

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Pavla Novotná

Ultrazvuková diagnostika jater a portální hypertenze

Bakalářská práce

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

Olomouc 2019

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

Olomouc 10. dubna 2019

.....

Podpis

Děkuji doc. MUDr. Jaroslavu Vomáčkovi, Ph.D., MBA za odborné vedení práce, veškeré informace a připomínky, které mi při psaní práce poskytl.

ANOTACE

Typ závěrečné práce:	Bakalářská práce
Téma práce:	Diagnostika jater a portální hypertenze
Název práce:	Ultrazvuková diagnostika jater a portální hypertenze
Název práce v AJ:	Ultrasound diagnostics of liver and portal hypertension
Datum zadání:	2018-11-30
Datum odevzdání:	2019-04-10
Vysoká škola, fakulta, ústav:	Univerzita Palackého v Olomouci Fakulta zdravotnických věd Ústav radiologických metod
Autor práce:	Novotná Pavla
Vedoucí práce:	Doc. MUDr. Jaroslav Vomáčka, Ph.D., MBA
Oponent práce:	MUDr. Zuzana Sedláčková, Ph.D.
Abstrakt v ČJ:	Ultrazvukové vyšetření jater je metodou první volby při podezření na jaterní chorobu. Přehledová bakalářská práce se zabývá možnostmi ultrazvuku v zobrazování jater, jejich patologií, portální hypertenze a upřesňuje roli radiologického asistenta při zobrazování jater. K získání informací byly použity databáze Google Scholar, PubMed a EBSCO.
Abstrakt v AJ:	Ultrasound of liver is method of first choice in suspicion on liver diseases. Bachelor thesis deals with potenciality of ultrasound in imaging of liver, it's pathology, portal hypertension and specifies the role of radiologist assistant at imaging of liver. For searching information were used Google Scholar, PubMed and EBSCO

database.

Klíčová slova v ČJ:

ultrazvuk, játra, steatóza, fibróza, cirhóza, portální
hypertenze, ložiskové choroby jater

Klíčová slova v AJ:

ultrasound, liver, steatosis, fibrosis, cirrhosis, portal
hypertension, focal diseases of liver

Rozsah:

počet stran 54 / počet příloh 1

Obsah

Úvod	7
1 Teorie diagnostického ultrazvuk	9
1.1 Fyzikální princip ultrazvuku	9
1.2 Praktická aplikace ultrazvuku v zobrazovacích metodách a medicíně	11
2 Difuzní a ložisková onemocnění jater diagnostikovatelná ultrazvukem	14
2.1 Možnosti ultrazvuku při zobrazování jater	21
2.2 Normální ultrazvukové zobrazení jater a jejich patologií	32
3 Portální hypertenze	38
3.1 Možnosti ultrazvuku při diagnostice portální hypertenze	39
4 Role radiologického asistenta při ultrazvukovém vyšetření jater	46
Závěr	47
Referenční seznam	48
Seznam zkratk	53
Seznam obrázků	54
Seznam příloh	55
Přílohy	56

Úvod

UZ jater je metoda první volby při podezření na jakoukoliv chorobu jater (Skalický et al. 2011, s. 31). Mezi choroby jater, dobře diagnostikovatelné ultrazvukem (US) řadíme steatózu, cirhózu, portální hypertenzi (PH), cévní onemocnění jater, abscesy, cysty a nádory jater (Češka et al. 2015, s. 469-483). Většina chronických jaterních onemocnění může vést k fibróze a cirhóze, která je jejich závěrečnou organickou strukturou (Hejda, 2015, s. 13). Hlavní komplikace cirhózy jater je PH a vznik hepatocelulární karcinom (HCC). Úmrtnost na jaterní cirhózu roste se zvyšující se spotřebou alkoholu. V České Republice je roční počet úmrtí na jaterní cirhózu a její komplikace 15 na 100 000 obyvatel. (Hůlek et al. 2018, s. 67-471). V souvislosti s danou problematikou je možné položit si otázku: Jaké jsou možnosti US v zobrazování jater, PH a v zobrazovacích metodách?

Cílem bakalářské práce je sumarizovat dohledané aktuální poznatky o využití US v zobrazování jater, PH a v zobrazovacích metodách. Cíl bakalářské práce je specifikován v dílčích cílech:

1. Sumarizovat aktuální poznatky o možnostech využití US v zobrazovacích metodách
2. Sumarizovat aktuální poznatky o možnostech US při zobrazování jater, jejich patologií a PH.
3. Sumarizovat aktuální poznatky o roli radiologického asistenta při US vyšetření jater

Vstupní studijní literatura:

- HŮLEK, P. et al. 2018. Hepatologie. 3. vydání. Praha: Grada Publishing, xxi, 738 stran. ISBN 978-80-271-0394-2.
- CHMELOVÁ, J. et al. 2006. Základy ultrasonografie pro radiologické asistenty. Vyd. 1. Ostrava: Ostravská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 77 s. ISBN 80-7368-221-4.
- CHOLT, M. 2013. Cévní sonografie: repetitorium ultrazvukové cévní diagnostiky a atlas nálezů na DVD. 1. vyd. Praha: Grada, 327 s. ISBN 978-80-247-3974-8.
- ŠPIČÁK, J. et al. 2017. Novinky v gastroenterologii a hepatologii II. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, xvii, 296 stran. ISBN 978-80-271-0318-8.

Pro získání validních informací byl použit standardní rešeršní postup, který je dále popsán:

1. Vyhledávací kritéria:

- klíčová slova v ČJ: ultrazvuk, játra, steatóza, fibróza, cirhóza, portální hypertenze, ložiskové choroby jater
- klíčová slova v AJ: ultrasound, liver, steatosis, fibrosis, cirrhosis, portal hypertension, focal diseases of liver
- stáří dokumentů: 2008-2019
- jazyk vyhledaných dokumentů: český, anglický

2. Použité databáze:

- Google Scholar, PubMed a EBSCO

3. Celkový počet použitých dohledaných článků:

- 38

Dále bylo použito 14 odborných publikací.

1 Teorie diagnostického ultrazvuk

US nebo ultrasonografie či sonografie patří mezi zobrazovací metody, která nezatěžuje pacienty (P) ionizujícím zářením a je tedy možné vyšetření libovolně opakovat. Lze jej prakticky použít téměř ve všech medicínských oborech. V medicíně má své nezastupitelné místo a US diagnostika zejména měkkých tkání se stala zlatým standardem, nejen kvůli absenci radiační zátěže, ale i relativně nízké ceně přístrojů a s tím spojené vysoké vybavenosti US přístroji nemocnic a zdravotnických zařízení nejen v ČR, ale i ve světě (Nekula et al. 2014. s. 25).

1.1 Fyzikální princip ultrazvuku

Z fyzikálního hlediska je US mechanické vlnění o frekvenci, která se nachází nad rozmezí slyšitelného zvuku. Hranice pro člověka slyšitelného zvuku je 20 kHz (Vomáčka et al. 2015, s. 38). V diagnostice používáme frekvenci kmitů 2 až 40 MHz (Sedlář et al. 2014, s. 20).

Šíření mechanického vlnění je vázané na molekuly prostředí, které jsou jeho nositelem a dochází k jejich rozkmitání okolo jejich rovnovážné polohy. Ve vakuu se nešíří (Vomáčka et al. 2015, s. 38). Mechanické vlnění se může šířit buď podélně, kdy částice kmitají ve směru šíření vlnění, nebo příčně, kdy se částice kmitá kolmo na směr šíření. Při longitudinálním šíření nastává střídavé zahušťování a zředování částic prostředí. K transverzální šíření, může docházet pouze v tuhém prostředí. Podélné šíření vln nastává v plynném, kapalném i pevném prostředí (Sedlář et al. 2014, s. 21). US vlnění se odráží na rozhraní dvou makroskopicky odlišných prostředí, rozptyluje se na mikroskopických mezích struktur, láme se nebo ohýbá při dopadu na rozhraní dvou prostředí v případě, že na ně nedopadá kolmo a absorbuje se při prostupu substancemi (Vomáčka et al. 2015, s. 38).

Zdrojem a přijímačem US vln v diagnostickém přístroji jsou tzv. elektroakustické měniče, které mění jednu formu energie na druhou. Konkrétně pak mechanickou energii na elektrickou energii a nazpět (Sedlář et al. 2014, s. 27-30). US vlny jsou ze sondy vysílány pulzně. Sonda až 99 % času slouží jako přijímač odražených vln (Nekula et al. 2014, s. 25). V elektroakustických měničích jsou jako zdroj vlnění použity substance s piezoelektrickými vlastnostmi např. bariumtitanát nebo niobát olova (Vomáčka et al. 2015, s. 38). Sedlář et al. (2014, s. 29) dodává, že existují i krystaly s přirozeně piezoelektrickými vlastnostmi např.

křemen, turmalín, Seignettova sůl a z uměle vytvořených krystalů doplňuje Vomáčku o lithiumsulfát, polyvinylidénfluorid a zirkonátovou piezokeramiku. Substance s piezoelektrickými vlastnostmi mohou o své piezoelektrické vlastnosti nenávratně přijít při překročení tzv. Curieovy teploty, která je pro každou piezoelektrickou látku charakteristická (Sedlář et al. 2014, s. 29).

Krystaly těchto substancí jsou uloženy ve speciální sondě, které mají různou konstrukci podle účelu vyšetřované orgánové struktury, emitované frekvence a US metody (Heřman et al. 2014, s. 18). Při deformaci krystalů vznikne na povrchu krystalů elektrický potenciál a krystaly se deformují, pokud je na ně přivedeno elektrického napětí. Při přerušení toku elektrického napětí se krystaly rozkmitají. Pokud pak rozkmitané krystaly v sondě přiložíme na kůži těla s kontaktním gelem, dochází k šíření podélných vln do tkání (Vomáčka et al. 2015, s. 38). Tenká vrstva vzduchu mezi sondou a tělem brání šíření US. Mechanické vlnění nejlépe vedou substance s vyšším obsahem vody. Z tohoto důvodu používáme kontaktní gel aplikovaný na kůži P (Heřman et al. 2014, s. 17).

Echogenita tkání

Podle velikosti odrazu US a výsledného jasu tkáně určujeme tzv. echogenitu neboli odrazovost tkáňových struktur. Rozlišujeme struktury hyperechogenní, hypoechogenní, anechogenní a izoechogenní. Hyperechogenní tkáně jej odrážejí silně a zobrazují se jako jasné až bílé pixely Hypoechogenní tkáně jej odrážejí velmi slabě a zobrazují se jako šedé až temně šedé pixely. Anechogenní struktury jej neodrážejí a řadíme mezi ně např. tekutiny. Izoechogenní tkáně jsou takové, které mají stejnou echogenitu jako jejich okolí. Echogenitu tkání je možné zvýšit pomocí US kontrastních látek (Sedlář et al. 2014, s. 41-42).

Mezi hyperechogenní tkáně patří např. kalcifikace, konkrementy, játra s tukovým postižením, fibrózou či cirhózou. Hypoechogenní jsou např. ledviny, uzliny, hematom, absces, empyém. (Heřman et al. 2014, s. 19).

Echogenita tkání není stejná u každého člověka a je nutno ji posuzovat individuálně. V abdominální oblasti je nejlepší posuzovat echogenitu vyšetřovaných struktur podle echogenity pravé ledviny (Nekula et al. 2014, s. 26).

Intenzita ultrazvuku v medicíně a jeho působením živou tkáň

Mezi organismem a US dochází ke vzájemným interakcím. Rozeznáváme interakce s pasivním a aktivním působením (Sedlář et al. 2014, s. 30). Bezpečnost použití diagnostického US je daná výzkumem jeho působení, v určitém frekvenčním pásmu a o určité intenzitě na lidské tkáni. Frekvenční pásmo 1-20 MHz o intenzitě pod $1 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ tzn. $0,1 \text{ W}\cdot\text{cm}^{-2}$ nezpůsobují žádné zásadní změny tkání lidského organismu (Penhaker, Augustynek, 2013, s. 260). Mezi aktivní působení řadíme tepelné, kavitační, netepelné a nekavitační jevy. Aktivní působení se v medicíně využívá také a to v US terapii a chirurgii (Sedlář et al. 2014, s. 30).

Pro bezpečnost diagnostiky byli zavedeni dva mezinárodně používané ukazatelé, kteří souvisejí s potenciálními aktivními účinky US. Těmito indexy jsou tzv. mechanický index (MI), který sleduje riziko kavitace a tzv. tepelný index (TI), který sleduje riziko tepelného poškození (Sedlář et al. 2014, s. 33).

MI je ukazatel výkonu diagnostického US. MI v bezpečném diagnostickém pásmu nabývá hodnot 0-2. Jsou stanoveny maximální výkonnostní limity ultrazvuku (MI_{\max}) pro různé typy tkáně např. srdce, periferní cévy a plod má MI_{\max} 1,9, zatímco oko má MI_{\max} 0,2 (Penhaker, Augustynek, 2013, s. 261).

TI udává celkový navolený výkon normovaný energií, která by způsobila vzrůst teploty tkáně o $1 \text{ }^\circ\text{C}$. TI v bezpečném diagnostickém pásmu, dosahuje hodnot 0,1-4 (Penhaker, Augustynek, 2013, s. 261). Rozhodující je typ tkáně. U oka hrozí tepelné poškození už při hodnotách TI 1,0 (Sedlář et al. 2014, s. 33).

1.2 Praktická aplikace ultrazvuku v zobrazovacích metodách a medicíně

US lze prakticky použít téměř ve všech medicínských oborech (Nekula et al. 2014, s. 25). Diagnostické přístroje, které jsou technicky uzpůsobené pro svou specializaci, se uplatňují v kardiologii, oftalmologii, neurologii, urologii, gynekologii, pediatrii, pro endosonografické postupy a intervence (Vomáčka et al. 2015, s. 38). US má nenahraditelné uplatnění ve vyšetření abdominální oblasti a vyšetření měkkých tkání, dále při zobrazování srdce a jeho cév tzv. echokardiografie. U malých dětí se uplatňuje tzv. echoencefalografie, což je US vyšetření mozku přes neuzavřené fontanely major et minor (Nekula et al. 2014, s. 30).

Další uplatnění je při endoskopické ultrasonografii (EUS), jedná se o kombinaci endoskopie a US (Tozzi di Angelo et al. 2009, s. 7). Uplatňuje se zejména při hodnocení prostupu postižení do stěny dutých orgánů a struktur v jejich okolí (Heřman et al. 2014, s. 21). EUS metody se mohou provádět např. transezofageálně, využívá se k posouzení stavu srdce a velkých tepen a žil, transrektálně, používá se k hodnocení stavu prostaty a transvaginální endosonografie se používá k hodnocení stavu dělohy (Nekula et al. 2014, s. 30). Endobronchiální ultrazvuk (EBUS) prozkoumává plicní tkán a jejího okolí. Umožňuje provedení cílené biopsie plicní tkáně. Používá se tzv. radiální US sonda s rozsahem 360 stupňů v okolí sondy (Michálek et al. 2016, s. 208).

US zobrazení v reálném čase se standardně využívá v neurochirurgii při operacích mozku. Intraoperativní ultrazvukové zobrazení (IOUZ) mozku se provádí speciální miniaturní vysokofrekvenční sondou s vysokým rozlišením v oblasti kraniotomie. Tato technika umožňuje přesnou lokalizaci všech typů nádorů mozku včetně jejich reziduí a určuje tak operační přístup a navádí operátora při resekci nádoru. Umožňuje také maximální radikální resekci tumorů. Standardní zobrazení IOUZ mozku je B mód tzn. 2D zobrazení s možností rekonstrukce 3D zobrazení. Využívá se i dopplerovského módu. Lze provést i kontrastně. Výhodou techniky je umožnění provedení cílené biopsie a oproti podobným metodám např. intraoperativní MR mozku i její snadné začlenění na klasický operační sál s relativně nízkými ekonomickými náklady a krátká doba na provedení skenování mozku. Nevýhodou metody je pak, že ji nelze využít k navádění kraniotomie a výskyt artefaktů při kontrole resekce tumoru a vysoké nároky kladené na neurochirurga v rámci zkušeností s US (Filip et al. 2017, s. 627-636). IOUZ se používá i u chirurgické terapie metastáz jater (Heřman et al. 2014, s. 139).

Ultrazvuková elastografie (USE) je metoda která se využívá pro měření elasticity tkání (Špičák et al. 2017, s. 276). Používá u měření tuhosti šlach při podezření na tendopatii a kontrolu účinnosti léčby při jejich hojení. Poškozená šlacha je měkkší než zdravá. V rámci hojení se stává tužší. Šlacha pod napětím je také tužší (Aubry 2015, s. 54-57). USE se používá i v EUS jater (Allison et al. 2018, s. 181-184). EUS USE nachází praktickou aplikaci i u diagnostiky solidních pankreatických ložisek, zejména v rámci diagnostiky chronické pankreatitidy a diferenciální diagnostiky maligní či benigní léze (Chantarojanasiri, Kongkam 2017, s. 512). Také se uplatňuje i u EBUS pro hodnocení lymfatických uzlin mediastina v rámci časného záchytu metastatických ložisek a jejich stagingu. Je užitečná i u cílené transbronchiální biopsie lymfatických uzlin mediastina, kdy přesně zacílíme potenciální

metastatické ložisko a snížíme tak počet falešně negativních nálezů a opakování výkonu (Christoph et al. 2016, s. 233-236). USE se běžně používá při vyšetření prsu. Existuje i invazivní intravaskulární USE pro měření elasticity cév (Heřman et al. 2015, s. 222).

Stanovení smrti mozku v rámci transkraniálního US vyšetření je málo využívané vlivem legislativy. Zobrazují se mozkové struktury v B módu s následným barevným dopplerovským zobrazením průtoku krve v cévách za použití pulzní dopplerometrie. Transkraniální US vyšetření mozku je poměrně jednoduché s přesně podatelným výsledkem po minimálním proškolení. Legislativa říká, že stanovení typického intrakraniálního nebo extrakraniálního průtokového vzorce je jednou z možností vyšetření, které potvrdí mozkovou smrt potenciálního dárce orgánů. Spadá však do specializované způsobilosti a navíc je nutné mít prokazatelnou zkušenost s nepřetržitým vykonáváním vyšetření v délce minimálně 3 let. Vzhledem k těmto požadavkům, může vyšetření provádět jen minimum lékařů, a proto je jeho širší uplatnění v praxi značně omezeno (Matias 2016, s. 30-32).

Vysokofrekvenční US se pak uplatňuje v terapii s frekvencí kmitů od 1 až 3 MHz (Sedlář et al. 2014, s. 20). V podstatě se uplatňují tři typy US terapeutických metod. Tepelná terapie, terapie pulzní vlnou a kavitací zprostředkovaná terapie. US metody je možné použít na léčbu nádorů, trombózy cév, fibrilace síní a arytmií, hemostázu, drcení kamenů např. v ledvinách, srdeční stimulaci, aj. (O'Reilly a Hynynen, 2015, s. 2-8). Nejdéle se terapeutický US používá ve fyzioterapii. Uplatnění nachází i v kosmetice, v hojení měkkých tkání a kostí (Watson, 2008, s. 322-327). US přístroje nachází uplatnění i při dentální hygieně (Scribante et al. 2017, s. 4). V chirurgii se využívá tzv. harmonický skalpel, který funguje na principu přeměny vysokofrekvenční US energie (55 kHz) na mechanickou energii, která pak vytvoří aktivní ostří podélným šířením mezi dvěma čepelemi. (Dutta DK. a Dutta I., 2016, s. 209-210).

2 Difuzní a ložisková onemocnění jater diagnostikovatelná ultrazvukem

US vyšetření jater je často první volbou při diagnostice difuzních a ložiskových lézí jaterního parenchymu (Heřman et al. 2014, s. 139). Mezi choroby jater dobře diagnostikovatelné US řadíme steatózu jater, cirhózu jater, PH, cévní onemocnění jater, abscesy, cysty a nádory jater (Češka et al. 2015, s. 469-483). Podle Hůlka et al. (2018, s. 67-73) lze diagnostikovat hematom a zachytit i makroskopické změny v játrech způsobené virovými hepatitidami.

Steatóza jater

Za normálních okolností je v hepatocytech uloženo 5 % tuku. Pokud se v hepatocytech ukládá více tuku, dojde k přeměně hepatocytu na lipocyt a vzniku steatózy (Hůlek et al. 2018, s. 65). Češka et al. (2015, s. 470) pak uvádí, že steatóza jater je stav kdy nahromadění tuků v hepatocytech je větší než 5-10 % váhy jater. Steatóza jater nemusí postihovat celý jaterní parenchym, nýbrž může být fokální s nesteatotickými zónami (Hůlek et al. 2018, s. 72).

Podle příčiny vzniku steatóza jater, ji dělíme na nealkoholovou tukovou nemoc jater (NAFLD - non- alcoholic fatty liver disease) a alkoholovou steatózu, která vzniká z abúzu alkoholu. Alkoholovou steatózou v různém stupni trpí až 90 % osob s větší mírou abúzu alkoholu (Hůlek et al. 2018, s. 350-377). Riziko alkoholového jaterního poškození záleží na množství čistého alkoholu v alkoholickém nápoji. Bez ohledu na pohlaví, hrozí vyšší riziko alkoholového poškození jater při abúzu 30 g čistého alkoholu denně a při dávce 80 g a více je jeho vznik skoro jistý. Pro praktickou představu 36 g čistého alkoholu, obsahují dvě 0,5 l piva nebo 3 dcl vína nebo 12 cl destilátu (Brůha, 2015, s. 9).

NAFLD je pak spojována s obezitou a inzulinovou rezistencí a snížením pohybové aktivity (Hůlek et al. 2018, s. 377). Dalé pak s hypertriglyceridemií, diabetem mellitem, poruchou metabolismu železa, toxickým poškozením jater např. polékové a malnutriční (Češka et al. 2018, s. 469).

NAFLD podle Hůlka et al. (2018, s. 378) pak zahrnuje dvě patologicky rozlišné situace, kterými jsou nealkoholová prostá steatóza jater (**NAFL**-non-alcoholic fatty liver) a nealkoholová steatohepatitida (**NASH**-non-alcoholic steatohepatitis). NAFL je stav steatózy

bez přítomnosti známek fibrózy a zánětlivého procesu a je podle Češka et al. (2015, s. 469) ještě zvrátitelná.

Češka et al. (2015, s. 469) označuje steatózu jater s výskytem fibróz a zánětlivého procesu již jako steatohepatitidu. Hůlek et al. (2018, 377-378) souhlasí a zahrnuje steatohepatitidu do NASH, která pak obnáší mnoho stavů pokročilosti onemocnění jako fibrózu, cirhózu a HCC. Dále tvrdí, že steatóza a steatohepatitida jsou prognosticky závažná onemocnění, jelikož se až u čtvrtiny P rozvine jaterní cirhóza.

NAFLD představuje zátěž i pro společnost a financování zdravotnictví. Výsledky studie prováděné na německé populaci ukazují, že P s US nálezy jaterní steatózy čerpali o 26 % více prostředků na zdravotní péči od zdravotních pojišťoven, než pojištěnci bez známek ultrazvukových nálezů jaterní steatózy (Brůha, 2015, s. 10).

Fibróza a cirhóza jater

Pollák (2017, s. 105) tvrdí, že reakce jaterního parenchymu na poškození různé etiologie je vždy stejná a to odumření a rozpad poškozených hepatocytů s následnou zánětlivou reakcí, fibrogenézí, fibrolýzou a eskalací regeneračních schopností zbylých hepatocytů. Většina chronických jaterních onemocnění může vést k fibróze a cirhóze, která je jejich závěrečnou organickou strukturou (Hejda, 2015, s. 13). Vývoj cirhózy jater je v čase změnitelný a do určité fáze reverzibilní proces fibrotizace jaterního parenchymu, který trvá dlouhodobě a většinou i několik desetiletí (Brůha a Petrtýl, 2016, s. 22). Cirhózu jater Hůlek et al. (2018, s. 68) charakterizuje jako stav, kdy se morfologicky v parenchymu jater nacházejí tzv. regenerativní uzly, které nahrazují funkční parenchym jater, vznikají na podkladě nekrotických procesů a fibrózy jater. Můžeme se setkat i s označením cirhotické uzly (Brůha a Petrtýl, 2016, s. 22). Cirhotická játra mají narušenou celou svou funkci, neboť dochází k uspořádání jaterních buněk do nepravidelných uzlů a je tudíž narušeno napojení jater na krevní cévy a žlučovody. Cirhózu jater dělíme podle velikosti uzlů na mikronodulární (uzly do 5 mm), makronodulární (uzly 10 mm a více) a smíšeninou formu. Nejčastější formou cirhózy je s mikronodulárními uzly (Dohnalová, 2014, s. 110). Stupeň fibrózy a cirhózy podle morfologie jater je možné určit pouze biopsií jater (Hůlek et al. 2018, s. 469).

Klinický obraz je různorodý. P je často bez obtíží či má dyspeptické potíže nejasného původu. V tomto případě hovoříme o kompenzované cirhóze jater (Češka et al. 2015, s. 471). Pro kompenzovanou cirhózu jater je typická nepřítomnost jícnových varixů nebo přítomnost

jícnových varixů, které dosud nečinily krvácivé potíže (Brůha a Petrtýl, 2016, s. 22). Dekompenzovanou cirhózou pak označujeme pokročilé stádium, kdy se klinicky manifestují komplikace. Existují dvě hlavní komplikace cirhózy jater. Jedná se o PH, která sebou přináší další komplikace, a vznik malignity v regenerativních uzlech, zejména HCC (Hůlek et al. 2018, s. 67-471). Typickými komplikacemi cirhózy jater je přítomnost ascitu, krvácení z jícnových varixů nebo jaterní encefalopatie (Brůha a Petrtýl, 2016, s. 22).

Pollák (2017, s. 104) říká, že onemocnění cirhózou jater není pouze problém pro samotného P ale i pro jeho rodinu a celou společnost, neboť důsledky onemocnění jsou natolik závažné, že v dekompenzované fázi onemocnění P invaliduje a je pak odkázán na pomoc společnosti. Čěška et al. (2015, s. 471) dodává, že až polovina P v dekompenzované fázi onemocnění do 1 roku zemře. Hůlek et al. (2018, s. 470) je oproti Čěškovi optimističtější a uvádí dobu přežití u poloviny P do 2 let, přičemž tvrdí, že doba přežití u kompenzované cirhózy je více než 5 let. Hejda (2015, s. 16) tvrdí, že v případě závažných komplikací jaterní cirhózy vedoucí k dekompenzaci např. infekce či renální selhání, je úmrtnost P do 1 roku až 67 %.

Cévní onemocnění jater

Častější jsou poruchy žilního systému (trombóza) jater než tepenného. Příčiny mohou být různé např. onemocnění srdce a cév, plicní onemocnění, traumata, tumoru či iatrogenní poškození. Primární cévní onemocnění jater je Buddův-Chiariho syndrom (Čěška et al. 2015, s. 478). Buddův-Chiariho syndrom je způsoben defektem odtoku krve z jater, zpravidla způsoben překážkou v jaterních žilách (HV) či veny cavy inferior (VCI) nebo jejich kombinací (Hůlek et al. 2018, s. 66).

V důsledku poruchy odtoku krve z jater jsou játra překrvená a ischemická a při chronicitě dojde ke vzniku fibrózy. Jaterní segment lobus caudatus má vlastní žilní drenáž přímo do VCI a proto se při trombóze velkých žil v játrech masivně zvětšuje. Chronická forma může vést k rozvoji hypervaskularizovaných uzlů v jaterním parenchymu v důsledku regenerativních procesů, tzv. modulární regenerativní hyperplázií (Hůlek et al. 2018, s. 66). Podle Čěšky et al. (2015, s. 478) klinické projevy spočívají subjektivně v bolesti břicha, objektivně k hepatomegalii, ascitu či obrazu akutního selhání jater.

Abscesy

V játrech se jedná zejména o pyogenní abscesy, které se vyskytují nejčastěji a tvoří až 80 % všech jaterních abscesů (Fichtl et al. 2015, s. 13). Jde o zánětlivé, hnisavé ložisko, které tvoří dutinu naplněnou hnisem s lokalizací v jaterním parenchymu. Jsou relativně vzácné a vyskytují se solitárně nebo multilokulárně (Hůlek et al. 2018, s. 71). Jako nejčastější příčinu vzniku pyogenního abscesu Češka et al. (2015, s. 479) uvádí prostup zánětu ze žlučníku a žlučových cest. Fichtl et al. (2015, s. 13) předkládá výsledky průzkumu, podle nichž pyogenní absces jater vzniká ve 24,1 % jako komplikace cholecystitidy a ve 48,1 % se jedná abscesy bez zjištěné příčiny tzv. primární abscesy jater. Další možné cesty zavlečení infekce do jater je arteriální nebo portální krví, eventuelně prostupem infekce z jiných břišních orgánů (Češka et al. 2015, s. 479). Fichtl et al. (2015, s. 13) uvádí jako noxy pyogenního abscesu *Streptococcus milleri* a *fecalis*, *Escherichia coli* a *Klebsiella pneumoniae*.

Další typ abscesů, které mohou postihnout játra, jsou parazitární abscesy, které tvoří asi 10 % jaterních abscesů. V ČR jsou vzácné, neboť je způsobují parazité *Entamoeba histolytica*, *Echinococcus species* a další, kteří se u nás nevyskytují. Tito parazité jsou typičtí pro subtropické a tropické oblasti (Fichtl et al. 2015, s. 13). Abscesy, které způsobuje *Entamoeba histolytica*, označujeme také jako amébové abscesy, neboť jsou v podstatě komplikací améboz, kdy se až u třetiny P vytvoří jaterní absces (Hůlek et al. 2018, s. 483).

Je ještě jeden typ jaterních abscesů a to mykotické abscesy jater, které jsou způsobeny zpravidla *Candida albicans* a zastupují rovněž asi 10 % jaterních abscesů. Objevují se u osob se sníženou obranyschopností (Fichtl et al. 2015, s. 13).

Cysty

Hůlek et al. (2018, s. 481) popisuje cystu jako dutý patologický útvar lokalizovaný v játrech, který je vyplněn tekutinou. Dále dělí cysty podle jejich množství na solitární nebo multilokulární, podle etiologie na neparazitární cysty nebo parazitární cysty a podle geneze na cysty biliární, vrozené a jiné.

Neparazitární cysty jsou často způsobené kongenitální malformací biliárního stromu. Při vývoji miniaturní žlučovody ztrácí spojení s biliárním stromem, avšak epitelální výstelka produkující tekutinu je v žlučovodech zachována a tak se v nich hromadí tekutina, která utlačuje parenchym a v játrech tak vzniká dutina naplněná tekutinou. Obsah této cysty bývá obvykle čirý, pouze při komplikacích se může změnit. V játrech mohou vzniknout také cysty

bilární, které jsou také nazývány Caroliho nemoc. Jedná se o výjimečné postižení intrahepatálního biliárního stromu, které je často spjato se zvýšenou produkcí žlučových konkrementů v jaterním parenchymu. Biliární cysty mohou také postihnout extrahepatální biliární strom. Biliární cysty představují prekancerózu a měly by být chirurgicky řešeny (Hůlek et al. 2018, s. 481-482).

Pokud se multilokulární cysty vyskutují v počtu 10 a více cyst hovoříme o tzv. policystickém postižení jater, které se nejčastěji objevuje u polycystického onemocnění ledvin, ale může se jednat i o izolované polycystické postižení jater. Obsah cyst je podobný plazmě a jen výjimečně obsahuje žluč (Růžičková a Gabalec, 2018, s. 122).

Cysty v játrech mohou být i parazitární. Původcem jsou nejčastěji parazit čeledi Echinocossus. Parazitární cysty často obsahují dceřiné cysty. Mezi přenašeče patří psovité šelmi a kopytníci a hlodavci (Jůza et al. 2016, s. 168). Hůlek et al. (2018, s. 483) dodává, že postihnout játra můžou i další parazité čeledi Entamoeba, Schistosoma, Clonorchiasis, Ascariasis aj. Parazité se mohou šířit a vytvářet druhotná ložiska v jiných orgánech např. mozku a plicích. Jaterní parenchym na parazitární cysty reaguje chronickým zánětem a fibrotizací (Jůza et al. 2016, s. 169).

Komplikacemi jaterních cyst může být krvácení, ruptura nebo infekce. Infekce cyst mají tendence k recidivě a jejich příčinou může být dřívější operace břišních orgánů, hemodialýza, imunosupresivní léčba nebo některá metabolická onemocnění, mnohdy je však příčina infekce cysty skrytá (Růžičková a Gabalec, 2018, s. 125).

Hematomy

Druhým nejfrekventovaněji traumatizovaným orgánem v dutině břišní hned po slezině jsou játra. Může se jednat o poranění jaterního parenchymu, cévního systému jater zejména větších jaterních žil či VCI i poranění žlučových cest (Nekula et al. 2014, s. 127). Hematomy jater řadíme mezi tzv. pseudoléze a je potřeba diferenciální diagnostika, kdy jsou důležité anamnestické údaje týkající se úrazu či prodělaného intervenčního výkonu. Spontánní hematom v jaterním parenchymu je kuriózní (Hůlek et al. 2018, s. 79). Hematom v jaterním parenchymu nazýváme intrahepatický hematom (Nekula et al. 2014, s. 127). Subkapsulární hematom se nachází při povrchu jater mezi pouzdrem a jaterním parenchymem (Chmelová et al. 2006, s. 36).

Virové hepatitidy

Existuje několik typů virových hepatitid (VH), které označujeme jako VH A, B, C, D, a E a dělíme je dle průběhu na VH akutní nebo chronické (Hůlek et al. 2018, s. 67). VHB, VHC a VHD můžou přejít do chronického průběhu. Chronické VH vymezujeme jako vleklé zánětlivé procesy v jaterním parenchymu, u nichž zůstávají klinické a laboratorní projevy 6 měsíců a déle. Histologicky se pak v jaterním parenchymu nacházejí zánětlivé a nekrotické obměny (Češka et al. 2015, s. 467). Chronická VHC je spjata s rizikem vzniku fibrózy a cirhózy jater nebo HCC. (Hejda, 2015, s. 17). U VHB a VHD hrozí rovněž vznik fibrózy a cirhózy jater, ale progrese do cirhotického stavu je daleko rychlejší u VHD, jelikož samostatné onemocnění virem VHD není možné a je vždy přítomná i VHB (Češka et al. 2015, s. 468). Hůlek et al. (2018, s. 263-277) uvádí u VHB a VHD rovněž riziko vzniku HCC.

Hejda (2015, s. 17) uvádí, že VHC je nakaženo 2-2,5 % celkové světové populace. V rozporu Špičák et al. (2017, s. 193) uvádí vyšší procento prevalence VHC v celosvětové populaci a to 2,8 %. Hůlek et al. (2018, s. 268) tvrdí, že zemí s největším počtem nakažených obyvatel VHC je Egypt, kdy počet nakažených tvoří 15-20 % obyvatel.

Nádorová onemocnění jater

Játra postihují benigní a maligní, primární i sekundární nádory tzv. metastázy. Z benigních nádorů se vyskytují nádory epiteliálního nebo mezenchymového původu, dále pak nádory z tukové tkáně a ze svalových buněk. Mezi epiteliální benigní nádory patří fokální modulární hyperplazie, hepatocelulární adenom a cholangiocelulární adenom. Do mezenchymových benigních nádorů řadíme hemangiomy, což jsou benigní nádory z krevních cév. Benigní nádory jater z tukové tkáně a cév nazýváme angio-lipomy a ze svalových buněk pak leiomyomy. Játra postihují i hamartomy, což jsou benigní nádory smíšené příčiny z převahou mezenchymového původu. Pouze benigní adenomy mají potenciální riziko maligního zvratu. Benigní adenomy jsou značně abnormálním nálezem. Riziko vzniku adenomu je jednoznačně výrazně vyšší u uživatelů hormonální antikoncepce, protože je jeho vznik spjat s aplikací hormonálních přípravků, obzvláště pak s užíváním estrogenů (Hůlek, 2018, s. 480). Až 90 % všech nálezů benigních adenomů je u žen mezi 30 až 50 rokem života, které jsou uživatelkami hormonální antikoncepce (Češka et al. 2015, s. 482).

Nejčastější benigní nádor jater je hemangiom (Nekula et al. 2014, s. 128). Češka et al. (2015, s. 482) dodává že hemangiom tvoří 10 % benigních nádorů jater a vyskytuje se

převážně u žen. Hůlek et al. (2018, s. 480) avšak v rozporu uvádí, že hemangiom tvoří až 20 % všech benigních nádorů a upřesňuje, že ženy jsou hemangiomy postiženy pětinašobně častěji než muži.

Mezi maligní primární nádory jater řadíme HCC, cholangiocelulární karcinom a jiné primární novotvary jater. Jiné primární novotvary jater jsou velmi vzácné a patří mezi ně mezenchymální nádory typu sarkomů, nádory neuroendokrinní, epiteloidní hemangioendoteliom a primární maligní non-hodgkinův lymfom (Hůlek et al. 2018, s. 484-493).

HCC je nejfrekventovanější primární nádor jater (Hůlek et al. 2018, s. 484). Tvoří asi 2 % všech maligních nádorů. Diagnostikován je hlavně u mužů a jeho vznik je často spojen s cirhózou jater (Češka et al. 2015, s. 482). Hůlek et al. (2018, s. 485) upřesňuje, že výskyt HCC jater je čtyř až osminásobně vyšší u mužů než žen a že 95 % P s HCC jater, má diagnostikovanou cirhózu jater.

Cholangiocelulární karcinom je maligní primární nádor jater, který vzniká z buněk biliárního stromu. Lokalizován je od oblasti papilla Vateri až po nejmenší žlučovody. Cholangiocelulární karcinomy dělíme podle oblasti vzniku na intrahepatální a extrahepatální (Hůlek et al. 2018, s. 489). Jeho výskyt je méně frekventovaný než výskyt HCC jater (Nekula et al. 2014, s. 129). Češka et al. (2015, s. 483) dodává, že poměrně často je následkem primární sklerozující cholangitidy, klinicky se manifestuje ikterem a má špatnou prognózu, neboť chirurgické řešení je často nemožné.

Kvůli ústřednímu umístění jater a dvojitému vaskulárnímu zásobení je metastatické postižení jater časté. Nejčastěji do jater metastazují nádory zažívacího traktu a nádory blízkých orgánů např. ovarii, plic, ledvin, prostaty aj. (Hůlek et al. 2018, s. 479-484). Nekula et al. (2014, s. 129) dodává, že do jater metastazuje i lymfom. Z metastatických nádorů jater ze zažívacího traktu se v 50 % objevují metastázy kolorektálního karcinomu (Češka et al. 2015, s. 483).

Ascites

Výraz ascites je převzat z řeckého slova askos, což je slovo pro kožený vak určený k přechovávání vody či jiné tekutiny. Ascites je tedy zvýšené množství volné tekutiny v dutině břišní. Je spjat s jaterním onemocněním. Již sám Hippokrates poukazoval na fatální dopad ascitu u P s jaterním onemocněním (Hůlek et al. 2018, s. 206). Ascites mohou vyvolat i

jiné příčiny např. zánět peritonea, nádorové procesy, úrazy břicha, snížení onkotického tlaku plazmy, poruchy lymfatického systému a jiné. Nejčastěji se ascites vyskytuje při PH. Prognóza jaterního onemocnění, u kterého vznikl ascites, je špatná, protože se ostatní komplikace vyskytují častěji (Češka et al. 2015, s. 476). Klinicky rozlišujeme 3 stupně ascitu. Mírný ascites nebo 1. stupeň ascitu je detekovatelný jen sonograficky, střední nebo 2. stupeň působí mírné zvětšení břicha a velký nebo 3. stupeň se projevuje jasným zvětšením břicha (Hůlek et al. 2018, s. 206).

2.1 Možnosti ultrazvuku při zobrazování jater

Mezi základní ultrazukové postupy řadíme US zobrazování v reálném čase a dopplerovské zobrazování (Vomáčka et al. 2015, s. 38). Nejvyšší počet indikací k vyšetření s aplikací kontrastní látky (CEUS- contrast enhanced ultrasonography) mají játra (Mechl et al. 2018, s. 176). Při traumatech se uplatňuje speciální technika US vyšetření (Waldauf, 2013, s. 332). Objektivizaci v hodnocení echogenity jater při steatóze přináší US stanovení hepatorenálního indexu (HRI) (Shiralkar et al. 2015, s. 1053). Dříve byla standardní metodou pro posouzení tuhosti jater biopsie, která je ale v současné době nahrazována USE jater, která je neinvazivní (Allison et al. 2018, s. 181). EUS je významná při diagnostice extrahepatálních žlučových cest, žlučníku a jater (Tozzi di Angelo et al. 2009, s. 6-31). US navigace s fúzním systémem představují novou možnost využití US (Petrašová a Foukal 2016, s. 253). IOUZ je významné u chirurgické terapie nádorů jater (Heřman et al. 2014, s. 139).

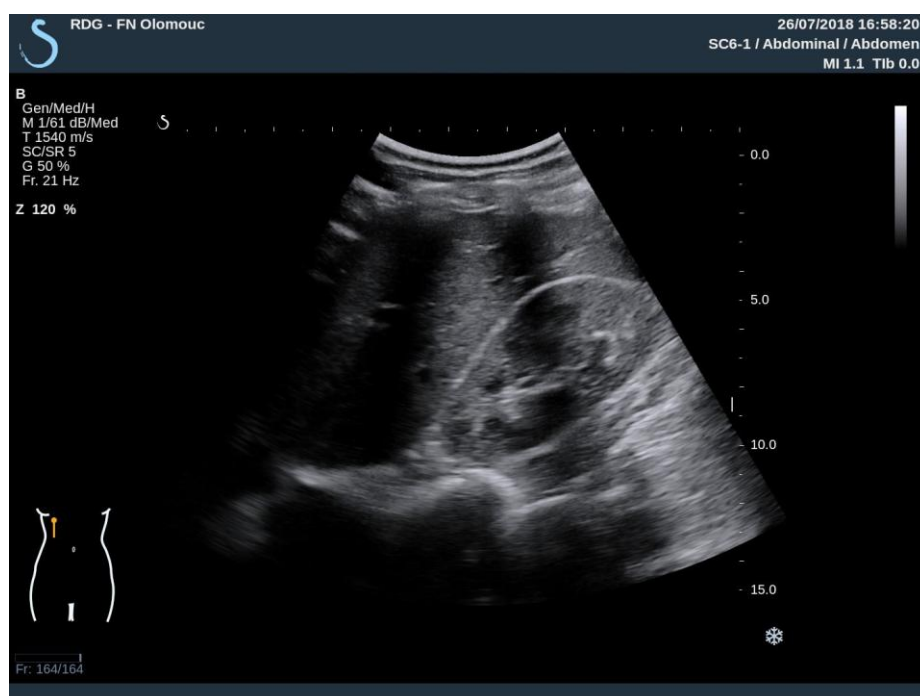
Nativní ultrazukové vyšetření jater v reálném čase

US jater je jako metoda první volby indikována při podezření na jakoukoliv chorobu jater (Skalický et al. 2011, s. 31). Další indikací je observace P s chronickým jaterním onemocněním, kvůli časnému zachytu komplikací např. karcinomu jater, kdy je kontrolní vyšetření indikováno každých 6 měsíců (Hůlek et al. 2018, s. 61).

Játra se nacházejí v pravém horním kvadrantu dutiny břišní (Zikán et al. 2011, s. 252). Zobrazení jater při nativním vyšetření je v tzv. B módu, což je dvojrozměrné černobílé zobrazení, po kterém můžou následovat další US zobrazení. Zobrazení jater provádíme v transverzálních, sagitálních a šikmých řezech. U plánovaného vyšetření by P měl 8 h před vyšetřením lačnit. Statimová vyšetření se dělají bez přípravy. Standardní poloha P je vleže na zádech s pravou rukou za hlavou. Pokud játra nelze dobře zobrazit např. u obézních P, je

možné zvolit polohu na levém boku se vzpaženou pravou horní končetinou, eventuálně vsedě. Na kůži v oblasti pravého podžebří nanese se před začátkem vyšetření dostatečné množství kontaktního gelu. US sondu přikládáme subkostálně i interkostálně (Skalický et al. 2011, s. 31). Zobrazení jater a pravé ledviny provádíme v nádechu s následným zadržením dechu, přičemž sklápíme US abdominální sondu pod žeberní oblouk (Zikán et al. 2011, s. 252 – 253). Játra zobrazujeme systematicky v celém rozsahu po lalocích a segmentech a sledujeme jejich velikost, strukturu, echogenitu a pátráme po patologiích. U dospělých k vyšetření jater používáme nízkofrekvenční konvexní sondu 2-4 MHz. U dětí používáme sondy s vyšší frekvencí 5-7 MHz nebo 5-10MHz (Skalický et al. 2011, s. 31).

Výsledkem US vyšetření jater je obrazový záznam a slovní popis nálezu. Obrazový záznam je buď v digitální podobě uložen v archivu zdravotnického zařízení, nebo v tištěné podobě přiložen k popisu nálezu (Obr. 1). Při pozitivním nálezu popisujeme velikost, lokalizaci, počet, echogenitu, tvar, ohraničení, echotexturu, akustické fenomény a expanzi lézí (Chmelová et al. 2006, s. 29).



Obr. 1 UZ jater v B módu. Obrazový záznam zdravých jater s akustickými stíny od žeber a pravou ledvinu.

Zdroj: PACS FNOL

Kontrastní ultrazvukové vyšetření jater

Játra patří mezi orgány s největším počtem indikací k CEUS. Indikací je nalezení ložiska v jaterním parenchymu při nativním US vyšetření, které se jednoznačně nejeví jako cysta či

hemangiom. Další indikací je podezření na primární nádorové onemocnění jater a screening jater u P s maligním onemocněním v rámci potvrzení či vyloučení metastatických ložisek v játrech, přesné určení jejich počtu a také sledování účinnosti terapie nádorových onemocnění jater. CEUS jater má lepší specifitu i senzitivitu při popisu a identifikaci jaterních lézí než CT a MR jater (Mechl et al. 2018, s. 176).

Používají se US kontrastní látky (KL), jejichž základem jsou stabilizované mikrobubliny plynu (Mechl et al. 2018, s. 175). Mikrobublinné KL byly původně určeny na zlepšení zobrazování cév, ale nyní je jejich klíčové využití při zobrazení prokrvení patologických ložisek, které je možné hodnotit v real time zobrazení. Mikrobubliny plynu jsou v podstatě odražeče US signálu a zvyšují tak echogenitu tkáně (Skalický et al. 2011, s. 44). KL je většinou ve formě lahvičky s práškem k přípravě infuzního roztoku pro intravenózní podání, který aplikuje sestra nebo radiologický asistent (RA) s následnou infuzí menšího množství fyziologického roztoku. KL by měla být na pracovišti běžně dostupná pro možnost okamžitého podání (Mechl et al. 2018, s. 176). Existují i jiné ultrasonografické KL pro intrakavitální použití, které se používají pro zobrazování dutých orgánů, a orgánově specifické KL, které zvyšují echogenitu některým tkáním. Orgánově specifické sonografické KL jsou zatím předmětem výzkumu (Penhaker a Augustynek, 2013, s. 275).

Sycení ložiska hodnotíme v arteriální, venózní a pozdní fázi. V čase 30 s od aplikace KL nastává arteriální fáze, ve které se sytí tepny a hypervaskularizovaná ložiska. V čase 40-90 s od aplikace nastává fáze venózní, kdy se sytí žíly a parenchym. Pozdní fáze nastává v čase 120 s od aplikace KL. Mikrobubliny plynu jsou pak emitovány plícemi (Skalický et al. 2011, s. 44-45).

Délka trvání účinku kontrastní látky závisí na nastavení US přístroje zejména na MI. Vyšší MI znamená kratší působení KL. Vysoký MI se v praxi používá pro opakované sledování arteriální fáze sycení tkáně. Mikrobublinné KL jsou striktně intravaskulární. Mikrobubliny KL neprostupují stěnou cévy a nerozšiřují se do okolních tkání jako KL pro CT a MR. KL se používají i v real time B módu zobrazení ale jejich největší přínos je zejména ve speciálních typech zobrazení zejména harmonického módu a pulzní inverze (Mechl et al. 2018, s. 175). Odražené US vlnění od mikrobublinné KL obsahuje rozsáhlejší frekvenční spektrum, tedy má vyšší podíl harmonické složky. Harmonické zobrazení používá US sondu, která dokáže přijímat vyšší harmonické frekvence a přístroj, s příslušným vybavením pro harmonické studie (Penhaker a Augustynek, 2013, s. 275).

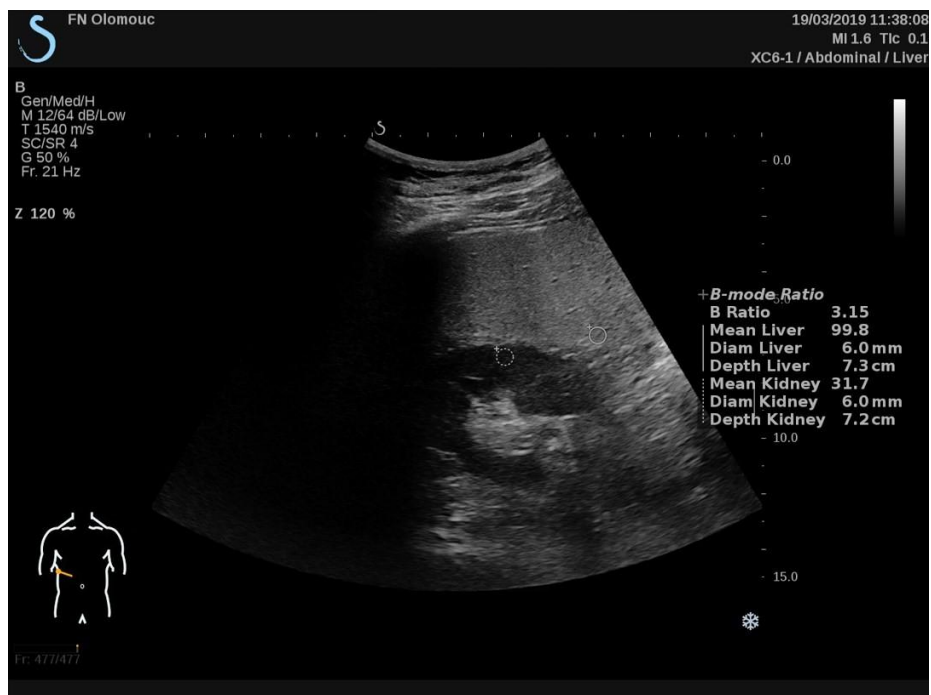
Pro maximální využití přínosu CEUS je nutné mít software pro postprocessing US obrazů. CEUS klade vysoké nároky na zkušenosti radiologa. Z vyšetření se ukládá přehledová dokumentace v podobě stacionárních obrazů a krátkých videosekvencí eventuelně křivky syčení. Vše se ukládá v digitální podobě (Mechl et al. 2018, s. 175).

Ultrazvuk při traumatu (FAST)

FAST (Focused Assessment with Sonography for Trauma) jsou speciální techniky UZ vyšetření při traumatech, jejichž podstatou je rychlé a orientační vyšetření dutiny břišní a perikardu. EFAST (extended FAST) je rozšířeno o orientační vyšetření hrudníku. Dnes se tato technika standardně používá u polytraumatizovaných P, kde není možné provést kvalitní fyzikální vyšetření kvůli hluboké analgosedaci, bezvědomí, umělé plicní ventilaci atd. U základní FAST se vyšetřují 4 oblasti a to perihepatický prostor mezi játry a pravou ledvinou, perisplenický prostor mezi slezinou a levou ledvinou, pánevní prostor konkrétněji Douglasův prostor optimálně při naplněném močovém měchýři a perikardiální prostor. Hlavním cílem FAST je zjištění volné tekutiny (krve) v dutině břišní, pleurální a perikardiální. K diagnostice hemoperitonea, hemotoraxu či hemoperikardu stačí pouze 19 s. Při pozitivním FAST je P delegován k urgentnímu operačnímu výkonu. Krvácení se nejčastěji (až v 86 % případů) nachází v perihepatickém prostoru. Specifická vyšetření je 99,2 % a senzitivita průměrně 79 %. Nižší senzitivita je dána hranicí detekovatelnosti volné tekutiny v perihepatickém prostoru cca od 250 ml (Waldauf, 2013, s. 332-334).

Stanovení hepatorenálního indexu ke kvantifikaci steatózy jater

Na US obraze je pro steatózu jater charakteristický nález hyperechogenního jaterního parenchymu (Češka et al. 2015, s. 469). Subjektivní hodnocení echogenity jater lékařem pouhým pohledem na US obraz je příliš variabilní a subjektivní. Objektivizaci v hodnocení echogenity jater přináší stanovení HRI, což je poměr mezi echogenitou jater a echogenitou parenchymu ledviny (Isaksen et al. 2016, s. 2-4). Novinkou je stanovení HRI přímo v archivu obrazové dokumentace na pracovních stanicích v systému PACS, pomocí nástroje oblasti zájmu (ROI) ve tvaru kolečka, které umístíme o stejném průměru ve stejné rovině, hloubce jednoho US obrazu do homogenní oblasti echogenity jater a parenchymu pravé ledviny. Provádíme 3 nezávislá měření HRI, kdy konečnou hodnotou je jejich průměr. Stanovení HRI zabere cca 1min (Shiralkar et al. 2015, s. 1053) (obr. 2-3).



Obr. 2 Stanovení HRI. Hodnota HRI je 3,15, což odpovídá závažnému stupni steatózy jater.

Zdroj: PACS FNOL



Obr. 3 Stanovení HRI. Provedení dvou měření HRI jejichž průměrná hodnota je 1,84, což odpovídá lehkému stupni steatózy. Nikdy nevycházíme z jednoho měření.

Zdroj: PACS FNOL

Elastografie jater

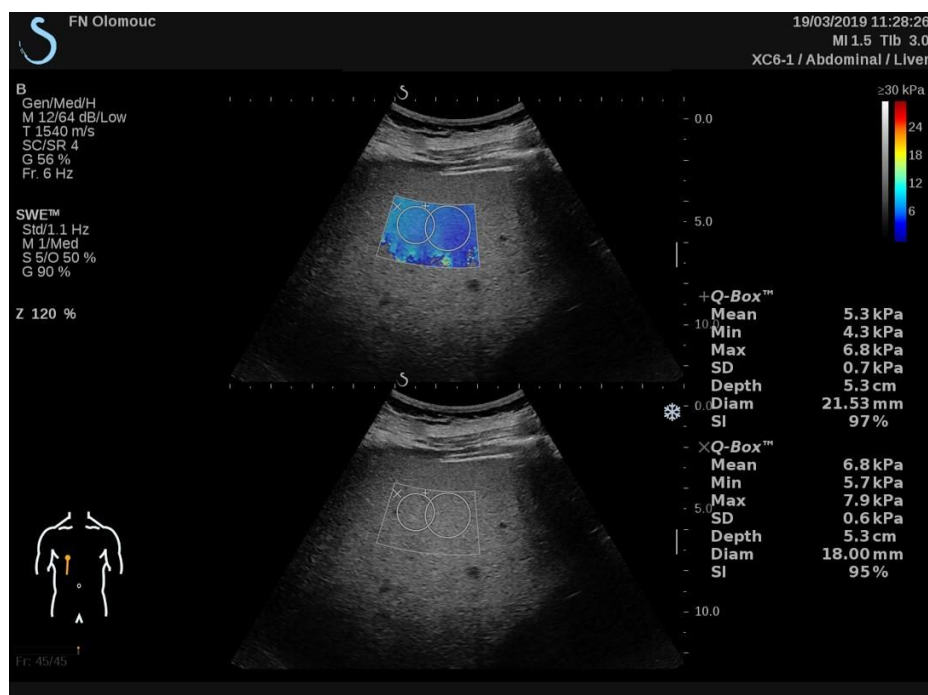
USE je neinvazivní metoda, která se používá pro hodnocení elasticity tkání (Heřman et al. 2015, s. 222). Pro posouzení elasticity jater se elastografie v praxi používá přes 10 let. Existují tři základní typy technik USE-tranzientní elastografie (TE), technika se silným sonografickým impulzem (ARFI-acoustic radiation force impulse) a strain elastografií (SE) (Ferraioli et al. 2018, s. 2419-2420).

TE je založena na principu měření šíření rychlosti příčné US vlny ve tkáni. U TE jsou příčné vlny generovány mechanickými vibracemi. Výsledkem je amplituda bez zobrazení obrazu (Ferraioli et al. 2018, s. 2420). TE lze vyšetřit část jater ve velikosti 1x4 cm, což odpovídá cca stonásobnému objemu bioptického vzorku. Provádíme ji v oblasti 9 až 11 mezižebří v pravém laloku jater, v podstatě v místech stejných jako pro jaterní biopsii. Dosah hloubky TE je určen typem použité sondy. Provádí se několik měření u jednoho P, zpravidla 10, kdy se výsledek zprůměruje a je uváděn v kPa. Doplnkovým nástrojem je Controlled Attenuation Parametr (CPA), který za současného měření elasticity jater hodnotí steatózu. Rovněž se provádí cca 10 měření a výsledek se zprůměruje (Špičák et al. 2017, s. 276-277).

ARFI techniky jsou založeny rovněž na principu měření šíření rychlosti příčné US vlny ve tkáni. Techniky ARFI dělíme na bodovou shear wave elastografií (SWE) a 2 D SWE. U ARFI technik jsou zdrojem příčných vln fokusované US tlakové pulzy (Ferraioli et al. 2018, s. 2420). Výsledkem ARFI technik je dvourozměrný elastogram v B módu, který je překryt barevnou mapou. SWE je jednodušší než SE neboť není nutná komprese tkáně a neklade takové nároky na zkušenosti lékaře. (Heřman et al. 2015, s. 223)

SE využívá podélného šíření UZ a její princip vychází z měření proměny velikosti tkáně vlivem jejich US deformace. Používá se běžná sonda a klasické US přístroje se softwarem pro elastografií. Nutné je cílovou oblast tkáně, kterou chceme vyšetřit, rozkmitat opakovaným stlačením a povolením místa buď rukou nebo přiloženou sondou. Následně vznikne rovněž dvourozměrný elastogram v B módu s barevnou mapou, kde jsou pružné tkáně zobrazeny zpravidla zeleně nebo modře a tuhé tkáně žlutě až červeně. Stanovuje se elastografické skóre v rozmezí 1 až 5, kdy skóre 1 značí minimální zastoupení tuhých oblastí. Nevýhodou SE je závislost správnosti provedení SE elastogramu na zkušenostech lékaře, zejména v kompresy tkáně (Heřman et al. 2015, s. 222-223).

Rychlost šíření příčné US vlny se vyjadřuje v m/s nebo v kPa. Rychlost prostupu příčné vlny vzájemně souvisí s elasticitou tkání (Špičák et al. 2017, s. 276). Zdravé tkáně mají hustotu, která se blíží k hustotě vody (1000 kg/m^3). Transverzální šíření US není v tekutině možný (Heřman et al. 2015, s. 223). Zdravá játra mají elasticitu 0,4-6 kPa (Zemanová, 2016, s. 105) (Obr. 4).



Obr. 4 SWE jater s normální elasticitou. Elastogram s barevným mapováním se dvěma měřeními elasticity. Průměrná elasticita jater je 6 kPa což odpovídá klasifikaci F0 (bez fibrózy).

Zdroj: PACS FNOL

USE navazuje na nativní US vyšetření a prodlužuje jej jen o pár minut. Přílišný tlak na US sondu při vyšetření může falešně zvýšit tuhost tkáně. Kvalita elastogramů a jejich hodnocení je ovlivněna zkušenostmi lékaře (Heřman et al. 2015, s. 223). P by měl před vyšetřením 2 h lačnit a 10 min ležet v klidu na lůžku (Dietrich et al. 2017, s. 379). Poloha P je stejná jako při US jater. Sonda se přikládá interkostálně vpravo, tak abychom měli elastogram o rozměru 2,0 x 2,5 cm v pravém laloku jater, který je umístěn 1,5-2,0 cm od pouzdra jater, z důvodu vyhnutí se artefaktům od žeber a cév (Hong et al. 2018, s. 227). Minimální umístění elastogramu je 1,0 cm od pouzdra jater. Nejlepší hloubka pro akvizici dat je 4-5 cm (Dietrich et al. 2017, s. 379-383). Samotné měření SWE se provádí při zadržném dechu P, což umožní minimalizaci artefaktů a chyb ve snímání rychlosti příčné US vlny. Akvizice dat probíhá po dobu 10-15 s kdy v SWE boxu vidíme barevné mapování. Poté do SWE rámečku umístíme ROI. Na displeji se nám zobrazí průměrná, minimální a maximální elasticita v kPa

s odchylkou a informace o hloubce a průměru ROI a index stability (SI). ROI musíme umístit do homogenního barevného mapování v elastogramu s SI 90 % a více. SI pod 90 % je považováno za nedostatečné nasbírání dat a tedy za nepřesné měření. Výsledek elastografie nikdy nevychází z jednoho měření. U SWE je doporučeno provádět minimálně 3 měření (Hong et al. 2018, s. 227-228).

Podle klinického nálezu a výsledku SWE klasifikujeme jaterní fibrózu do 5 kategorií označovaných F0-F4. Při hodnotách USE do 6 kPa se jedná o negativní nález, který označujeme F0, 6-7 kPa se jedná o mírný stupeň fibrózy, který označujeme F1, při hodnotách 7-9,5 kPa, se jedná o významnou fibrózu, kterou označujeme jako F2, při hodnotách 9,5-12,5 se jedná o těžkou fibrózu, kterou označujeme F3. Hodnoty nad 12,5 kPa pak již svědčí pro cirhózu jater, kterou označujeme F4 (Pollák, 2017, s. 106).

Světová federace společností pro US medicínu a biologii (WFUMB) stanovila 16 doporučení pro klinické použití všech technik USE jater viz tabulka 1. Doporučení WFUMB byla poprvé zveřejněna v roce 2015 a naposled aktualizována v roce 2018. (Ferraioli et al. 2018, s. 2419-2440).

Evropská federace společností pro US medicínu a biologii (EFSUMB) také stanovila doporučení pro klinické použití technik USE jater, kterých je 28. Doporučení se týkají znalostí lékaře, pozice P a US sondy a hloubce při akvizici dat, přípravě P, laboratorních testů, počtu měření (doporučují provést 10 měření, minimálně však 3), doporučení pro použití techniky USE, které je nejvhodnější pro hodnocení, potvrzení a vyloučení fibrózy u konkrétních jaterních onemocnění (Dietrich et al. 2017, s. 378- 388).

Endoskopické ultrasonografie jater

EUS se využívá se v klinické praxi téměř 40 let a jedná se o kombinaci dvou metod, konkrétně endoskopie a US (Tozzi di Angelo et al. 2009, s. 7). Uplatňuje zejména při hodnocení prostupu postižení do stěny dutých orgánů a struktur v jejich okolí. Výhodou EUS je možnost využití vyššího frekvenčního pásma a lepšího rozlišení US obrazu dané orgánové struktury (Heřman et al. 2014, s. 21).

Indikací k EUS jater jsou velmi malé fokální jaterní léze jako cysta, absces, adenom, hemangiom, nádory jater. Indikací ke kontrastnímu EUS je pak hemangiom, HCC a metastázy jater (Sarairoh et al. 2017, s. 1014). Nejběžnější indikací k EUS je pak biopsie jaterní léze tenkou jehlou pro diferenciální diagnostiku při podezření na HCC či metastázu. U

malých lézí má EUS větší senzitivitu než CT a transabdominální US. EUS je schopno detekovat léze od 0,3 mm a pomáhá včasné diagnostice maligních onemocnění jater a tak zvyšuje šance P na vyléčení (Bissonnette et al. 2011, s. 623). Limitací metody je lokalizace léze, jelikož má omezený přístup k pravému jaternímu laloku. Nevýhodou EUS je riziko krvácení po biopsii tenkou jehlou a riziko perforace jícnu a duodena (Sarairoh et al. 2017, s. 1014).

Příprava před EUS jater je stejná jako příprava na ezofagogastroduodenoskopii. U plánovaného vyšetření P od půlnoci lační a nekouří cigarety. Nesmí pít 3-4 h pře vyšetřením. Pokud má P snímatelnou zubní náhradu, musí ji sejmout. Před vyšetřením P dostane Espumisan kapky 2-3 ml, které mají za úkol snížit počet bublin, které by mohli zastiňovat sliznici žaludku. Těsně pře vyšetřením se podává lokální anestezie hltanu a v případě potřeby dříve perorální analgosedace. P je v poloze na levém boku s hlavou v předklonu, která je podložena polštářem. Dolní končetiny má mírně pokrčeny v kolenou. Oděv P pod bradou kryjeme např. buničinou, vložíme mu do ruky emitní misku s buničitou vatou a do úst ústní kroužek, který obemkne ústy či zuby. Lékař ústním kroužkem zavede endosonoskop (Holubová et al. 2013, s. 83-85).

Vyšetření jater se pak provádí ve 3 pozicích endoskopu přes žaludek. První pozice je přes bulbus duodena, kde zobrazíme pravý lalok jater. V druhá pozici je přes antrum žaludku kde zobrazíme část jater naléhající na stěnu žaludku. Ve třetí pozici přes fundus žaludku zobrazíme levý lalok jater jater (Tozzi di Angelo et al. 2009, s. 31). Po vyšetření je nutné P poučít, aby minimálně 30 min nic nepřijímal per os kvůli riziku aspirace způsobené doznívající anestezii hltanu. Pokud byla podána perorální analgosedace P zůstává 2-3 h na dospávacím pokoji a nesmí následujících 24 h řídit motorová vozidla (Holubová et al. 2013, s. 85-86).

Při EUS jater lze použít i USE. Značná část P s chronickým onemocněním jater podstupuje endoskopické vyšetření, kvůli screeningu jícnových a žaludečních varixů. Transabdominální USE je značně nepřesná u P s ascitem a obézních a EUS elastografie by se mohla stát pro tyto P výhodou, navíc je možné, že metoda je přesnější, kvůli vrstvě tkáně kterou musí US při vyšetření procházet. U EUS je vrstva tkáně kterou US prochází do půl centimetru (Allison et al. 2018, s. 181-184).

Biopsie jater pod ultrazvukovou kontrolou

Indikace pro biopsii jater jsou abnormální jaterní testy, chronické VH, hodnocení NAFLD, ikterus nejasné příčiny, hepatomegalie, splenomegalie, ascites, cholestatické choroby jater, systémové záněty, horečka neznámého původu, toxická poškození jater, nejasná metabolická onemocnění, lymfomy, sledování rejekce po transplantaci (Hůlek et al. 2018, s. 122). Bioptické vzorky se pak posílají pro stanovení histologie nebo cytologie jater (Krajina et al. 2005, s. 125). Provedena může být perkutálně, transjugulárně, tzv. na slepo nebo pod kontrolou některé ze zobrazovacích metod. Perkutální biopsie jater pod US kontrolou je považována za zlatý standard zejména pro hodnocení fibrotických změn (Sporea, 2011, s. 185).

U naváděných biopsií je US navádění metodou první volby, kdy se na US sondu nasadí naváděcí systémy. (Krajina et al. 2005, s. 125). Biopsii jater se provádí gastroenterolog-hepatolog nebo radiolog v případě naváděné biopsie. Provádí se v místě největšího pokleповého potemnění nad játry, nejčastěji oblasti 8 nebo 9 mezižebří ve středu axilární čáry (Hůlek et al. 2018, s. 121-122).

Přednost se dává biopsii širokými jehlami 16-19 Gauge (G) a metodě nastřelovací biopsie, která umožňuje získat větší vzorek. Příprava P před biopsií jater se skládá z hemokoagulačního vyšetření a 6 h lačnění před výkonem. RA připraví sterilní stůl k výkonu a asistuje lékaři. Lékař US zobrazí játra nebo ložisko v játrech, u kterého chce provést biopsii a označí lokalizaci ložiska na kůži speciálním fixem. Změří trajektorii mezi středem ložiska a kůží a určí cestu punkce. RA provede desinfekci kůže v okolí značky. Lékař zarouškuje a do označeného místa vpichu podá lokální anestezii. Provede malou incizi kůže skalpelem v místě vpichu a provede biopsii jater pomocí bioptické jehly, kterou zavede k patologickému ložisku nebo lépe 2-3 mm do něj a odebere vzorek tkáně jater (Krajina et al. 2005, s. 126-129). Samotná biopsie se provádí na konci expiria, kdy P dá pokyn k zadržení dechu. Po odebrání vzorku se místo vpichu komprimujeme sterilním tamponem (Hůlek et al. 2018, s. 122). U jater je doporučeno odebrat více bioptických vzorků, kvůli větší přesnosti histologie a snížení rizika opakování biopsie (Krajina et al. 2005, s. 129).

Biopsie je to metoda invazivní, nedokonalá, ale relativně bezpečná. Mohou se vyskytnout mírné komplikace, ale raritně i závažné komplikace, které mohou vést až k úmrtí P (Sporea, 2011, s. 185). Komplikace se objevují v 1-3 % případů a jde zejména o krvácení. Riziko

vzniku komplikací roste s počtem odebraných vzorků (Krajina et al. 2005, s. 128). Značné množství biopsií je nahrazováno USE jater, která je neinvazivní a se specificitou vyšší než 96 % (Sporea, 2011, s. 185-186).

Fúze ultrazvukového obrazu s jinými modalitami

Novinkou z fúzních technik je fúze US obrazu s jinou zobrazovací metodou, zpravidla s CT či MR. Indikací k fúzi UZ obrazu jsou radiologické intervenční výkony. K fúznímu zobrazení je nutný navigační US systém, který slouží ke dvěma účelům. První je fúzní diagnostické US vyšetření pro patologii objevenou jinou zobrazovací metodou (MR, CT) a druhý je provádění navigace intervencí.

Vyšetření probíhá stejně jako běžné US vyšetření a právě tehdy je sonografický obraz v reálném čase propojován se skeny z předcházejícího standardního CT vyšetření. Aby k fúzi obrazů došlo, je nutné monitorovat přesnou polohu US sondy v prostoru během vyšetření. K fúznímu zobrazení, tedy potřebujeme přístrojové vybavení ve formě generátoru elektromagnetického pole, senzor na US sondu a počítačový software, který zpracuje data a vytvoří vlastní fúzovaný obraz. Pro polohování P a pro provádění intervencí při fúzi obrazu potřebujeme další senzory.

Pro správné pracování softwaru pro fúzovaný obraz v reálném čase je nutné propojit dva 3D prostory a to CT skeny a tělo kde provádíme US vyšetření. Toto označujeme jako tzv. registraci. Máme dvě možnosti registrace a to buď za pomoci senzorů, které umístíme na kůži P již při CT vyšetření a ponecháme až do skončení fúzního vyšetření, kdy se jedná o tzv. automatickou registraci, nebo můžeme použít tzv. manuální registraci, která spočívá v označení několika bodů (minimálně 3) nebo jedné roviny a jednoho bodu ve stejných strukturách jak na US obraze tak i CT skenu. Nejpresnější a nejrychlejší je automatická registrace.

Po registraci již sledujeme fúzovaný obraz v reálném čase, kdy si můžeme zvolit buď překryv obou modalit do jednoho obrazu nebo zobrazení obrazů modalit vedle sebe. Největší přesnosti fúze lze dosáhnout při co nejkratší době mezi CT a US vyšetřením s fúzí obrazu při celkové anestezii P.

Výhoda fúzní zobrazení spočívá v umožnění kontroly důležitých struktur v oblasti plánovaného intervenčního výkonu v CT skenu. Nevýhodou jsou vysoké pořizovací náklady,

zkušenosti a čas potřebné ke správnému fúznímu zobrazení. Dále je nevýhodou relativní nepřesnost fúze obrazu, která je daná mnoha faktory (Petrášová a Foukal 2016, s. 253-257).

Intraoperativní ultrazvukové zobrazení jater

IOUZ se používá u chirurgické terapie metastáz jater, kdy se během chirurgického výkonu přiloží sterilní US sonda rovnou na povrch jater (Heřman et al. 2014, s. 139). Jedná se o nejlepší zobrazovací metodou pro detekci malých lézí. Nejčastěji se provádí z otevřeného nebo laparoskopického přístupu. Pro otevřený přístup se používají speciální US sondy ve tvaru T nebo I, které mají vyšší rozlišovací schopnost a jsou velikostně přizpůsobeny k pohybu v malém operačním poli. Dají se použít i běžné US sondy ve sterilním obalu. Pro laparoskopický přístup je nutná speciální US laparoskopická sonda (Skalický et al. 2011, s. 47-48).

IOUZ pomáhá objevit metastatická ložiska, které nebylo možné detekovat na předoperačním transabdominálním US vyšetření nebo se vytvořila mezi dobou od předoperačního vyšetření a operačním zákrokem. Až ve 20 % případů dojde k odhalení nových metastatických ložisek. Zjištění nových metastáz mění radikalitu resekce jater a tedy i chirurgickou strategii výkonu až ve 30 % případů. IOUZ pomáhá, díky možnému zobrazení cév a určení jejich vztahu k nádoru, minimalizovat krevní ztráty během chirurgického výkonu. Další výhodou metody je dosažení výrazně lepších negativních resekcí okrajů při resekci jater (Knowles et al. 2015, s. 102). Lékař dokáže také lépe posoudit vztah ložiska k žlučododům a odhalit anatomické variety jater, které jsou u jater docela běžné. IOUZ se používá i k cílené peroperační biopsii nebo radiofrekvenční ablacii (Skalický et al. 2011, s. 47).

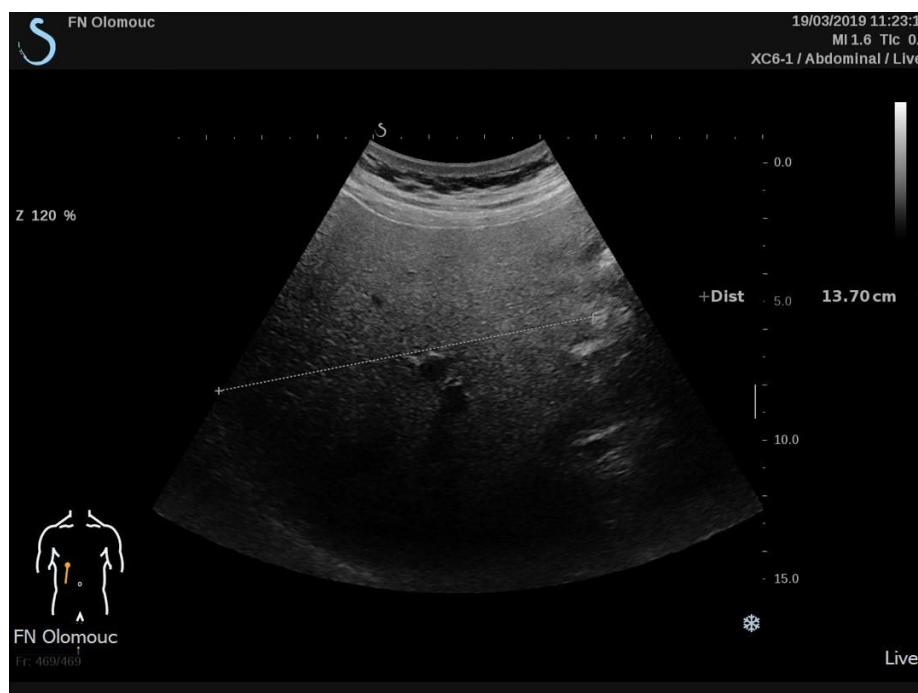
Dopplerovské ultrazvukové vyšetření

Viz kapitola 3.1.

2.2 Normální ultrazvukové zobrazení jater a jejich patologií

Játra jsou o jeden až dva stupně šedi echogenější než parenchym ledviny (Chmelová et al. 2006, s. 32). V US obraze mají tvar nepravidelného vejčitého oválu. Kraniálně jsou játra ohraničeny konvexní bránicí, která se kaudálně stává konkávní a má ostrý ventrální úhel. Obrys jater je hladký a jaterní parenchym má homogenní lehce zrnitý vzhled. Velikost jater je často obtížné změřit. Od bránice k dolnímu okraji jater v medioklavikulární čáře vpravo je

jejich velikost do 14 cm (Obr. 5). Kvůli malé spolehlivosti výsledku měření velikosti jater, ztratilo stanovení jejich velikosti v poslední době na diagnostickém významu a více se uplatňuje měření úhlu jater (Chmelová et al. 2006, s. 32). Větve vena portae (VP) a HV jsou vůči jaternímu parenchymu v kontrastu a jsou anechogenní (Heřman et al. 2014, s. 139). VP a její větve jsou vždy ohraničeny vazivem, které slouží k oddělení žlučových cest a arterií a je hyperechogenní. HV nejsou ve většině případů ohraničeny vazivem (Chmelová et al. 2006, s. 32). Fyziologické intrahepatické žlučovody nelze zobrazit. V hilu jaterního parenchymu lze monitorovat extrahepatické žlučovody a VP. U obézních P je hodnocení zobrazovaných jater těžší a nemusí být zcela přesné (Heřman et al. 2014, s. 139).



Obr. 5 Měření jater v medioklavikulární čáře. Velikost jater je 13,7 cm, což odpovídá normální velikosti.

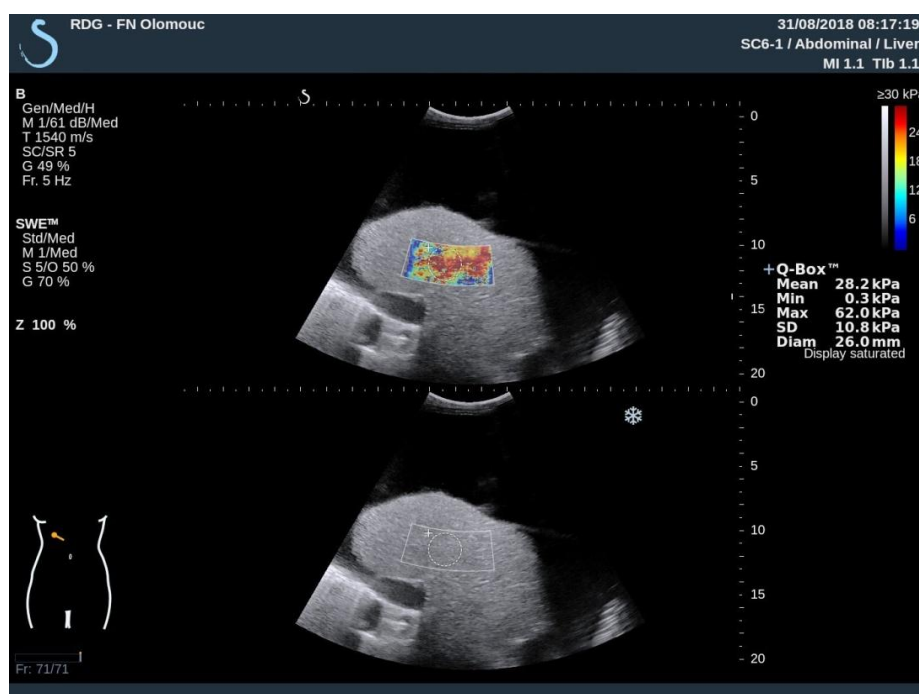
Zdroj: PACS FNOL

Prostá steatóza jater

Při difuzním postižení jater steatózou je na US obraze charakteristický nález hyperechogenního jaterního parenchymu (Češka et al. 2015, s. 469). Heřman et al. (2014, s. 140) dodává, že u difuzní steatózy bývají játra zvětšena. Ložiskové postižení jater steatózou se nachází v typických lokalizacích, kterými jsou zóna jaterního parenchymu při žlučníku, u HV a subkapsulárně (Hůlek et al. 2018, s. 66).

Cirhóza jater

U kompenzované cirhózy jater může být US nález normální (Chmelová et al. 2006, s. 35). U pokročilejšího stádia nacházíme na US obraze hrbolatý parenchym a změnu velikosti jater. Uzly nejsou obvykle patrné (Heřman et al. 2014, s. 139). Bývají obvykle izoechogenní jako játra a často se na ně dá nepřímo poukázat kvůli dislokaci cév, které by jinak uzlem procházely (Chmelová et al. 2006, s. 35). Nehomogenní jaterní parenchym má zvýšenou echogenitu. Okraj jater není hladký. Objemová změna velikosti jater je typická a dochází ke zmenšení pravého laloku jater a naopak ke zvětšení levého laloku a lobus caudatus. U podezření na cirhózu jater dále v US vyšetření pátráme po přítomnosti ascitu, PH a splenomegalii, které na ni nepřímo poukazují (Hůlek et al. 2018, s. 69) (Obr. 6).



Obr. 6 SWE cirhotických jater. Elastogram s průměrnou elasticitou 28,2 což odpovídá klasifikaci F4 (cirhóze). Je patrná typická objemová změna velikosti jater při cirhóze a ascites 3. stupně.

Zdroj: PACS FNOL

Cévní onemocnění jater

Buddův-Chiariho syndrom je vyvolán uzávěrem žil. Typickým nálezem na ultrazvukovém vyšetření je absence toků v HV nebo v VCI při dopplerovkém vyšetření nebo zobrazení trombózy. Játra bývají nehomogenně zvětšena a typické je zvětšení lobus caudatus. Při chronickém průběhu onemocnění je vytvořen kolaterální oběh. Zánětlivé fibrotické uzly se mohou zobrazit jako ložiska (Hůlek et al. 2018, s. 66).

Abscesy

Zobrazení abscesu na US obrazu je závislé na jejich stádiu. Počáteční fázi jde solidní hypoechogenní útvar. Při zrání se objevují anechogenní struktury a vyžralý absces je fluidní ložisko, které má disproporční ztluštěnou stěnu a může obsahovat septa, plyn či detritus (Hůlek et al. 2018, s. 71-72). Variabilní vzhled abscesů ztěžuje diferenciální diagnostiku od nehomogenní fokální modulární hyperplazie a maligních tumorů jater stádiu (Chmelová et al. 2006, s. 35).

Cysty

Pseudocysta nebo cysta je na US obraze anechogenní objekt s dobrým ohraničením a hladkou stěnou. Občas se nachází dorzální akustické zesílení a někdy se za stěnou nachází okrajový akustický stín ((Nekula et al. 2014. s. 28).

Parazitární nebo krvácivá cysta může mít na ultrazvukovém obraze septa či nepravidelnou strukturu. Může v sobě obsahovat více malých cyst (Chmelová et al. 2006, s. 34). Dále může obsahovat kalcifikace ve stěně a její obsah může být zhuštěn a být přítomen detrit (Hůlek et al. 2018, s. 71) (Obr. 7).



Obr. 7 Typický obraz cysty. Cysta o průměru 1,81 cm, která je lokalizovaná v pravé ledvině.

Zdroj: PACS FNOL

Hematomy

Na US obraze se intrahepatální hematom projeví jako anechogenní nebo hyperechogenní oblast s nepravidelným ohraničením, v závislosti od doby jeho vzniku. Subkapsulární hematom jater vypadá jako hypoechogenní pruh na povrchu jater (Chmelová et al. 2006, s. 36). Při zrání se hematom mění na tekutinu a na US obraze se projeví jako hypoechogenní až anechogenní zóna (Hůlek et al. 2018, s. 73). Hematom jaterního parenchymu je často doprovázen volnou tekutinou v dutině břišní (Zikán et al. 2011, s. 254).

Virové hepatitidy

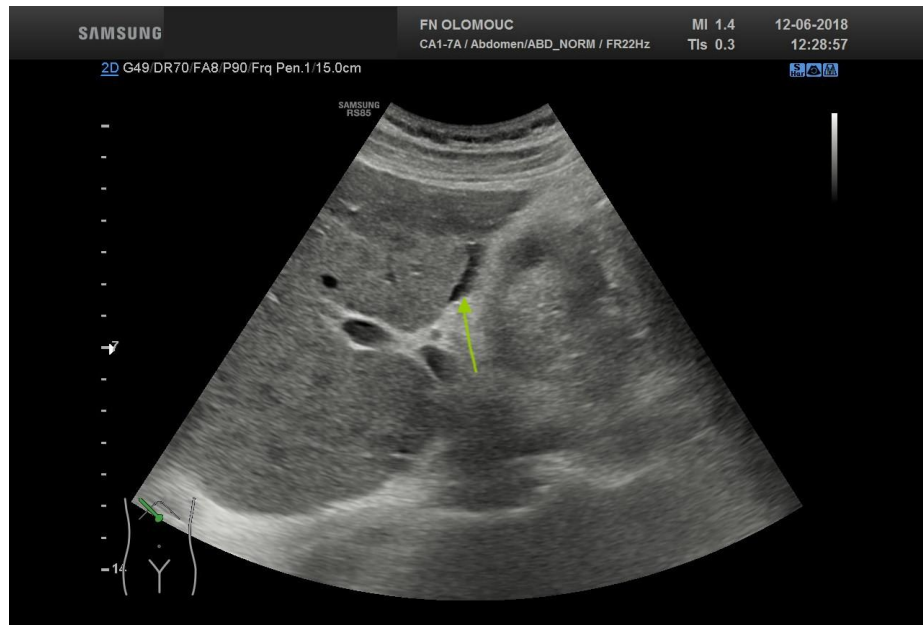
V akutní fázi je US nález jater normální nebo se objevuje hepatomegalie. Poté se objevuje nespecifický obraz s projasněním drobných větví VP a naopak difuzním snížením echogenity jater pravděpodobně podkladě edematózních změn, který je ale přítomen i u třetiny zdravých osob. V průběhu onemocnění se může vyvinout těžké postižení jater s jejich selháváním, které se na US obraze projeví jako nehomogenita jaterního parenchymu s hypoechogenitou nekrotických ložisek. Chronická forma se na US obraze projeví hrubou strukturou jater. Při závažném postižení jater dochází k difuznímu zvýšení echogenity jater a hůře lze nálezt větve VP, často díky fibrotickým změnám v jejich okolí. U všech fází onemocnění nacházíme zvětšené lymfatické uzliny v jaterním hilu (Hůlek et al. 2018, s. 67-68).

Nádorová onemocnění jater

Benigní adenom je zpravidla solitární a lokalizován v pravém laloku jater (Češka et al. 2015, s. 482). Hemangiom na US obraze vypadá jako hyperechogenní ložisko které je ostře ohraničeno. Hemangiom se může vyskytovat méně často i multilokulárně (Heřman et al. 2014, s. 142). Hyperechogenní ložiska nemají hypoechogenní lem tzv. halo a jsou homogenní. Typická je lokalizace u HV (Chmelová et al. 2006, s. 35). U P s primárním nádorovým onemocněním je nutné v rámci diferenciální diagnostiky rozlišit hemangiom jater od metastáz. Metastázy jater jsou obvykle vícečetné. Na US obraze jde o zpravidla okrouhlé či ovoidní hypoechogenní ložiska nebo izoechogenní léze s hypoechogenním okrajem. Jaterní metastázy mohou být i hyperechogenní. Primární karcinomy jater se obvykle nacházejí jako velká solitární ložiska, ale mohou být i multilokulární, s různou echogenitou stejně jako metastázy. V rámci diferenciální diagnostiky od metastáz je nutné provést cílenou biopsii jater s následným histologickým vyšetřením vzorku tkáně (Heřman et al. 2014, s. 142-143).

Ascites

Mírný 1. stupeň ascitu je detekovatelný jen US a lze odhalit již 100 ml ascites (Hůlek et al. 2018, s. 206). V závislosti na poloze se volná tekutina v břišní dutině zobrazuje jako anechogenní oblast mezi pravou ledvinou a játry nebo v okolí sleziny (Zikán et al. 2011, s. 253) (Obr. 8).



Obr. 8 Ascites prvního stupně.

Zdroj: PACS FNOL

3 Portální hypertenze

Přítomnost PH je nevyhnutelnou komplikací cirhózy jater. Vymezuje ji jako nárůst tlakového gradientu mezi VP a systémovým žilním řečištěm (Brůha a Petrtýl, 2016, s. 22). Šembera et al. (2016, s. 432) dodává, že jde o nárůst portosystémového tlakového gradientu nad 5 mmHg. PH vede ke vzniku závažných komplikací, mezi něž patří vznik a vývoj jícnových a žaludečních varixů, krvácení z nich, ascites a hepatorenální syndrom (Brůha a Petrtýl, 2016, s. 22). Grgurevic et al. (2017, s. 310) dodává další komplikaci PH, kterou je portální encefalopatie a vznik portosystémového kolaterálního oběhu. Portosystémový a portoportální kolaterální oběh vzniká na základě kompenzačního mechanismu při trombóze VP a je označován jako kavernom porty pro svůj charakteristický radiologický zjev (Šembera et al. 2016, s. 433). Funkční kolaterální oběh vzniká již během několika dnů od trombózy VP (Hůlek et al. 2018, s. 441). Dalšími komplikacemi PH mohou být oběhové komplikace jako je hepatopulmonální syndrom a rozvoj portopulmonální hypertenze (Fejfar et al. 2017, s. 105). Při PH typicky nacházíme splenomegalii. (Hůlek et al. 2018, s. 441). Vena lienalis je přítokem VP a může dojít k její trombotizaci s následným rozvojem tzv. levostranné PH (Krajina et al. 2005, s. 623).

PH dělíme na prehepatální, hepatální a posthepatální v závislosti na lokalizaci patologie, která je zodpovědná za její genezi. Vznik PH je nejčastější na podkladě jaterní cirhózy (Grgurevic et al. 2017, s. 310). Vznik PH na podkladě prehepatální, posthepatální nebo kombinované příčiny je máločastý a tvoří 5-15 % geneze všech portálních PH (Fejfar et al. 2017, s. 105).

Závažnost PH lze konkrétně stanovit jedině invazivním, přímým měřením tlaku ve VP. V praxi se pak používá metoda nepřímého měření přeneseného portálního tlaku při katetrizaci HV do jaterních žil, kdy se výsledná měřená hodnota nazývá tlakový gradient z jaterní žíly (HVPG- hepatic venus pressure gradient). Katetrizuje se vena hepatica dextra nejčastěji skrz vena jugularis interna (Grgurevic et al. 2017, s. 310).

HVPG je u zdravého člověka v rozsahu 4-5 mmHg. Hodnoty přesahující nad 5 mmHg poukazují na PH (Brůha a Petrtýl, 2016, s. 23). Klinicky významné stádium PH je pak při nárůstu HVPG na hodnotu 10-12 mmHg (Šembera et al. 2016, s. 432). Při HVPG 10 mmHg dochází k tvorbě jícnových varixů a k riziku krvácení z jícnových varixů pak při hodnotě

12mmHg (Brůha a Petrtýl, 2016, s. 23). Riziko těžkého krvácení z varixů s následkem smrti hrozí při hodnotě HVPG 16 mmHg a více (Grgurevic et al. 2017, s. 311).

Dle hodnoty HVPG klasifikujeme PH do 4 kategorií. Hodnoty do 6 mmHg klasifikujeme jako stadium 1 kompenzované cirhózy, HPVG 6-10 mmHg jako stadium 2 kompenzované cirhózy, hodnoty 10-12 mmHg jako stadium 3 dekompenzované cirhózy a nad 12 jako stadium 4 dekompenzované cirhózy. Měření HVPG se uplatňuje nejen v diagnostice PH, ale je jedním z nejlepších prognostických parametrů a uplatňuje se i ve stanovení léčebného postupu a ke kontrole efektu léčby a mělo by se stát standardní metodou v zařízeních specializující se na hepalogii. Při katetrizaci jaterních žil lze současně provést transjugulární biopsii jater. (Brůha a Petrtýl, 2016, s. 22-25).

U prehepatální PH, která vznikla bez podkladu cirhózy jater nelze měření HVPG použít (Šembera et al. 2016, s. 432-433). Měření HVPG je invazivní metoda, u které se mohou objevit komplikace a je dostupná v malém počtu zařízení (Grgurevic et al. 2017, s. 311). Z neinvazivních zobrazovacích metod se uplatňuje US, který je metodou první volby (Grgurevic et al. 2017, s. 311).

Krvácení z varixů je nejvíce život ohrožující akutní komplikace PH. Při první atace krvácení z varixů zemře 15-20 % P (Fejfar et al. 2017, s. 105-106). Po první atace krvácení z jícnových varixů se až u 60 % P do 1 roku vyskytne recidiva, kdy každá další ataka krvácení s varixů zvyšuje riziko úmrtí P o 20 % (Brůha a Petrtýl, 2016, s. 24).

3.1 Možnosti ultrazvuku při diagnostice portální hypertenze

Při US vyšetření PH zkoumáme jaterní parenchym, můžeme měřit HVPG, kontrolujeme průchodnost HV a portálního řečiště, zjišťujeme přítomnost kolaterálního oběhu a zkoumáme okolí jater, kvůli nádorovému onemocnění (Krajina et al. 2005, s. 624). Měříme průměr VP. Provádíme vyšetření, které posoudí tuhost jater (Grgurevic et al. 2017, s. 311). Pátráme po ascitu, který je důsledkem PH. Obvyklým nálezem je splenomegalie (Hůlek et al. 2018, s. 184-441). Proto při podezření na PH provádíme US sleziny (Krajina et al. 2005, s. 624).

Dopplerovské ultrazukové vyšetření

Dopplerovská technika se používá pro US zobrazení cév a je indikována při podezření na cévní patologii a k hodnocení prokrvení tkáně (Nekula et al. 2014, s. 29). Podstatou je Dopplerův jev, který spočívá ve změně frekvence US při odrazu od pohybujícího se

předmětu. Podle změny frekvence je určena rychlost a směr pohybu předmětu. V US diagnostice konkrétně krvinek (Heřman et al. 2014, s. 19). Při toku krvinek k US sondě frekvence roste a od ní naopak klesá. Výsledkem dopplerovské US vyšetření je záznam buď ve formě barevného dopplerovského záznamu tzv. Color Doppler, spektrální záznam, akustický záznam nebo jejich kombinace. Color Doppler stanovuje směr toku a rychlost zpravidla ve více cévách ve vyšetřovaném poli. Směr toku k US sondě je zobrazen červeně a od ní modře. Jas barvy určuje rychlost toku. Spektrální záznam graficky znázorňuje rychlosti krevního toku v čase a je nejpřesnějším zobrazením rychlosti průtoku. Akustický záznam je převod US frekvence na slyšitelný zvuk s dobře rozlišitelnými tóny, kdy vyšší tón odpovídá vyšší frekvenci. Všechny varianty jsou obvykle kombinovány s B módem. Spojení s jednou variantou nazýváme tzv. duplexní zobrazení, nebo se dvěma tzv. triplexní zobrazení (Nekula et al. 2014, s. 29). Dopplerovská technika US zobrazení lze provést i s KL (Heřman et al. 2014, s. 20).

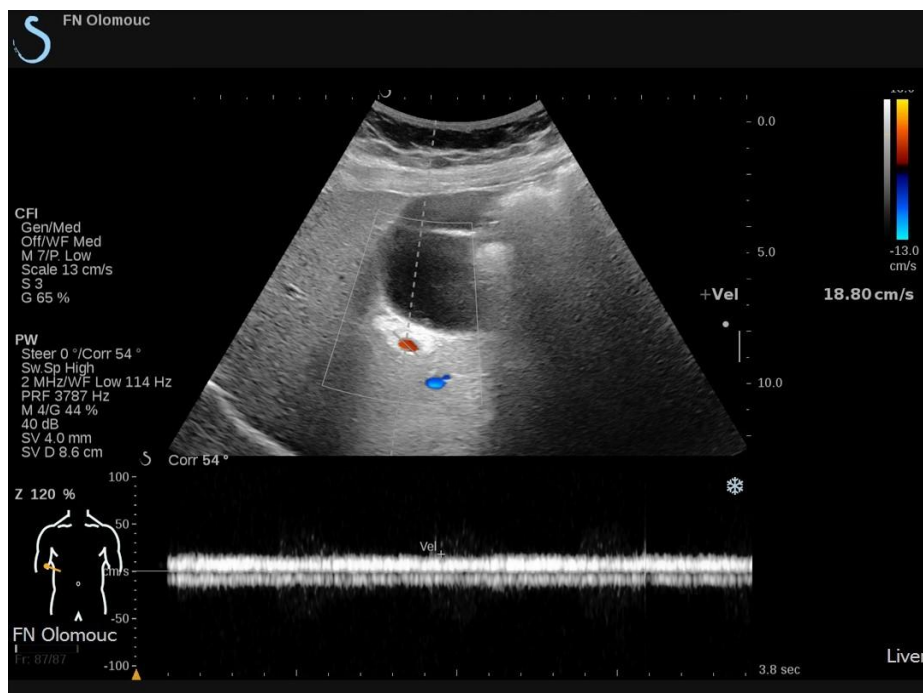


Obr. 9 Měření šířky VP. Hraniční šířka VP v hilu jater.

Zdroj: PACS FNOL

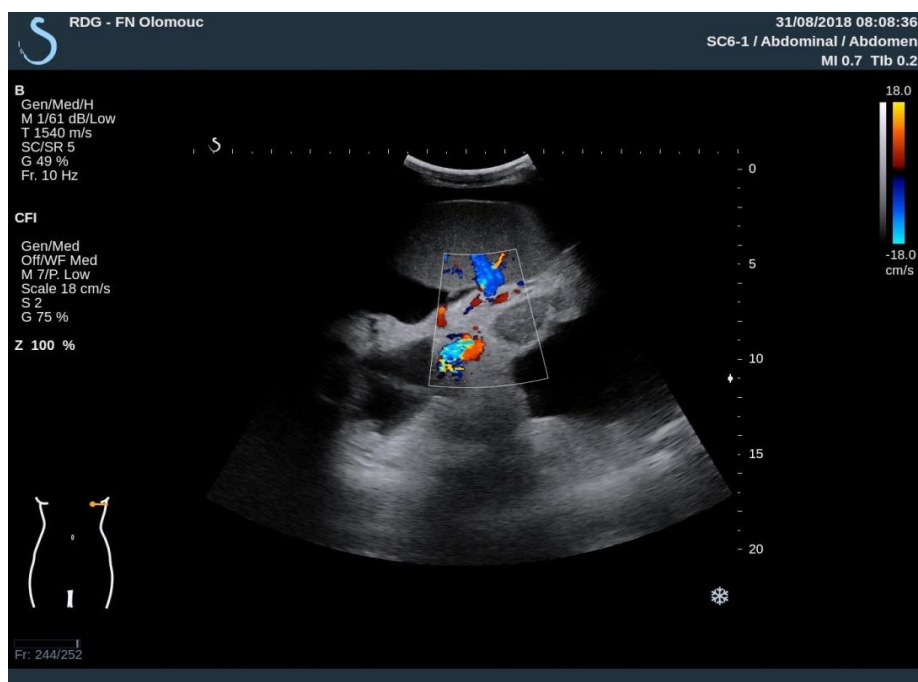
Dopplerovská technika US vyšetření cév jater se provádí zpravidla po US vyšetření jater v B módu (Skalický et al. 2011, s. 31). Vyšetření portálního řečiště začínáme v hilu jater měřením šířky VP, kdy za normální šíři považujeme hodnotu 13 mm (Obr. 9). Pomocí barevného mapování zkoumáme prezenci a směr toku ve VP a souběžné jaterní arterie. Za

normálních okolností je tok v obou cévách hepatopetální (směřující k játrům) který se mapuje modře, červené mapování toku směřující k játrům je patologie. Pro obě cévy provedeme spektrální křivky, ideálně při mělkém dýchání P. Rychlost toku ve VP se pohybuje kolem 20 cm/s a v jaterní tepně okolo 70 cm/s (Obr. 10). Patologické je snížení rychlosti toku ve VP pod 12 cm/s. Poté zobrazíme bifurkaci VP, která musí být lokalizována intraparenchymálně, což je důležité pro zavedení transjugulární intrahepatální portosystémové spojky (TIPS). Změříme šířky obou větví bifurkace a provedeme jejich spektrální křivky a sledujeme je do periferie, kvůli jejich možnému napojení na periumbikální kolaterály. V parenchymu jater zobrazíme HV a provedeme jejich spektrální křivky pro hodnocení rychlosti a rytmu jejich toku. Normálně bývá rytmus toku hluboký a rychlost kolísá kolem bazální linie v obou směrech. Patologické je oploštění rytmu a rozšíření linie ve spektrální křivce. U dopplerovského UZ vyšetření portálního řečiště zobrazujeme i vena lienalis a horní mezenterickou žílu, jejichž soutokem VP vzniká. Je nutné potvrdit jejich průchodnost a změřit jejich šířku. Poslední součást vyšetření je posouzení sleziny a slezinné žíly v jejím hilu a detekci přítomnosti perisplenického kolaterálního oběhu (Obr. 11). Stav portálního řečiště posuzujeme podle šíře jednotlivých žil -portální, lienální a horní mezenterické žíly a jejich součtu, který nesmí překročit 35 mm. Trombózu VP a jejich přítoků nebo HV se projeví absencí toku nebo zvýšením rychlosti toku a turbulencemi při neúplném uzávěru, rozšířením postiženého úseku, který bývá hypoechogenní a rozvojem kolaterál. Rychlost toku v kolaterálách je nízká (Cholt, 2013, s. 91-101).



Obr. 10 Spektrální křivka VP. Triplexní zobrazení VP s její spektrální křivkou. Rychlost průtoku je 18,8 cm/s, což odpovídá normální rychlosti.

Zdroj: PACS FNOL



Obr. 11 Dopplerovké US vyšetření portálního řečiště. Duplexní zobrazení hilu sleziny, které odpovídá přítomnosti perisplenického kolaterálního oběhu. V okolí sleziny vidíme anechogenní strukturu odpovídající ascitu.

Zdroj: PACS FNOL

Nativní ultrazvukové vyšetření sleziny

Slezina je umístěna v levém horním kvadrantu dutiny břišní a je zcela skryta pod žebry. P před plánovaným US vyšetření sleziny lační. Poloha P je na zádech nebo na pravém boku s levou rukou za hlavou. Používáme stejnou sondu jako u US vyšetření jater. Sondu přikládáme vlevo interkostálně v oblasti 9-11 žebra. Slezinu zobrazujeme v nádechu se zadržným dechem. Slezina je mírně hypoechogenní ve srovnání s echogenitou jater. Normální slezina má délku 10-12 cm a šířku 3-5 cm. U délky sleziny bereme v potaz i výšku P protože vyšší lidé mají delší slezinu. Tvar je zpravidla fazolovitý. U 10 % populace se může nacházet přídatná slezinná tkáň mimo slezinu ve velikosti kolem 1 cm (Dānilā, 2010, s. 253-254) (Obr. 12).



Obr. 12 UZ sleziny. Měření délky sleziny mezi póly. Délka 11,2 cm odpovídá normální slezině.

Zdroj: PACS FNOL

Hodnocení portální hypertenze na základě elastografie jater a sleziny

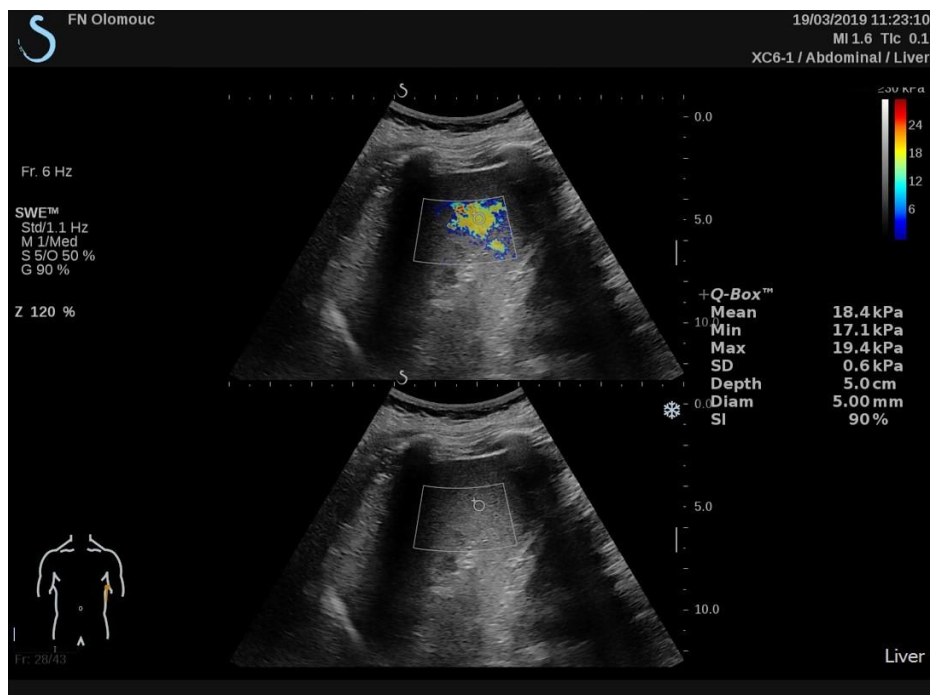
Elastografii jater (viz kapitola 2.1) je možné použít jako neinvazivní metodou k diagnostice a hodnocení klinicky významné PH (Grgurevic et al. 2017, s. 310). Hodnoty 12,5 kPa a vyšší svědčí pro cirhózu jater (Pollák, 2017, s. 106). Hodnota 15,2 kPa je mezní hodnota pro diagnózu PH bez významné klinické manifestace. Vyloučit významné jícnové či žaludeční varixy můžeme při hodnotě do 20 kPa spolu s normální hodnotou trombocytů. Za

klinicky významnou PH, s velkými varixy a rizikem krvácení z nich, považujeme hodnoty elastografie jater nad 25 kPa (Grgurevic et al. 2017, s. 315).

Důsledkem PH je zvýšení tuhosti sleziny (Grgurevic et al. 2017, s. 314). Normální elasticita sleziny se pohybuje od 13,9-20 kPa (Pawluś et al. 2016, s. 2169) (Obr. 13). Pokud má P elasticitu jater do 38 kPa a současně hodnotu SWE sleziny do 27,9 kPa, svědčí to pro PH bez klinických známek jejich komplikací. Hodnoty elasticity jater nad 38 kPa a sleziny nad 27,9 poukazují na PH s klinickou manifestací a přítomností jícnových či žaludečních varixů (Grgurevic et al. 2017, s. 315) (Obr. 14).

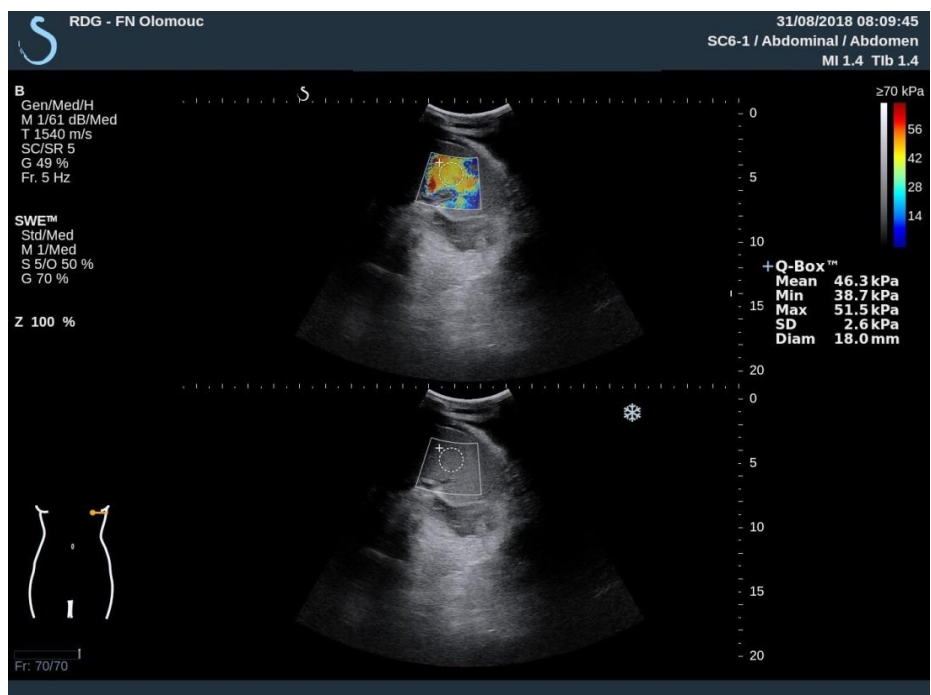
Role endoskopické ultrasonografie při portální hypertenzi

EUS je citlivější pro časnou diagnostiku a hodnocení varixů distální třetinu jícnu a žaludku než esophagogastroduodenoskopie (EGD). V detekci žaludečních varixů má dokonce dvakrát větší citlivost než EGD. EUS totiž dokáže lépe detekovat změny cév a zesílení žaludečních záhybů způsobené drobnými varixy. Dokáže také odhalit kolaterální žíly v okolí jícnu až v 90 % případů u P s jaterní cirhózou. V praxi by EUS detekce kolaterálních žil jícnu mohlo diagnosticky potvrdit cirhózu jater s PH (pokud jsou v anamnéze jasné důvody cirhózy např. abúzus alkoholu či chronická VH) a snížit tak počet biopsií. Objevení kolaterál jícnu má i prognostický význam pro předpověď recidivy jícnových varixů po jejich léčbě např. ligací. EUS dokáže i dobře odhadnout riziko krvácení z varixů, díky detekování hemocystických skvrn. EUS se uplatňuje i v terapii varixů např. jejich sklerotizací, embolizací coilů a injekcemi tkáňového lepidla. V budoucnu má EUS potenciál v měření HVPG a při vytváření TIPS (Sarairoh et al. 2017, s. 1016-1017).



Obr. 13 SWE sleziny s normální elasticitou. Elastogram s barevným mapováním v pólu sleziny. Průměrná elasticita sleziny je 18,4 kPa což odpovídá normální elasticitě.

Zdroj: PACS FNOL



Obr. 14 SWE sleziny se sníženou elasticitou. Elastogram s barevným mapováním v pólu sleziny. Průměrná elasticita sleziny se pohybuje v 46,3 kPa což svědčí pro PH s klinickou manifestací. V okolí sleziny vidíme anechogenní strukturu odpovídající ascitu.

Zdroj: PACS FNOL

4 Role radiologického asistenta při ultrazvukovém vyšetření jater

RA připravuje vyšetřovnu k provozu a zajišťuje informovaný souhlas s navrhovaným US vyšetřením podepsaný pacientem. Musí také ověřit, zda byla dodržena příprava na vyšetření. Vhodné jsou dotazy, směřované na vyšetřovaného ohledně doby posledního jídla, pití a užití léků. Je zcela nezbytné zjistit alergickou anamnézu. Táže se vyšetřovaného, zda jsou u něj známy alergie např. na lokální anestetika, dezinfekce, atd. Nutná je komunikace s vyšetřovanou osobou a její informovanost. Vhodné se jeví zeptat se P, zda porozuměl průběhu vyšetření a jestli nemá nějaký dotaz. Žádoucí je mu sdělit přibližnou délku vyšetření. Pokud je dopředu známo, že se bude provádět vyšetření s KL, nebo se lékař rozhodne v průběhu pro kontrastní US vyšetření, je zcela nevyhnutelné zavést vyšetřovanému periferní žilní katetr. Poté RA vyzve vyšetřovaného k položení se na vyšetřovací lehátko a správně jej napolohuje k US vyšetření (Holubová et al. 2013, s. 83-85). Při CEUS je nutné připravit KL dle návodu a aplikovat ji vyšetřovanému na pokyn lékaře s následným proplachem kanyly fyziologickým roztokem (Mechl et al. 2018, s. 175). Je žádoucí, aby RA zajistil permanentní dostupnost KL na US pracovišti pro možnost okamžitého podání (Mechl et al. 2018, s. 176).

Při EUS je nutné dotazem směřovaným k P ověřit, jestli má snímatelnou zubní protézu a pokud ano vyzvat ho, aby ji vyjmul. Před vyšetřeními je důležité vyšetřovanému podat Espumisan kapky 2-3 ml a těsně před vyšetřeními je zcela nezbytné mu podat lokální anestezii hltanu, obvykle ve formě spreje. RA nebo jiný zdravotnický pracovník ho vyzve, aby ústy či zuby obemkl ústní kroužek, kterým lékař následně zavede endosonoskop. Po EUS vyšetření je důležité vyšetřovaného poučit, aby minimálně 30 min nic nepřijímal per os, kvůli riziku aspirace způsobené doznívající anestezii hltanu. V případě, že byla P podána perorální analgosedace je nutné zavolat na příslušné oddělení kvůli odvozu vyšetřovaného na dospávací pokoj (Holubová et al. 2013, s. 85-86).

Pokud se bude provádět biopsii jater je klíčovou rolí RA připravit sterilní stůl a následně asistovat lékaři. Sterilní stůl obsahuje malou roušku, roušku s centrálním otvorem, jehly, stříkačku, tampony a skalpel. Existují již předpřipravené, speciální sterilní sety např. Lukasterik, MediSet, atd. RA pak na příkaz lékaře provede desinfekci kůže v místě vpichu a asistuje lékaři dle jeho pokynů. (Krajina et al. 2005, s. 126).

Závěr

US je nenahraditelné při vyšetření abdominální oblasti a měkkých tkání. Uplatňuje se téměř ve všech oblastech medicíny od US zobrazování mozku a jeho prokrvení po diagnostiku poranění Achillovy šlachy.

Výsledkem vyšetření jater je obrazový záznam a slovní popis nálezu. U kontrastního vyšetření se používají KL nejnovější generace. Díky FAST technice lze v relativně krátké době diagnostikovat hemoperitoneum, hemotorax či hemoperikard. Poměrně novou záležitostí v objektivizaci posouzení echogenity jater vůči pravé ledvině, v rámci steatózy jater, je stanovení HRI. Novinkou je pak jeho stanovení přímo archivu obrazové dokumentace na pracovních stanicích v systému PACS. V zobrazování jater nastal pokrok díky SWE, která neinvazivně posuzuje fibrózu jater. Důležité je dodržet parametry pro akvizici. Měření provádíme minimálně třikrát. Neinvazivní elastografie jater v budoucnu nahradí značnou část invazivních biopsií jater. Větší nepřesnost měření způsobuje obezita a ascites u vyšetřovaného. Přesnější měření u těchto P by mohla přinést EUS elastografie. EUS je schopno detekovat léze od 0,3 mm a má u malých lézí větší senzitivitu než CT a transabdominální US. IOUZ mění operační strategii při terapii jaterních nádorů a dosahuje výrazně lepších negativních resekčních okrajů při resekci jater. Novinkou je fúzní US zobrazení s CT nebo MR, které se používá pro navigaci při intervencích. SWE jater a sleziny je možné použít jako neinvazivní metodou k diagnostice a hodnocení PH. EUS elastografie se uplatňuje v detekci PH, u screeningu jícnových a žaludečních varixů a jejich terapii. V budoucnu má EUS potenciál v měření HVPG a při vytváření TIPS.

Role RA je zejména připravovat vyšetřovnu a pomůcky, zajišťovat informovaný souhlas podepsaný vyšetřovaným a komunikaci s ním v rámci dodržení přípravy před vyšetřením, poskytnutí informací a pokynů. Dále zavádět periferní žilní vstup, připravovat a aplikovat KL a asistovat lékařům dle jeho pokynů.

Referenční seznam

- AUBRY, S. 2015. ShearWave Elastography in the assessment of tendon stiffness and for monitoring patients undergoing treatment. *Diagnostic imaging Europe*. 31(6), 54-57. ISSN 1461-0051.
- BISSONNETTE, J. et al. 2011. Usefulness of endoscopic ultrasonography in hepatology. *Canadian Journal of Gastroenterology and hepatology*. 25(11), 621-5. ISSN 2291-2789.
- BRŮHA, R. 2015. Přístup k pacientům s jaterními chorobami. *Vnitřní lékařství*. 61(4), 6-12. ISSN: 0042-773X.
- BRŮHA, R. a PETRTÝL, J. 2016. Hodnocení a léčba portální hypertenze. *Časopis lékařů českých*. 155(2), 22-26. ISSN 0008-7335.
- ČEŠKA, R. et al. 2015. *Interna. 2.*, aktualizované vydání. V Praze: Stanislav Juhaňák - Triton, xviii, 909 stran. ISBN 978-80-7387-885-6.
- DĀNILĀ, M. 2010. The ultrasound examination of the spleen. *Medical ultrasonography*. 12(3), 253-4. ISSN 2066-8643.
- DIETRICH, C. F. et al. 2017. EFSUMB Guidelines and Recommendations on the Clinical Use of Liver Ultrasound Elastography, Update 2017 (short Version). *Ultraschall in Der Medizin*. 38(4), 377-394. ISSN 0172-4614. DOI: 10.1055/s-0043-103955
- DIETRICH, C. F., JENSSEN, C. a HERTH, F. J. 2016. Endobronchial ultrasound elastography. *Endoscopic Ultrasound*. 5(4), 233-238. DOI: 10.4103/2303-9027.187866
- DOHNALOVÁ, D. 2014. *Repetitorium patologie pro praktická cvičení*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 154 s. Skripta. ISBN 978-80-244-4002-6.
- DUTTA, D. K. a DUTTA, I. 2016. The Harmonic Scalpel. *Journal of obstetrics and gynaecology of India*, 66(3), 209-10. DOI 10.1007/s13224-016-0850-x
- FEJFAR, T. et al. 2017. Léčba krvácení v důsledku portální hypertenze při jaterní cirhóze-aktualizace doporučených postupů ČHS ČLS JEP. *Gastroenterologie a hematologie*. 71(2), 105-116. ISSN: 1804-7874.
- FERRAIOLI, G. et al. 2018. Liver Ultrasound Elastography: An Update to the World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology Guidelines and Recommendations.

Ultrasound in Medicine and Biology. 44(12), 2419-2440.
DOI:10.1016/j.ultrasmedbio.2018.07.008

FICHTL, J. et al. 2015. Současná léčba pyogenního abscesu jater- zkušenosti Chirurgické kliniky FN Plzeň. *Praktický lékař.* 95(1), 12–15. ISSN: 0032-6739.

FILIP, M., LINZER, P. a JUREK, P. 2017. Využití ultrazvuku pro navigaci v neurochirurgii. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie.* 80(6), 627-637. ISSN: 1210-7859

GRGUREVIC, I. et al. 2017. Non-invasive diagnosis of portal hypertension in cirrhosis using ultrasound based elastography. *Medical Ultrasonography.* 19(3), 310-317. DOI: 10.11152/mu-1019

HEJDA, V. 2015. Jaterní cirhóza a HCV. *Vnitřní lékařství.* 61(4), 13-23. ISSN 0042-773X.

HEŘMAN, J. et al. 2015. Ultrazvuková elastografie a její využití v oblasti hlavy a krku. *Časopis lékařů českých.* 154(5), 222-226. ISSN 0008-7335.

HEŘMAN, M. et al. 2014. *Základy radiologie.* 1. vyd. V Olomouci: Univerzita Palackého, 314 s. Učebnice. ISBN 978-80-244-2901-4.

HOLUBOVÁ, A. et al. 2013. *Ošetrovatelská péče v gastroenterologii a hepatologii.* 1. vyd. Praha: Mladá fronta, 267 s. Sestra. ISBN 978-80-204-2806-6.

HONG, E. K. et al. 2018. Accurate measurements of liver stiffness using shear wave elastography in children and young adults and the role of the stability index. *Ultrasonography.* 37 (3), 226-232. DOI: 10.14366/usg.17025

HŮLEK, P. et al. 2018. *Hepatologie.* 3. vydání. Praha: Grada Publishing, xxi, 738 stran. ISBN 978-80-271-0394-2.

CHANTAROJANASIRI, T. a KONGKAM, P. 2017. Endoscopic ultrasound elastography for solid pancreatic lesions. *World Journal of Gastrointestinal Endoscopy.* 9(10), 506-513. ISSN 1948-5190 . DOI: 10.4253/wjge.v9.i10.506

CHMELOVÁ, J. et al. 2006. *Základy ultrasonografie pro radiologické asistenty.* Vyd. 1. Ostrava: Ostravská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 77 s. ISBN 80-7368-221-4.

CHOLT, M. 2013. *Cévní sonografie: repetitorium ultrazvukové cévní diagnostiky a atlas nálezů na DVD.* 1. vyd. Praha: Grada, 327 s. ISBN 978-80-247-3974-8.

- ISAKSEN, V. T. et al. 2016. Hepatic steatosis, detected by hepatorenal index in ultrasonography, as a predictor of insulin resistance in obese subjects. *BMC obesity*. 3(39), 1-9. ISSN 2052-9538. DOI:10.1186/s40608-016-0118-0
- JŮZA, T., JŮZOVÁ, A. a GAJDOŠOVÁ, T. 2016. Kazuistika: Diagnóza až pod mikroskopem- diseminovaná echinokokóza multilokulárního vzhledu s protoskolexy. *Česko-slovenská patologie*. 52(3), 168-172. ISSN 1210-7875.
- KNOWLES, S. et al. 2015. The current role of intraoperative ultrasound during the resection of colorectal liver metastases: A retrospective cohort study. *International journal of Surgery*. 20 (8), 101-106. DOI: 10.1016/j.ijso.2015.05.052
- KRAJINA, A. et al. 2005. *Intervenční radiologie: miniinvazivní terapie*. 1. vyd. Hradec Králové: Olga Čermáková, 835 s. ISBN 80-86703-08-8.
- MATIAS, M. 2016. Úloha transkraniálního ultrazvuku při stanovení smrti mozku *Anesteziologie a intenzivní medicína*. 27 (1), 30-33. ISSN 1214-2158.
- MECHL, M. et al. 2018. Ultrazvukové vyšetření s kontrastní látkou. *Časopis lékařů českých*. 157(4), 175-180. ISSN 0008-7335.
- MICHÁLEK, P., ZÁVADA, J. a BROŽEK, T. 2016. Specifika intervenční bronchologie z pohledu anesteziologa. *Anesteziologie a intenzivní medicína*. 27(4), 207-213. ISSN 1214-2158.
- NEKULA, J. et al. 2014. *Klinická radiologie: skriptum*. Vyd. 1. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 263 s. ISBN 978-80-7464-564-8.
- O'REILLY, M. A. a HYNYNEN, K. 2015. Emerging non-cancer applications of therapeutic ultrasound. *International Journal of Hyperthermia*. 31(3), 310-318. DOI:10.3109/02656736.2015.1004375.
- PAWLUŚ, A. et al. 2016. Shear wave elastography of the spleen: evaluation of spleen stiffness in healthy volunteers. *Abdominal Radiology*. 41(11), 2169-2174. ISSN 2366-0058. DOI:10.1007/s00261-016-0834-4
- PENHAKER, M. a AUGUSTYNEK, M. 2013. *Zdravotnické elektrické přístroje 1*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 411 s. ISBN 978-80-248-3107-7.

- PETRÁŠOVÁ, H. a FOUKAL, J. 2016. Ultrazvukový navigační systém: fúze UZ a CT vyšetření-zkušenosti pracoviště FN Brno. *Česká radiologie*. 70(4), 252-258. ISSN 1210-7883.
- POLLÁK, M. 2017. Posuzování jaterní cirhózy pro účely invalidity, nedůvodné rozdíly v hodnocení podobných případů. *Revizní a posudkové lékařství*. 20(3-4), 104-116. ISSN 1214-3170.
- RŮŽIČKOVÁ, G. a GABALEC, L. 2018. Infekce jaterní cysty při polycystóze jater jako zdroj sepse. *Gastroenterologie a hepatologie*. 72 (2), 122- 128. ISSN: 1804-7874.
- SARAIH, H. A., BILAL, M. a SINGH, S. 2017. Role of endoscopic ultrasound in liver disease: Where do we stand in 2017?. *World Journal of Hepatology*. 9(24), 1013-1021. ISSN 1948-5182. DOI: 10.4254/wjh.v9.i24.1013
- SCRIBANTE, A. et al. 2017. Dental Hygiene and Orthodontics: Effect of Ultrasonic Instrumentation on Bonding Efficacy of Different Lingual Orthodontic Brackets. *BioMed Research International*, 2017 (3) 1-6. ISSN 2314-6133. DOI: 10.1155/2017/3714651
- SEDLÁŘ, M., STAFFA, E. a MORNSTEIN, V. 2014. *Zobrazovací metody využívající neionizující záření*. Masarykova univerzita, ISBN 978-80-210-7156-8
- SHIRALKAR, K. et al. 2015. Improved method for calculating hepatic steatosis using the hepatorenal index. *Journal Ultrasound in Medicine*. 34(6), 1051–1059. ISSN 1550-9613. DOI: 10.7863/ultra.34.6.1051
- SCHULMAN, A. R. et al. 2018. A Prospective Blinded Study of Endoscopic Ultrasound Elastography in Liver Disease: Towards a Virtual Biopsy. *Clinical endoscopy*. 51 (2), 181-185. ISSN: 2234-2400. DOI: 10.5946/ce.2017.095
- SPOREA, I. 2011. Liver biopsy in the era of elastography. *Medical ultrasonography*, 13 (3), 185-6 . ISSN 2066-8643.
- ŠEMBERA, Š. et al. 2016. Prehepatální portální hypertenze. *Gastroenterologie a hepatologie*. 70(5), 432- 437. ISSN 1804-7874.
- ŠPIČÁK, J. et al. 2017. *Novinky v gastroenterologii a hepatologii II*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, xvii, 296 stran. ISBN 978-80-271-0318-8.

TOZZI DI ANGELO, I. et al. 2009. *Význam radiální endosonografie v diferenciální diagnostice obstrukce žlučových cest*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 77 s. Monografie. ISBN 978-80-244-2379-1.

VOMÁČKA, J. et al. 2015. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Druhé, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 157 stran. Odborná publikace. ISBN 978-80-244-4508-3.

WALDAUF, P. 2013. Aplikace ultrazvuku u příjmu traumat a nejasných šokových stavů (FAST). *Anesteziologie a intenzivní medicína*. 24(5), 332-338. ISSN 1214-2158.

WATSON, T. 2008. Ultrasound in contemporary physiotherapy practice. *Ultrasonics*. 48(4), 321-329. DOI: 10.1016/j.ultras.2008.02.004

ZEMANOVÁ, M. 2016. Nová diagnostická zobrazovací metoda - Shear waves elastografie. *Česká a slovenská oftalmologie*. 72(4), 103–110. ISSN 1211-9059.

ZIKÁN, M. et al. 2011. Transabdominální ultrazvukové vyšetření v gynekologii. *Česká gynekologie*. 76(4), 252-257. ISSN 1210-7832.

Seznam zkratek

2D	Dvojdimenzionální	NASH	Non-alcoholic steatohepatitis
3D	Trojdimenzionální		
ARFI	Acoustic radiation force impulse	P	Pacient
CEUS	Contrast enhanced ultrasonography	PACS	Picture Archiving and Communication System- systém archivace obrazové dokumentace
CT	Výpočetní tomografie		
EUS	Endoskopická sonografii	RA	Radiologický asistent
FAST	Focused Assesment with Sonography for Trauma	ROI	Oblast zájmu
HCC	Hepatocelulární karcinom	SE	Strain elastografii
HRI	Hepatorenální index	SI	Index stability
HV	Jaterní žíly	TE	Tranzientní elastografie
HVPG	Hepatic velus pressure gradient- tlakový gradient z jaterní žíly	TI	Tepelný index
IOUZ	Intraoperativní ultrazvuk	PH	Portální hypertenze
KL	Kontrastní látka	US	Ultrazvuk/ový
MI	Mechanický index	USE	Ultrazvuková elastografie
MR	Magnetická resonance	VCI	Vena cava inferior
NAFL	Non-alcoholic fatty liver	VH	Virová hepatitida
NAFLD	Non-alcoholic fatty liver disease	VP	Vena portae
		SWE	Shear wave Elastografie

Seznam obrázků

Obr. 1 UZ jater v B módu.....	22
Obr. 2 Stanovení HRI.....	25
Obr. 3 Stanovení HRI.....	25
Obr. 4 SWE jater s normální elasticitou.....	27
Obr. 5 Měření jater v medioklavikulární čáře.....	33
Obr. 6 SWE cirhotických jater.....	34
Obr. 7 Typický obraz cysty.....	35
Obr. 8 Ascites prvního stupně.....	37
Obr. 9 Měření šířky VP..	40
Obr. 10 Spektrální křivka VP.....	42
Obr. 11 Dopplerovké US vyšetření portálního řečiště..	42
Obr. 12 UZ sleziny.....	43
Obr. 13 SWE sleziny s normální elasticitou.....	45
Obr. 14 SWE sleziny se sníženou elasticitou.....	45

Seznam příloh

Tabulka 1 Doporučení WFUMB pro klinické použití UZE jater	56
---	----

Přílohy

Tabulka 1 Doporučení WFUMB pro klinické použití UZE jater

1.	Hodnoty pro klasifikaci jaterní fibrózy jsou specifické pro použitou metodu UZE.
2.	Vliv jaterní steatózy na elasticitu jater je nejednoznačný. U pacientů s pok obezitou musí být lékař při hodnocení elasticity jater opatrný.
3.	SWE je užitečná při vyloučení fibrózy cirhózy jater u P s neléčenou chronickou hepatitidou B.
4.	Při léčbě antivirotky se elasticita jater zvyšuje. Přesto by měl u P s chronickým onemocněním jater pokračovat screening hepatocelulárního karcinomu a PH.
5.	SWE je preferovanou metodou první volby u P s chronickou hepatitidou C pro klasifikaci fibrózy a stanovení pokročilosti onemocnění.
6.	Elasticita jater se zvyšuje při trvalé léčbě interferonem nebo antivirotk s přímým účinkem. Elasticita jater nemůže být použita pro hodnocení jaterní fibrózy. Přesto by měl u P s chronickým onemocněním jater pokračovat screening hepatocelulárního karcinomu a PH.
7.	SWE je užitečná při posouzení NAFLD, vyloučení pokročilé fibrózy a vybrání P k dalšímu dovyšetření.
8.	SWE je užitečná při hodnocení pokročilosti P s alkoholovým onemocněním jater. Je nutné být obezřetný při hodnocení elasticity jater u P se současným abúzem alkoholu nebo zánětem jater.
9.	SWE má vysokou diagnostickou přesnost při detekci cirhózy. Přesnost při vyloučení cirhózy má lepší (nad 90 %) než při potvrzení.
10.	Elasticita jater měřena na TE větší než 20 kPa může být použita pro detekci klinicky významné PH (HPVG nad 10 mmHg).
11.	Elasticita jater měřena na TE v rozsahu 20-25 kPa s počtem krevních destiček $110-150 \times 10^9 / \text{mL}$ je užitečná při vyloučení významných varixů, určených k neodkladné léčbě.
12.	Měření elasticity jater určuje prognózu kompenzované cirhózy jater. Čím vyšší jsou hodnoty tuhosti jater, tím vyšší je riziko klinických komplikací.
13.	Pro doporučení použití SWE u dětských P pro vyšetření elasticity jater

	nejsou dostačující důkazy.
14.	K doporučení SWE k diferenciální diagnostice maligní a benigní léze a určení charakteru fokální léze není dostatek důkazů.
15.	CAP je bodem zájmu standardní a reprodukovatelné techniky k detekci jaterní steatózy. Pokud chceme přesně kvantifikovat steatózu, musíme přesně definovat mezní kritéria.
16.	Měření elasticity jater, musí být interpretováno v kontextu s dalšími klinickými a laboratorními výsledky

Zdroj: Ferraioli et al. 2018, s. 2419-2440