha, recidivující příznaky peptického vředu nebo horečku neznámého původu. (Breyer et al., 2000, str. 111)

### **3.2.2 Příprava pacienta**

Stejně jako u vyšetření jater by pacient neměl osm hodin pít ani jíst kromě případu ohrožení dehydratací. (Breyer et al., 2000, str. 111)

### 3.2.3 Poloha pacienta

Pacient leží na zádech, během vyšetření se otočí na levý bok, popřípadě se postaví nebo zaujme pozici vkleče na všech čtyřech. Na kůži aplikujeme gel v dostatečném množství do oblastí pravého a postupně i levého horního kvadrantu břicha. Vyšetřujeme včetně celého epigastria. (Breyer et al., 2000, str. 111)

### 3.2.4 Vyšetřovací postup

Pro zobrazení žlučníku používáme stejně jako u jater sektorovou (Hrazdára, 2003, str. 37) sondu s frekvencí 3,5 MHz, u dětí a štíhlých osob volíme frekvenci 5MHz. Po uložení sondy do epigastria ji pomalu skláníme doprava, aby se zobrazila játra. (Breyer et al., 2000, str. 111)

Žlučník a žlučové cesty vyšetřujeme ve stejných rovinách jako játra, tedy: sagitální řez epigastriem vlevo a vpravo, transverzální řez epigastriem, šikmý řez epigastriem vpravo, subkostální šikmý řez vpravo a transhepatální podélný řez. (Hofer, 2005, příloha)

Vyšetření se provádí v maximálním vdechu „do břicha“. Pokud má pacient příliš mnoho plynu ve střevech, provádíme vyšetření vstoje. V poloze vkleče na všech čtyřech se dobře prokazují žlučové kameny. (Breyer et al., 2000, str. 111)

### 3.2.5 Normální nález

Normální žlučník se v podélném zobrazení jeví jako anechogenní hruškovitý útvar, jehož poloha, velikost i tvar jsou proměnlivé. (Breyer et al., 2000, str. 112) Žlučník posuzujeme na dolním okraji jater, kde měříme stěnu žlučníku v šíři maximálně do 4 mm. (Hofer, 2005, str. 69) Tloušťka stěny žlučníku se měří v příčném řezu a u pacienta vyšetřovaného nalačno by neměla být větší než 3 mm. V případě rozepjatého žlučníku činí tloušťka stěny 1 mm. Pokud se podaří zobrazit ductus hepaticus dexter či sinister, pak je vidíme jako intrahepatální tenkostěnné tubulární struktury. D. hepaticus communis lze rozpoznat anterolaterálně od v. portae. (Breyer et al., 2000, str. 112)

### **3.2.6 Patologie žlučníku**

#### **Konkrementy ve žlučníku**

Kameny ve žlučníku jsou různého složení a tedy různé odrazivosti ultrazvukových vln. Na rozdíl od polypů jsou expandibilní, avšak mohou se vyskytovat i konkrementy adheující na stěnu žlučníku, které jsou po proběhlých zánětech pevně zaklíněny. (Hofer, 2005, str. 86) Žlučové kameny jsou na ultrazvuku demonstrovány tenkým echogenním okrajem s výraznějším stínováním. (Fox, Scruggs, 2008)

Mohou se vyskytovat jako mnohočetné nebo solitární, různých velikostí, kalcifikované i nekalcifikované při normální nebo ztlustělé stěně. (Breyer et al., 2000, str. 118) Akustický stín žlučových kamenů překrývá tkáň, které jsou blíž k sondě. Malé žlučové kameny se nemusí projevit akustickým stínem, (Fox, Scruggs, 2008)

vizualizaci malých kamenů výrazně zlepšuje harmonické zobrazení. Pigmentové kameny jsou méně echogenní než běžnější cholesterolové žlučové kameny a mohou simulovat měkké tkáň. Pigmentové kameny jsou obvykle spojeny s recidivující pyogenní cholangiohepatitis a častěji se nacházejí ve žlučovodech, než-li ve žlučníku. Vyšetřující lékař musí počítat s artefakty, jako jsou: vzduch v lumen střev překrývající žlučník, sraženiny vznikající ve žlučníku v důsledku terapie antibiotik, hematomy, pseudocysty, jiné kapaliny běžně se vyskytující v dutých orgánech dutiny břišní. (Rubens, 2007, str. 393)

Kromě typických kamenů se mohou ve žlučovém měchýři objevovat tzv. „sludge“, neboli písek, který zobrazujeme při snížení akustického výkonu. (Hrazdira, 2003, str. 36) Zahuštěná žluč vytváří jemné závislé odrazy, které se při změně polohy pacienta - na rozdíl od kamének, pohybují pomalu. (Breyer et al., 2000, str. 119)

Komplikací přítomnosti konkrémentů je obstrukce žlučových cest. (Hofer, 2005, str. 87)

#### **Obstruktivní cholestáza**

Ultrasonografie nitrojaterní žlučovody běžně zobrazuje jako velmi tenké nebo nezobrazuje vůbec, avšak při obstruktivní cholestáze je pozorujeme jako dilatované, probíhající vedle portálních cév jako „double-gun sign“ (dvojhlavňový fenomén). Krystalizace žluči se může objevit jako doprovodný jev. (Hofer, 2005, str. 84, 85)

## **Polypy žlučníku**

Polypy vykazují nepohyblivé vnitřní odrazy bez akustického stínu. Jejich stopku lze nalézt nakláněním sondy do různých úhlů. Polypy nemění svou polohu, ale při vyšetření na boku mohou měnit svůj tvar. (Breyer et al., 2000, str. 122)

## **Akutní cholecystitida**

Existuje pět hlavních patologických nálezů v ultrazvukové diagnostice akutní cholecystitidy. Patří mezi ně:

- žlučové kameny (popsány výše)
- sonografické Murphyho znamení (maximální citlivost při tlaku sondou na oblast pravého horního kvadrantu epigastria)
- zesílení stěny žlučníku (edém) – na obrazu zobrazena jako střídání hyper- a hypoechogenních vrstev (Rubens, 2007, str. 396)
- pericholecystický výpotek (jehož tekutina je anechogenní) (Rubens, 2007, str. 398)
- dilatace d. hepaticus communis. (Fox, Scruggs, 2008)

Mezi komplikace cholecystitidy řadíme empyém s anechogenním hnisem. (Bates, 2011, str. 76) Včasné rozpoznání plynu ve žlučovém měchýři nebo emfyzému v jeho stěně zachrání pacienta od nebezpečí perforace. (Hofer, 2005, str. 89)

## **Chronická cholecystitida**

Obvykle spojená s konkrementy, projevující se nižším stupněm opakující se bolesti v oblasti pravého horního kvadrantu. Žlučník může být scvrklý s fibrózní až edematózní hyperechogenní stěnou. (Bates, 2011, str. 71) Při chronické cholecystitidě můžeme pozorovat tzv. wall-echo-shadow komplex (WES) tvořený dvěma oblouky o různém jasu a zadním stínem, vznikajícím jeden na přední stěně žlučníku a druhý za konkrementem. WES komplex zobrazuje dvojitý oblouk na rozdíl od vápenatění stěny, které se vyznačuje jedním obloukem, jehož vzhled je v závislosti na stupni kalcifikace různý. Při těžkém stupni se jedná o jeden pruh se silným zadním stínem zastiňujícím žlučový měchýř. Při nižších stupních kalcifikace rozeznáváme lumen žlučníku. (Rubens, 2007, str. 399, 400)

Xantogranulomatózní cholecystitida vzniká napadením stěny histiocyty, lymfocyty a dalšími buňkami, sonograficky pak objevujeme difúzní nebo fokální ztluštění stěny žlučníku s nástěnnou nodularitou.

### **Akalkulózní cholecystitida**

Cholecystitida bez přítomnosti kamenů, ať už akutní či chronická, se vyskytuje v mnohem menší míře. Svědčí pro ni difúzně zesílená hyperechogenní stěna žlučníku s absencí jakýchkoliv zřejmých příčin tohoto zesílení. Může být přítomen hypoechogenní až anechogenní „sludge“, v pozdějších stádiích také pericholecystický absces. (Bates, 2011, str. 72, 73)

### **Hemobilie**

Krev ve žlučovém měchýři může být spojena s gastrointestinálním krvácením či s krvácením ze stěny žlučníku, vzniklé např. iatrogenním působením, rupturou aneurysmat hepatických arterií apod. Čerstvá krev se zobrazuje jako jemná hypoechogenní struktura, krevní sraženiny jsou anechogenní, mohou se vyskytovat s hyperechogenními proužky. (Bates, 2011, str. 90, 91)

### **Cholesterolóza a adenomyomatóza**

Cholesterolóza, častěji difúzní než-li tvořená polypy, se na UZV obraze jeví jako hyperechogenní, kulatá nebo lobulární masa při stěně žlučníku, která nevytváří stín.

Adenomyomatóza se projevuje anechogenním zvětšeným žlučníkem s obsahem žluči, častěji se však jedná o zmenšení s obsahem cholesterolových kamenů a „sludge“. Nejběžnější forma adenomyomatózy je ústřední polypoidní léze – adenomyom, lokalizován v hrotu fundu. (Rubens, 2007, str. 401)

### **Primární tumory žlučníku**

Benigní nádory žlučníku představují adenomy, jakožto dobře ohraničené polypoidní žlučnickové léze, obvykle menší než 2 cm. Podle vzrůstu jsou charakterizovány jako tubulární, papilární nebo tubulopapilární. Menší léze jsou na UZV obraze echogenní, avšak větší se stávají heterogenními. (Rubens, 2007, str. 401)

Biliární hamartomy jsou další skupinou benigních nádorů žlučového měchýře. Typicky vícečetné hamartomy napodobují metastatické onemocnění. Zobrazují se jako mnohočetné léze bez cévních struktur. (Meacock, Sellars, Sidhu, 2010, str. 5)

Karcinom žlučníku je obvykle spojován s konkrementy nebo určitým vývojem cholecystitidy. (Bates, 2011, str. 91) Jeho diagnóza je obtížná z důvodu průkazu až v pokročilém stádiu, kdy prorůstá do okolní jaterní tkáně. (Hrazdira, 2003, str. 37) Stěna žlučového měchýře je silnější a nepravidelná, stíny kamenů ji mohou zakrývat. S karcinomem žlučníku také souvisí kalcifikace, vzniká pak tzv. porcelánový žlučník, kdy stíny kalcifikací mohou zcela zastínit některá ložiska.

Cholangiokarcinom se projevuje jako maligní, často mnohočetná léze vrůstající do stěny žlučovodu. Na UZV obrazu je snadno poznatelný, působí obstrukci ductus choledochus. Obraz cholangiokarcinomu je izoechogenní. (Bates, 2011, str. 91 - 93)

### **3.2.7 Patologie žlučových cest**

#### **Aerobilie**

Malé bublinky vzduchu ve žlučových cestách vznikají při infekcích žlučových cest, po ERCP, papilotomii nebo po založení biliodigestivní anastomózy či při emfyzematózní cholecystitidě. Vzduch se projevuje akustickým stínem, který se však liší od stínů konkrémentů. (Bates, 2011, str. 91)

#### **Žlučové cesty při žloutence**

U pacientů do 70 let má normální d. choledochus průměr do 9 mm (po cholecystektomii 10 – 12 mm) a d. hepaticus do 5 mm. Po 70 letech přičítáme na každých 10 let života 1 mm.

Většinou před nástupem ikteru pozorujeme hladce dilatované intrahepatální žlučovody, zobrazující se jako tubulární struktury probíhající paralelně s větvemi portální žíly. (Breyer et al., 2000, str. 130)

#### **Klonorchiáza**

Při tomto infekčním onemocnění způsobeném motolicí žlučovou jsou d. choledochu si oba jaterní žlučovody dilatované, nerovné, vakovitě rozšířené. (Breyer et al., 2000, str. 131)

## **Hydatidóza**

Hydatidóza se projevuje dilatovanými hepatickými i extrahepatickými žlučovody s rozsáhlými cystickými lézemi uvnitř jaterního parenchymu. (Breyer et al., 2000, str. 131)

### **3.2.8 Speciální metody ultrasonografie žlučového měchýře a žlučových cest**

#### **Barevné Dopplerovské zobrazování**

Rovněž vyšetření žlučníku může usnadnit Dopplerovské zobrazování, např. při rozlišení akutního zánětu žlučového měchýře od chronického. (SOYER et al., 1998, str. 183, 184)

#### **Vyšetření s kontrastní látkou**

Použití kontrastní látky při akutní cholecystitidě pomáhá zobrazit ztlustění stěny žlučníku oproti jaternímu parenchymu, a to zejména v pozdní fázi. Během fáze arteriální se dříve nasytí cystická tepna a stěna žlučníku, následně dojde ke zvýšení echogenity přilehlého jaterního parenchymu.

Adenomyomatóza je lépe vizualizována po podání kontrastních mikrobublin, kdy se nasytí stěna žlučového měchýře a zároveň dojde k výpadku nasycení intramurálního adenomyomu, jenž je nejčastěji lokalizován v hrotu fundu.

CEUS může pomoci detekci a hodnocení polypoidních lézí. Kontrastní Real-time zobrazení jednotlivých polypů usnadňuje jejich detekci a odlišuje je od nástěnných záhybů, „sludge“, či různého obsahu žlučníku. S pomocí CEUS můžeme lépe vymežit morfologii polypů, velikost a jejich množství. Tyto informace jsou užitečné při hodnocení požadavku na chirurgickou resekci.

Vyšetření karcinomu žlučníku napomáhá CEUS zvláště při interpretaci těchto zjištění: v případě polypoidních lézí, nebo nachází-li se v morfologii nádoru více hmoty, jako např. difúzní nebo nástěnné zahuštění. Pozdní fáze hypovaskularizace vzhledem k jaternímu parenchymu může poskytnout jasný obrys nádoru. Vysokou pravděpodobnost malignity podává obraz rychlého vymytí kl. do 35 s od podání kontrastního činidla.

Kontrastní US má potenciál k posouzení biliární dilatace a obstrukce žlučových cest. V post-kontrastních obrazech je rozšíření intrahepatálních i extrahepatálních

žlučovodů více nápadné a zlepšuje zobrazení případných intrahepatických kamenů, či jiných nežádoucích hmot.

Cholangiokarcinom se na CEUS zobrazuje v arteriální fázi s nepravidelným hyperechogenním okrajem, který trvá až do portální fáze. V případě difúzního heterogenního karcinomu je v portální fázi pozorována absence zvýšení kontrastu. (Meacock, Sellars, Sidhu, 2010, str. 2 - 7)



## ZÁVĚR

Ultrazvuk je první a nejdůležitější zobrazovací metodou při podezření na onemocnění jater - což platí ve smyslu průkazu i vyloučení patologie. Zvláště ocenitelný je díky míře biologického rizika, které je v porovnání s ostatními zobrazovacími metodami téměř nepozorovatelné. Ultrasonografie je zdaleka nejlepším nástrojem pro hodnocení fokálních jaterních lézí. Díky zobrazení v reálném čase, dynamickému charakteru USG, vysokému rozlišení a dobré bezpečnosti záznamu je nenahraditelná jakoukoliv jinou zobrazovací metodou. V klinické hepatologii je ultrazvuk hlavním nástrojem v diferenciální diagnostice žloutenky a cholestáz, v zaznamenání komplikací jaterní cirhózy, detekci, sledování či vyloučení nádorů a jaterních metastáz, odhalení žlučových konkrementů apod. Vyšetření pomocí kontrastní látky je užitečné zejména pro detekci nádoru a jeho popis, umožňuje tak omezení dalšího zbytečného snímkování. Sonografie je nezbytná pro provádění zásahů do jater a žlučových cest, např. při biopsiích.

Výhodou ultrasonografického vyšetření jater je také možnost časté průběžné kontroly, která může jednak zpřesnit diagnózu stanovenou při prvním vyšetření, ale také podává přesné informace o průběhu případného patologického procesu.

Cílem bakalářské práce bylo předložit dohledané informace o pravidlech a způsobu ultrazvukového vyšetřování hepatobiliárního systému a jeho zobrazení.

První kapitola může pomoci připomenout a osvojit si základní fyzikální předpoklady ultrazvuku, principy jednotlivých typů ultrazvukového zobrazení, zvláště nových, nejmodernějších metod, jako jsou Dopplerovo vyšetření, elastografie a vyšetření pomocí echokontrastních látek. Rovněž je zde připomenuto biologické riziko ultrazvuku.

Pro správné hodnocení ultrasonografického nálezu je zapotřebí výborné znalosti anatomie a zvláště pak patologické anatomie hepatobiliárního systému, jež předkládá druhá kapitola.

V třetí kapitole jsou shrnuty dohledané informace o problematice zobrazování vybraných orgánů. Tato část popisuje kromě způsobu vyšetření a normálního nálezu také poměrně podrobný popis patologických nálezů přiřazených k jednotlivým onemocněním. Je však nutné počítat s originalitou lidského organismu a možnými netypickými odlišnostmi. Speciální část nabízí některá zobrazení patologických stavů za použití moderních metod, zvláště pak příklady jejich použití.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

### **Knihy:**

BATES, Jane. 2011. *Abdominal ultrasound, How, Why and When*. 3<sup>rd</sup> ed. Leeds: Elsevier Ltd., 2011. ISBN 978-0-443-06919-2.

BEDNÁŘ, Blahoslav a spolupracovníci. 1983. *Patologie*. Svazek 2. Vyd. 1. Praha : Avicenum, 1983. ISBN: nedostupné

BEDNÁŘ, Blahoslav a kol. 1975. *Učebnice patologické anatomie*. 2., přeprac. vyd. Praha : Avicenum, 1975. ISBN: nedostupné

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

DOLEŽAL, Ladislav, KOLLMANN, Christian et al. 2012. *Efforts of ultrasound in medicine: latest developments and efforts in medical ultrasound safety topics and bio-effects research*. 1<sup>st</sup> ed. Olomouc: Palacký University, Olomouc, 2012. 174 pp. ISBN 978-80-244-3159-8.

HOFER, Matthias. 2002. *Kurz sonografie*. 4. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2005. ISBN: 80-247-0956-2

HRAZDIRA, Ivo. 2003. *Stručné repetitorium ultrasonografie*. Praha: Audioscan, spol. s r.o., 2003. ISBN: nedostupné

HRAZDIRA, Ivo. 2008. *Úvod do ultrasonografie v otázkách a odpovědích pro studenty lékařské fakulty* [online]. [cit. 30.3.2014]. Brno: Klinika zobrazovacích metod LF MU Fakultní nemocnice u Sv. Anny v Brně, 2008.

CHMELOVÁ, Jana, JONSZTA, Tomáš, GLACOVÁ, Hana, CHMELA, Jiří. 2006. *Základy ultrasonografie pro radiologické asistenty*. Dotisk prvního vydání. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2010. ISBN 978-80-7368-221-7

POVÝŠIL, Ctibor, ŠTEINER, Ivo et al. 2007. *Speciální patologie*. 2. dopl. a přeprac. vyd. Praha: Galén, Karolinum, 2007. ISBN 978-80-7262-494-2

VOMÁČKA, Jaroslav, NEKULA, Josef, KOZÁK, Jiří. 2012. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. 153 s. ISBN 978-80-244-3126-0.

WERMKE, Wolfram, GASMANN, Bernhard. 1998. *Tumor Diagnostics of the Liver with Echo Enhancers – Colour Atlas*. Berlin: DBC Druckhaus Berlin-Centrum GmbH & Co.

## Články

ARDA, Kemal, CILEDAG, Nayan, ARIBAS, Bilgin Kadri, AKTAS, Elif, KÖSE, Kenan. 2013. Quantitative assessment of the elasticity values of liver with shear wave ultrasonographic elastography. *Indian council of medical research* [online]. 2011, roč. 137, str. 911-915. [cit. 30.3.2014]. ISSN: nedostupné. Dostupné z: <http://icmr.nic.in/ijmr/2013/may/0505.pdf>

BOHATÁ, Šárka, PAVLÍK, Tomáš, CHLUMSKÁ, Danuše, VÁLEK, Vlastimil. Přínos kontrastního ultrazvukového vyšetření v diferenciální diagnostice ložiskových procesů jater. *Česká radiologie* [online]. 2010, roč. 64, č. 1, s. 11-19. [cit. 30.3.2014]. ISSN 1210-7883. Dostupné z: <http://www.cesradiol.cz/detail.php?stat=277>.

DIETRICH F. Christoph, SERRA Carla, JEDRZEJCZYK Maciej. 2007. *Ultrasound of the liver*. EFSUMB – European Course Book [online]. [cit. 3.4.2014], Dostupné z: [http://www.kosmos-host.co.uk/efsumb-ecb/coursebook-ultrasoundliver\\_ch02.pdf](http://www.kosmos-host.co.uk/efsumb-ecb/coursebook-ultrasoundliver_ch02.pdf)

EVANS, Andrew, WHELEHAN, Patsy, THOMSON, Kim, MCLEAN, Denis, BRAUER, Katrin, PURDIE, Colin, JORDAN, Lee, BAKER Lee, THOMPSON, Alastair. 2010. Quantitative shear wave ultrasound elastography: initial experience in solid breast masses. *Breast Cancer Research* [online]. 2010, roč. 12, č. 6, [cit. 30.3.2014]. Dostupné z: <http://breast-cancer-research.com/content/pdf/bcr2787.pdf>

FOX, John Christian, SCRUGGS William Price. 2008. Biliary Ultrasound. *Ultrasound Guide for Emergency Physicians*. [online]. 2008. Dostupné z: <http://www.sonoguide.com/biliary.html>

FREDERCH-RUST, Mireen, ONG, Mei-Fang, HERRMANN, Eva , DRIES, Volker, SAMARAS, Panagiotis, ZEUZEM, Stefan , SARRAZIN, Christoph. 2007. Real-Time Elastography for Noninvasive Assessment of Liver Fibrosis in Chronic Viral Hepatitis. *American Journal of Roentology*. [online]. 2007, roč. 188, č. 3, str. 758-764. [cit. 30.3.2014]. ISSN: 1546-3141. Dostupné z: <http://www.ajronline.org/doi/full/10.2214/AJR.06.0322>

HLINOMAZOVÁ Zuzana, HRAZDÍRA Ivo. 2005. *ALARA – principle and safety problems of diagnostic ultra sound*. Scripta Medica. Brno. 2005, roč. 78, č. 6, str. 341-346.

HRAZDÍRA, Ivo. 2008. *Úvod do ultrasonografie v otázkách a odpovědích pro studenty lékařské fakulty* [online]. [cit. 30.3.2014]. Brno: Klinika zobrazovacích metod LF MU Fakultní nemocnice u Sv. Anny v Brně, 2008. Dostupné z: [http://www.med.muni.cz/dokumenty/pdf/uvod\\_do\\_ultrasonografie1.pdf](http://www.med.muni.cz/dokumenty/pdf/uvod_do_ultrasonografie1.pdf)

LATA, Jan. 2006. Primární biliární cirhóza. *Interní medicína pro praxi*. [online]. 2006, roč. 2006, č. 1, str. 6 – 8. [cit. 22.4.2014]. ISSN - 1803-5256. Dostupné z: <http://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2006/01/02.pdf>

MACHALIČKOVÁ, Zuzana, ČERVENKOVÁ, Jana, HOREJŠ, Josef. 2009. Zkušenosti s použitím kontrastní ultrasonografie při hodnocení efektu radiofrekvenční ablace jater a ledvin. *Česká radiologie* [online]. 2009, roč. 63, č. 2, s. 145-151. [cit. 30.3.2014]. ISS 1210-7883. Dostupné z: <http://www.cesradiol.cz/detail.php?stat=241>.

MEACOCK, L. M., SELLARS, M.E., SIDHU, P.S. 2010. Evaluation of gallbladder and biliary duct disease using microbubble contrast-enhanced ultrasound. *National Center for Biotechnology Information* [online]. 2010, roč. 83, č. 991, str. 615-627. [cit. 30.3.2014]. ISSN: nedostupné. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3473688/>

NORA, Frulio, TRILLAUD, Herve. 2013. Ultrasound elastography in liver. *Diagnostic and Interventional Imaging* [online]. 2013, roč. 94, č. 5, str. 515–534. [cit. 30.3.2014]. ISSN: 2211-5684. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211568413000405>

RUBENS, J. Deborah. 2007. Ultrasound Imaging of the Biliary. *ULTRASOUND CLINIC* [online]. 2007, roč. 2, č. 9, str. 391–413. [cit. 3.4.2014]. Dostupné z: <http://www.slredultrasound.com/Filesandpictures/Biliary3.pdf>

SOYER, Philippe, BROULAND, J.P., BOUDIAF, M., KARDACHE, M., PELAGE, J.P., PANIS, Y., VALLEUR, P., RYMER, R. 1997. ColorVelocity Imaging and Power Doppler Sonography of the GallbladderWall:A New Look at Sonographic Diagnosis of Acute Cholecystitis. *American Journal of Roentology* [online]. 1998, roč. 171, str. 183-188. [cit. 30.3.2014].ISSN:1546-3141. Dostupné z: <http://www.ajronline.org/doi/pdf/10.2214/ajr.171.1.9648785>

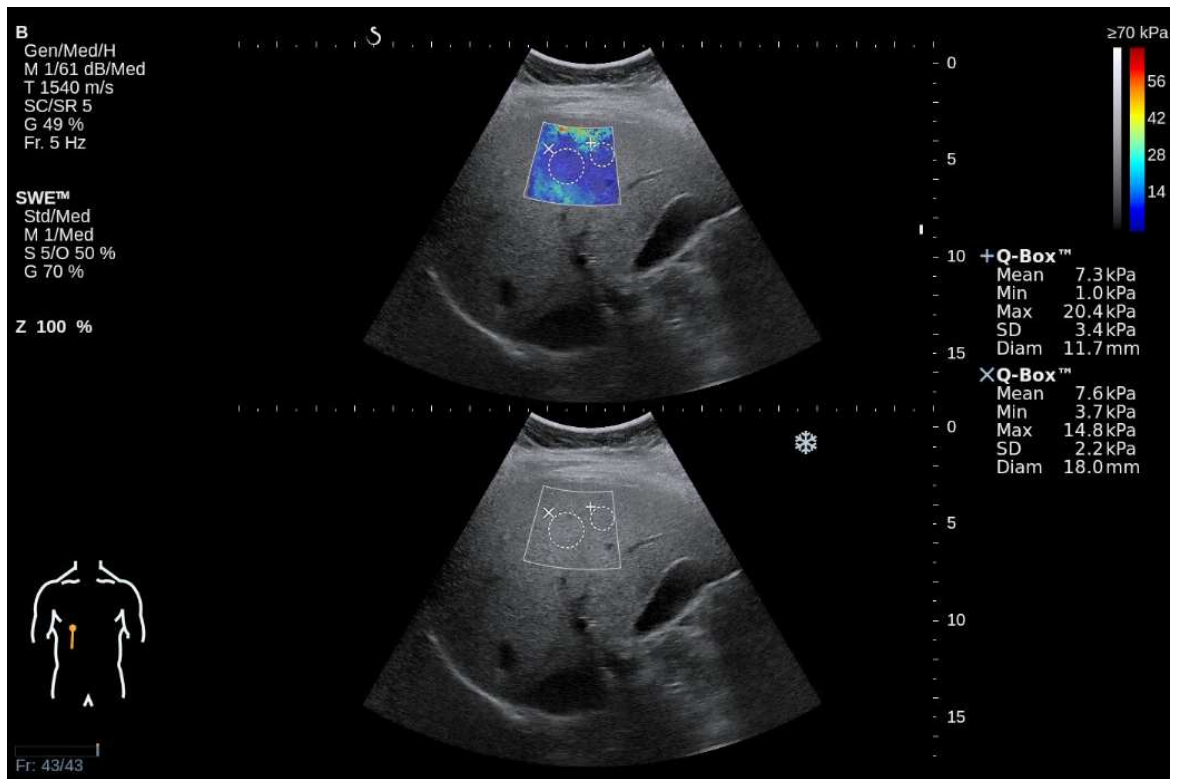
TCHELEPI Hisham, RALLS W. Philip, RADIN Randall, GRANT Edward. 2002. Sonography of Diffuse Liver Disease. *Journal of Ultrasound in Medicine* [online]. 2002, roč. 21, č. 9, str. 1023–1032. [cit. 30.3.2014]. ISSN: 1550-9613. Dostupné z: <http://www.jultrasoundmed.org/content/21/9/1023.full>

UNGERMANN, Leoš, ELIÁŠ, Pavel, RYŠKA, Pavel, MICHL, Antonín, ŽIŽKA, Jan, KLZO, Luděk. 2009. Dynamická kontrastní ultrasonografie jater. *Česká radiologie* [online]. 2009, roč. 63, č. 1, s. 34-41. [cit. 30.3.2014]. ISS 1210-7883. Dostupné z: <http://www.cesradiol.cz/detail.php?stat=233>.

## SEZNAM ZKRATEK

ALARA	As low as reasonably achievable
ARFI	Acoustic Radiation Force Impulse Imaging
CEUS	Contrast Enhanced Ultrasonography
CW	Nemodulovaná nosná vlna
ECMUS	Evropská bezpečnostní komise
EFSUMB	Evropské federace společností pro ultrazvuk v medicíně a biologii
HCC	Hepatocelulární karcinom
PW	Modulovaná nosná vlna
RTE	Real Time Elastografie
SHI	Second Harmonic Imaging
SWE	Shear Wave Elastografie
THI	Tissue Harmonic Imaging
UZV	Ultrazvuk
WES	Wall-echo-shadow komplex

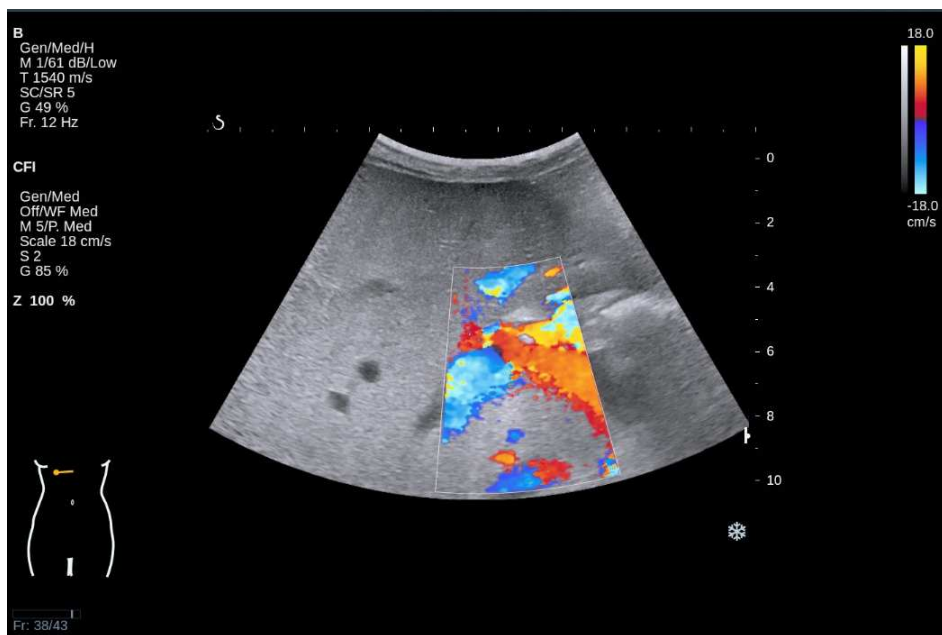
## OBRAZOVÁ PŘÍLOHA



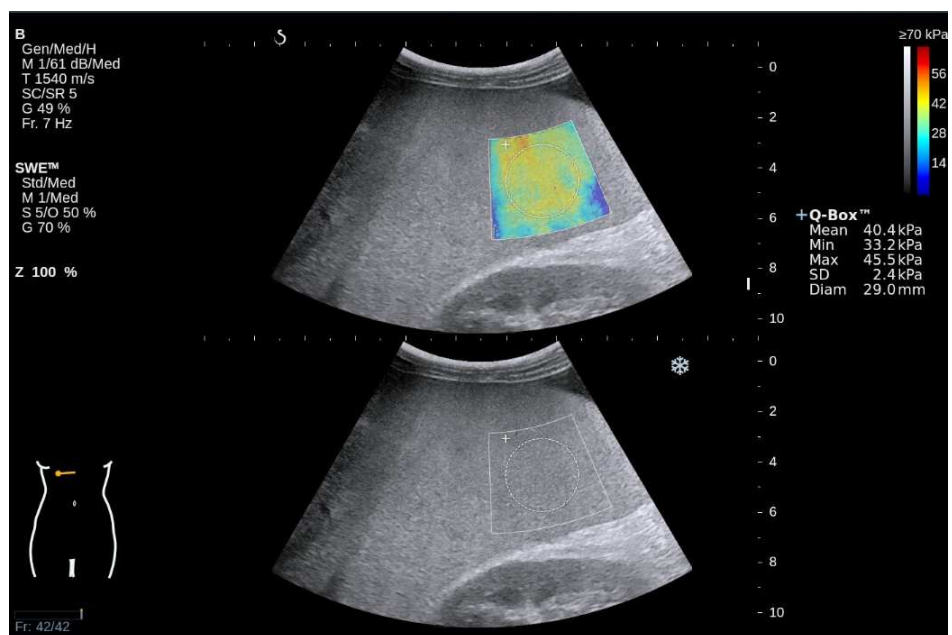
Ultrazvuková elastografie jater (normální nález), zachycen žlučník s anechogenní náplní.



Ultrazvuk ledvin se zachycením anechogenního abscesu a zvětšených jater.



Barevné Dopplerovské zobrazení toku portální žíly intrahepatálním směrem.



Ultrazvuková elastografie cirhotických jater.

Zdrojem výše použitých obrazů je Radiodiagnostické oddělení Fakultní nemocnice v Olomouci.