

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD
Ústav radiologických metod

Mik Jiří

CT v diagnostice ložiskových procesů jater

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Jiří Kozák

Olomouc 2012

ANOTACE

Název práce:

CT v diagnostice ložiskových procesů jater

Název práce v AJ:

CT in the diagnosis of focal liver processes

Datum zadání: 2011-09-01

Datum odevzdání: 2012-05-11

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

Autor práce: Mik Jiří

Vedoucí práce: MUDr. Jiří Kozák

Oponent práce: MUDr. Jan Hrbek

Abstrakt v ČJ:

Tato práce uvádí souhrn nejčastěji se vyskytujících maligních a benigních ložiskových lézí jater. Popisuje jejich charakteristické znaky a chování během jednotlivých fází CT vyšetření, které umožňují přesnou identifikaci léze. Uvádí specifika CT modality v rámci vyšetřování jater. Stručně informuje o nových, perspektivních metodách v CT diagnostice onemocnění jater.

Abstrakt v AJ:

This thesis presents a summary of the most frequently occurring malignant and benign focal liver lesions. It describes their characteristics and features during various phases of CT imaging, enabling accurate identification of lesions. It presents the specifics of CT modality in examination of liver. It briefly informs on new and perspective methods of CT diagnosis of liver diseases.

Klíčová slova v ČJ: CT, játra, perfuze, sycení, procesy ložiskové, léze ložiskové, tumor, karcinom hepatocelulární, metastázy, hemangiom

Klíčová slova v AJ: CT, liver, perfusion, enhancement, processes focal, lesions focal, tumor, carcinoma hepatocellular, metastases, hemangioma

Rozsah: 45 str.

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

Olomouc 2. května 2012

.....

podpis

Děkuji MUDr. Jiřímu Kozákovi za odborné vedení bakalářské práce.

OBSAH

1	ÚVOD	7
2	PŘEHLED DOHLEDANÝCH INFORMACÍ	9
2.1	CT ZOBRAZOVÁNÍ LOŽISKOVÝCH PROCESŮ JATER	9
2.1.1	DISTRIBUCE KONTRASTNÍ LÁTKY V JÁTRECH.....	9
2.1.2	PRIMÁRNÍ MALIGNÍ LOŽISKOVÉ PROCESY JATER	11
2.1.3	SEKUNDÁRNÍ LOŽISKOVÉ PROCESY JATER	26
2.1.4	BENIGNÍ LOŽISKOVÉ PROCESY JATER.....	29
2.2	PERSPEKTIVNÍ METODY V CT DIAGNOSTICE	
	ONEMOCNĚNÍ JATER.....	37
2.2.1	PERFUZNÍ CT JATER	37
2.2.2	DUAL- ENERGY CT	38
3	ZÁVĚR	40
4	BIBLIOGRAFICKÉ ZDROJE	41

1 ÚVOD

Autor bakalářské práce se věnoval problému s formulací: „Jaké byly publikovány informace o CT modalitě v rámci detekce a diferenciální diagnostiky ložiskových lézí jater?“

Pro účely přehledové práce byly formulovány, tyto cíle:

Cíl 1.

Předložit dohledané poznatky o CT zobrazování maligních a benigních ložiskových procesů jater.

Cíl 2.

Předložit dohledané poznatky o perspektivních metodách v CT diagnostice onemocnění jater.

Jako vstupní literatura byly prostudovány tyto tituly:

1. NEKULA, Josef; HEŘMAN, Miroslav; VOMÁČKA, Jaroslav; KÖCHER, Martin. Radiologie. Ostrava, Tiskservis, 2005, 3. vydání. ISBN 80-244-1011-7.
2. FERDA, Jiří; NOVÁK, Milan; KREUZBERG, Boris. Výpočetní tomografie. Praha, Galén, 2002, 1. vydání. ISBN 80-7262-172-6.
3. VÁLEK, Vlastimil; KALA, Zdeněk; KISS, Igor a kol. Maligní ložiskové procesy jater. Praha, Grada, 2006, 1. vydání. ISBN 80-247-0961-9.
4. Internetové zdroje: www.medvik.cz, www.solen.cz, www.profeseonline.cz.
5. Česká radiologie.

K vyhledávání relevantních článků v podobě plnotextů byly použity:

- databáze Medline / PubMed
- databáze Medvik / BMČ
- vyhledávač Google Scholar
- vyhledávač Google – rozšířené vyhledávání

Popis rešeršní strategie:

Vyhledávání odborných strukturovaných plnotextů proběhlo od prosince 2011 do ledna 2012 a výsledkem bylo dohledání 32 článků, které byly nejprve rozříděny podle relevantnosti k tématu bakalářské práce a jejich kvality. Po jejich důkladném prostudování byly vybrané informace z odborných článků zařazeny formou parafrází do podkapitol vytvořených podle cílů práce.

Kritéria pro výběr plnotextů ke zpracování přehledové bakalářské práce byla: český jazyk, anglický jazyk, fakt, že články byly publikovány až po proběhlém recenzním řízení a také aktuálnost obsažených informací.

První etapa vyhledávání relevantních článků proběhla pomocí vyhledávače Google Scholar a databáze Medvik, Ve druhém kroku vyhledávání bylo použito databáze Medline / PubMed a vyhledávače Google – rozšířené vyhledávání. Jako jednoznačně nejpřínosnější zdroj informací ke zpracovávané problematice se ukázala databáze Medline / PubMed a volba klíčových slov v anglickém jazyce. Vhodnou kombinací klíčových slov bylo vždy dosaženo dostatečného zúžení spektra nabízených článků. Rovněž během tvorby vlastního textu bakalářské práce byly v ojedinělých případech dodatečně dohledány relevantní články. Všechny prameny byly použity v souladu s citační normou ČSN ISO 690:2011 a jsou uvedeny v bibliografických zdrojích na konci bakalářské práce.

2 PŘEHLED DOHLEDANÝCH INFORMACÍ

2.1 CT ZOBRAZOVÁNÍ LOŽISKOVÝCH PROCESŮ JATER

2.1.1 DISTRIBUCE KONTRASTNÍ LÁTKY V JÁTRECH

Přítok krve do jater je realizován dvěma hlavními zdroji, a to jaterní tepnou a portální žilou. Díky tomuto modelu krevního zásobení má postkontrastní CT vyšetření jater specifický průběh. Celý cyklus perfuze jater je možno rozdělit do tří idealizovaných fází: arteriální fáze, redistribuce (neboli portálně-venózní fáze) a ekvilibria (jaterně-venózní fáze). V dnešní době se při CT jater rutinně využívá tzv. „bolus tracking“ technika, která umožňuje eliminovat individuální rozdíly v rychlosti distribuce kontrastní látky do cílového objemu. Během rané arteriální fáze, která nastává přibližně 10 sekund po dosažení přednastavené denzity v abdominální aortě, můžeme pozorovat sycení jaterní tepny, zatímco ke zvýšení denzity lumina portální žíly obvykle nedojde. V pozdní arteriální fázi, probíhající přibližně 20 sekund po začátku skenování, dochází k velmi výraznému zobrazení jaterní tepny a jejích větví, malá příměs kontrastu již může být pozorována také v portální žíle. Fáze portálně-venózní, přibližně 30 sekund po začátku skenování, nabízí zobrazení extra- a intrahepatického průběhu portální žíly a jejích větví, ostře kontrastujících s nenasycenými jaterními žilami. Maximálního nasycení portálního žilního systému je dosaženo přibližně ve čtyřicáté sekundě. Fáze jaterně-venózní nastává v šedesáté sekundě po začátku skenu a vyznačuje se současným nasycením jak portálního, tak i jaterního žilního systému (Boll, Merkle, 2009, s. 1594).

Podle Bohaté et al. je základem při CT vyšetření jater provedení dynamického postkontrastního skenování minimálně ve dvou fázích, arteriální a portálně-venózní. Po intravenózní aplikaci je během prvního cirkulačního cyklu jodová kontrastní látka uložena pouze intravaskulárně. V průběhu dalších cyklů se

postupně dostává také do extravaskulárního mezibuněčného prostoru, ve kterém je rovnoměrně rozmístěna po přibližně 3-5 minutách od aplikace. Ve stejné době se začíná plnit dutý systém ledvin, kontrastní látka je postupně vylučována z organismu. Při skenování v arteriální fázi by měla být nasycena pouze ložiska, která jsou zásobována jaterní tepnou, protože kontrastní látka zatím nestihla dorazit ze sleziny a mezenteria do portálního řečiště, nebo jen ve velmi malé koncentraci. V následné portálně-venózní fázi dochází k počínající difuzi kontrastní látky z periferních jaterních sinusoid do mezibuněčného prostoru. Optimálním postupem při CT vyšetřování ložiskových procesů jater je také zhotovení tzv. pozdního skenu, který probíhá ve fázi ekvilibria, tedy poté, kdy došlo k rovnoměrné redistribuci kontrastní látky v celém distribučním objemu. Při srovnání s ultrasonografickým vyšetřením je hlavní výhodou dynamického CT jater možnost využití vyšetřovacích protokolů se standardizovanými parametry, jako jsou časy zpoždění jednotlivých postkontrastních fází apod. Naopak nevýhodou a limitujícím faktorem této metody jsou stochastické účinky ionizujícího záření. Přestože multifázové postkontrastní vyšetření s intravenózní aplikací umožňuje odlišení nejrůznějších patologií od okolní zdravé jaterní tkáně, někdy nebývá výsledek uspokojivý. Na vině mohou být faktory, jako např. tachykardie, bradykardie, portální hypertenze, trombózy, kolaterální oběh, arteriovenózní zkraty, variety normálního cévního zásobení jater apod. V těchto případech lze využít invazivní techniky selektivního nástřiku jaterní tepny (CTHA) nebo portální žíly (CTAP), jejichž senzitivita bývá vysoká (Bohatá et al., 2010, s. 15).

2.1.2 PRIMÁRNÍ MALIGNÍ LOŽISKOVÉ PROCESY JATER

Hepatocelulární karcinom

Hepatocelulární karcinom (HCC) je nejčastějším primárním zhoubným nádorem jater. Celosvětově se jedná o třetí nejčastější příčinu úmrtí v souvislosti s nádorovým onemocněním, s ročním počtem více než půl milionu případů. Mezi rizikové faktory vzniku HCC patří zejména chronická hepatitida B a C, dědičná hemochromatóza a téměř u každého případu jaterní cirhóza, která je nejvýznamnějším predispozičním faktorem HCC. Až 80% nových případů HCC vzniká na terénu cirhoticky postižených jater. Rovněž onemocnění virovou hepatitidou C mělo rozhodující vliv na zvýšení výskytu HCC v USA o 80% za posledních 20-30 let (Kamaya et al., 2009, s. 393).

Makroskopicky můžeme HCC rozdělit na typ multinodulární (kulovitě ohraničené noduly), typ masivní (velký uzel s menšími satelitními uzlíky) a typ difuzní. Asi 70% nádorů větších než 2 cm a 40% menších než 2 cm je opouzdřeno fibrózní kapsulou. Typická je hypervaskularita, v mikroskopickém obraze rovněž steatóza, nekrózy, hemoragie apod. (Válek et al., 2006, s. 61).

Standardní zobrazovací metodou v diagnostice a stagingu nových případů HCC je v současnosti multifázové CT vyšetření, a to díky snadné dostupnosti a výtěžnosti. Velmi důležité je přesné načasování zpoždění jednotlivých postkontrastních fází, zejména fáze arteriální. I přesto u některých typů HCC neprobíhá sycení kontrastní látkou typicky. Raný HCC se v arteriální fázi často zobrazuje hypo- nebo izodenzně (oproti hyperdenznímu obrazu hypervaskularizovaného nádoru) a je obtížné jej odlišit od benigního cirhotického uzlu. Hypervaskularizovaný HCC v portální fázi často zůstává vůči okolnímu parenchymu hyper- nebo izodenzní, nezobrazuje se tzv. washout efekt (vymývání kontrastní látky). Proto je důležitá pozdní fáze vyšetření, přibližně 3 minuty po podání kontrastní látky, ve které by měl být washout zachycen (Hyun-Jung Jang et al., 2009, s. 275).

Studie Chana et al. zkoumala optimalizaci zpoždění začátku arteriální fáze CT vyšetření při detekci různých druhů ložiskových jaterních procesů. Zatímco v rané arteriální fázi dochází k nejvyššímu sycení např. arterio-venózních malformací a v portálně-venózní fázi se nejlépe zobrazují hypovaskularizované jaterní metastázy, pro optimální zobrazení hypervaskularizovaných jaterních tumorů, včetně HCC, je nejvhodnější pozdní arteriální fáze, která začíná 24,5 až 35 sekund po zahájení intravenózní aplikace kontrastní látky. Pro přesné určení zpoždění arteriální fáze však není vhodné použít prostý čas od začátku aplikace, jelikož rychlost distribuce kontrastní látky je ovlivněna také jinými faktory, jako jsou velikost ložiska, tělesná hmotnost pacienta, srdeční výdej, krevní tlak a puls, objem a koncentrace k.l., rychlost aplikace, parametry skenu ve smyslu rychlosti akvizice dat apod. V rámci studie byla zvolena neionická k.l. Ultravist s koncentrací 370 mg I/ml, aplikovaná v objemu 120 ml rychlostí 4 ml/s, následovaná bolusem 30-40 ml fyziologického roztoku (technika „bolus tracking“). Vyšetřovací CT protokoly byly zvoleny pěti-fázové, skládající se z fáze nativní, rané a pozdně arteriální, portálně-venózní a odložené. Jako časový bod, ke kterému se vztahovalo zpoždění arteriální fáze, byl zvolen moment dosažení denzity 100 HU v abdominální aortě, v úrovni truncus coeliacus. Byly použity 3 protokoly vyšetření, lišící se zpožděním rané arteriální fáze, a to 3, 6 a 9 sekund od výše zmíněného časového bodu. Každému z pacientů byl náhodně přidělen jeden z protokolů. Analýza získaných výsledků prokázala v případě HCC signifikantně zvýšený „Contrast Enhancement Index“ (CI) při zpoždění 6 sekund, rovněž v bezprostředně následující pozdní arteriální fázi byl CI nejvyšší. Po započtení fixního zpoždění scanneru (3 s) se z hlediska této studie jeví jako optimální pro zobrazení HCC, pokud bifázický arteriální sken začne 9 sekund po dosažení denzity 100 HU v abdominální aortě (za předpokladu využití „bolus tracking“ techniky). Některé dřívější studie uvádějí čas zpoždění mírně vyšší, což může být způsobeno jinými parametry vyšetření, např. menším objemem kontrastní látky. V rámci minimalizace radiační zátěže při kontrastním vyšetření s dvojí arteriální fázi by také bylo možno uvažovat o vynechání nativní fáze. (Chan et al., 2011, s. 1-9).

Pro zlepšení diferenciální diagnostiky u raných forem HCC je možno místo běžnému CT vyšetření s podáním kontrastní látky intravenózně provést CTA vyšetření s podáním k. l. do cévky, která je zavedená přímo do jaterní tepny. Při tomto vyšetření dochází k výraznějšímu sycení nádoru v arteriální fázi (Válek et al., 2006, s. 64).

V Japonsku je metoda CT vyšetření s podáním k. l. intraarteriálně hojně prováděna pro přesné zhodnocení jaterních tumorů. Zahrnuje CT vyšetření během arteriální portografie (CTAP) a CT během jaterní arteriografie (CTHA). Bylo prokázáno, že intranodulární cévní zásobení (které je velmi dobře hodnotitelné při výše zmíněných CTAP a CTHA) se mění v souvislosti s postupující jaterní karcinogenezí, s přeměnou dysplastického uzlu ve zjevný HCC. Při CTAP můžeme intranodulární portální zásobení rozdělit do čtyř skupin podle relativního zobrazení v porovnání s okolní cirhotickou jaterní tkání. Ve skupině A je uzal izodenzní, není viditelný, portální zásobení je přibližně stejné jako v okolí. Skupina B je charakterizována mírně hypodenzním uzlem, značícím snížení, ale ne úplné vymizení portálního krevního průtoku. Skupina C zahrnuje uzly, jejichž část se zobrazuje jako výrazně hypodenzní, což je známkou parciální absence portálního krevního zásobení. A konečně skupina D zahrnuje uzly, které jsou v celém objemu výrazně hypodenzní, s úplným vymizením portálního průtoku. Obdobně při CTHA můžeme noduly rozdělit do čtyř skupin, v tomto případě podle arteriálního krevního zásobení. Skupina I zahrnuje izodenzní, v CT obraze neodlišitelné uzly s podobným arteriálním zásobením, jako má okolní parenchym. Uzly, patřící do skupiny II, se zobrazují hypodenzně, jejich arteriální zásobení je sníženo. Ve skupině III se okrsky uzlů zobrazují hyperdenzně, v těchto uzlech je částečně zvýšeno arteriální zásobení. Skupina IV zahrnuje většinou hyperdenzní uzly, které mají prakticky v celém objemu zvýšené arteriální krevní zásobení. Na velkém souboru hepatocelulárních uzlů byla prokázána významná souvislost mezi histologickým typem ložiska a jeho zařazením do výše zmíněných skupin. Při CTAP dysplastické uzly převážně spadají do skupin A a B, dobře diferencované HCC do skupiny C a klasické HCC do skupiny D. Na druhé straně vysoce diferencované HCC spadají do skupin B, C a D s přibližně stejnou četností. Při

CTHA se dysplastické uzly nízkého stupně demonstrují převážně jako typ I, uzly vysokého stupně jako typ I nebo II. Dobře diferencované HCC spadají v 53,3% do skupiny III a ve 40% do skupiny IV. Vysoce diferencované HCC se z hlediska arteriálního zásobení prezentují obrazem, který spadá mezi uzly vysokého stupně a dobře diferencované HCC. Prakticky všechny klasické HCC se s vysokou pravděpodobností řadí do skupiny IV (Válek et al., 2006, s. 66-67).

Velmi důležitou vlastností drtivé většiny HCC při kontrastním CT vyšetření je tzv. „washout“ fenomén. Kontrastní látka se v portálně-venózní a/nebo odložené fázi vyšetření vyplavuje rychleji z vaskularizovaného tumoru, než z okolního jaterního parenchymu, tumor se zobrazuje hypodenzně. Díky „washout“ fenoménu, společně s kritériem hypervaskularity v arteriální fázi, je možno diferencovat HCC od jiných hypervaskularizovaných ložisek. Podle nejnovějších doporučení „Americké asociace pro studium jaterních onemocnění“ (AASLD) je možno stanovit diagnózu HCC u ložisek o velikosti >2 cm, pokud vykazují typické znaky HCC (hypervaskularita v arteriální fázi, „washout“ v časně nebo odložené venózní fázi) při kontrastním CT nebo MR vyšetření. Pokud je ložisko 1-2 cm velké, je požadováno typické chování při obou vyšetřovacích modalitách. Přestože některé dobře diferencované HCC neposkytují v arteriální fázi hypervaskularizovaný obraz, může být stanovena diagnóza malignity na základě zřetelného ohraničení kapsulou a efektem vnitřního vymývání v odložených kontrastních fázích. Větší ložiska HCC poskytují různorodý obraz. Často se vyskytují nápadné oblasti neovaskularizace, stejně jako centrální okrsky nekrózy z důvodu zániku krevního zásobení. Dále se občasné vyskytují okrsky tuku, spontánní hemoragie při exofytickém růstu apod. HCC mají sklon k vaskulární infiltraci, často napadají portálněvenózní systém, méně často jaterní žíly. Při výskytu trombu v těchto oblastech je nutno zvážit diagnózu HCC (Kamaya et al., 2009, s. 393).

Velmi přínosnou metodou v diagnostice HCC je perfuzní CT jater. Tato metoda obecně využívá detekci a posouzení změn mikrovaskularizace jater, které jsou u nádorů způsobeny neoangiogenezí. Při vzniku HCC v terénu cirhotických jater nejprve dochází k přeměně regeneračního uzlu v uzel dysplastický, ten se

později mění v karcinom. Během těchto přeměn se vytváří síť drobných arteriol, vznikajících z buněk endotelu sinusoid. Arterioly nemají komunikaci s portálním systémem. Výzkumy prokázaly, že perfuzní CT jater je schopno spolehlivě odlišit HCC od normálního nebo cirhotického parenchymu na základě některých perfuzních parametrů, jako jsou zvýšená arteriální perfuze nebo snížená portální perfuze. Rovněž dochází ke zkrácení středního tranzitního času, což je doba průtoku krevních elementů od arteriálního po venózní konec krevního řečiště. Jedna ze studií prokázala, že perfuzní parametry mohou být odlišné u různě diferencovaných HCC, perfuzní CT se tedy může spolupodílet na určení stupně diferenciacie nádoru. Dobře diferencovaný karcinom se vyznačuje statisticky nejvýznamnějšími odchylkami hodnot perfuzních parametrů, ve srovnání s ostatními typy HCC má např. výrazně vyšší celkový průtok a objem krve a kratší tranzitní čas. Jíný výzkum prokázal možnost detekce karcinomu ve stádiu, kdy ještě nejsou patrné morfologické změny. Rovněž lze perfuzní CT využít při určení nejvhodnějšího místa odběru bioptického materiálu. Lokalizací oblasti s nejvyšší neoangiogenezí určíme také místo nejvyšší proliferací aktivity nádoru. Tím zamezíme chybnému podhodnocení gradingu onemocnění (Mírka et al., 2010, s. 282-283).

Iwazawa et al. se zabývá vyšetřením pomocí C-arm CT (výpočetní tomografie s použitím C-ramene), jakožto další metodou detekce HCC, která se využívá zejména během operačních nebo intervenčně-radiologických výkonů na játrech. C-arm angiografické systémy jsou v dnešní době schopny vytvářet nejen konvenční planární angiogramy, ale také měknotkáňové 3D obrazy. Po aplikaci kontrastní látky mohou poskytnout prostorové informace o lokalizaci nebo konfiguraci jaterních tumorů metodou vykreslení okolních měknotkáňových struktur. Tento způsob detekce cílového tumoru během intervenčního výkonu je mnohem jednodušší, nežli detekce pomocí porovnávání obrazů z digitální subtrakční angiografie (DSA) s příslušnými vrstvami předchozího CT vyšetření. Ačkoli je radikální resekce u nemocných HCC optimální léčebnou strategií, v mnoha případech není možná z důvodu nízké reziduální jaterní funkce, způsobené současným cirhotickým postižením orgánu. V těchto případech je

alternativou transarteriální chemoembolizace (TACE), jejíž úspěšnost je závislá právě na rychlé a přesné lokalizaci malých jaterních ložisek, které již byly dříve diagnostikovány pomocí CT nebo MRI. Oproti C-arm CT, konvenční planární DSA je schopna detekovat pouze 77% jaterních tumorů, které již byly identifikovány během předcházejícího CT, a to z důvodu nedostatečné vaskularizace tumoru nebo nerovnoměrného sycení cirhoticky postiženého okolního parenchymu. Podle dříve proběhlé studie je v obdobném případě senzitivita C-arm CT 97-99%, ve srovnání s dvoufázovým CT. Iwazawa et al. ve své studii dochází k závěru, že u hypervaskularizovaných ložisek menších než 1 cm v průměru poskytuje C-arm CT větší přesnost zobrazení, u ložisek menších než 2 cm pak vykazuje větší senzitivitu, opět ve srovnání s dvoufázovým CT. Lepší výsledky C-arm CT v odhalování drobných ložisek HCC mohou být zčásti přisouzeny také vysoké prostorové rozlišovací schopnosti. Zatímco velikost voxelu u C-arm CT činí 0,2 mm³, minimální kolimace u nejmodernějších multidetektorových CT přístrojů se v současnosti pohybuje kolem 0,6 mm (Iwazawa et al., 2010, s. 882, 885).

Termínem „sklerozující karcinom“ označujeme tumor, který vzniká sekundární přeměnou HCC, a to nejčastěji vlivem komprese, jizvení, chemoterapie nebo radioterapie. V nativní fázi CT vyšetření se zobrazuje jako homogenně hypodenzní ložisko s kalcifikacemi. V jednotlivých postkontrastních fázích dochází nejčastěji k postupnému sycení od periferie do středu tumoru, v pozdních fázích přetrvává hyperdenzita, kontrast se z důvodu množství fibrózní tkáně vyplavuje velmi pomalu. Typické je také rychlejší vymývání kontrastu z periferie, zobrazující se jako hypodenzní lem - „periferal washout sign“ (Válek et al., 2006, s. 79).

Fibrolamelární karcinom (FLK), poměrně vzácná varianta HCC, byl poprvé popsán Edmondsonem v roce 1956. Postihuje nejčastěji mladé lidi ve věku 20-30 let, muže a ženy stejně často. Jeho etiologie je neznámá, tento typ HCC je velmi často diagnostikován u pacientů bez cirhotického postižení jater, u mladších nemocných se jeho podíl ještě zvyšuje (Válek et al., 2006, s. 79). Kamaya et al. uvádí, že FLK se vyskytuje nejčastěji jako velká solitární masa s lobulárními

okraji, dobře ohraničená od okolí, o velikosti 5-20 cm. V jejím okolí se občas mohou objevit malá satelitní ložiska. Až v 70% jsou centrálně přítomny nepravidelné jizvy, příp. také hrubé kalcifikace. Zatímco nativní CT poskytuje obraz nehomogenně hypodenzního ložiska, v postkontrastní arteriální fázi je typická nepravidelná hyperdenzita s velmi výrazným syčením cév tumoru. V portálně-venózní a odložené fázi je však obraz netypický. Centrální jizva se v pre- i postkontrastní části vyšetření zobrazuje obvykle hypodenzně, má tlustý a nepravidelný vzhled (Kamaya et al., 2009, s. 394). Podle Válka et al. se centrální jizva zobrazuje hypodenzně zejména v odložené fázi CT vyšetření, zbytek ložiska bývá izodenzní. V pozdní fázi vyšetření, a to přibližně v 15% případů, se také může zobrazit hyperdenzní pseudokapsula, což je hranice mezi masou tumoru a okolní stlačenou jaterní tkání. Případné kalcifikace, které se vyskytují zejména v centrální jizvě, mohou být jak drobné, tečkovité, tak i větší, hrudkovité (Válek et al., 2006, s. 80).

Cholangiokarcinom jater

Intrahepatální cholangiokarcinom (ICC) je histologicky adenokarcinom, který vychází z epitelálních buněk tvořících výstelku intrahepatálních žlučových cest. Je to druhý nejčastější primární maligní tumor jater. Údaje naznačují, že v etiopatogenezi ICC může být zapojena chronická virová hepatitida, příp. také cirhóza jater, i když tato onemocnění jsou především hlavními rizikovými faktory vzniku HCC (Su Jin Kim et al., 2007, s. 1428). Asayama et al. uvádí, že v USA tvoří nové případy ICC jen asi 7,7% nově zjištěných primárních maligních jaterních nádorů. V některých jiných regionech, zejména v oblastech jihovýchodní Asie, je četnost onemocnění vyšší (Asayama et al., 2006, s. 151). Podle Válka et al. se cholangiokarcinom jater vyskytuje častěji u mužů, přibližně o deset let později a 15x méně často než HCC. U onemocnění ulcerózní kolitidou bylo zaznamenáno až 10x vyšší riziko pozdějšího výskytu ICC. Rovněž se ICC může vyskytovat u familiární adenomatózní polypózy, i když familiární výskyt nádorů

žlučových cest je vzácný (Válek et al., 2006, s. 44). Kamaya et al. dále zmiňuje sklerozující cholangitidu, choledochální cysty nebo hepatolitiázu jako nemoci, které mohou být považovány za predispozici ke vzniku a vývoji jaterního cholangiokarcinomu (Kamaya et al., 2009, s. 395).

Z makroskopického hlediska můžeme ICC rozdělit do tří základních typů: „mass-forming“ („hmotu vytvářející“), který je nejčastější, periduktálně infiltrující a intraduktálně rostoucí. Každý z nich má v rámci zobrazovacích metod odlišné charakteristické znaky (Yong Eun Chung et al., 2009, s. 683). Kamaya et al. uvádí, že intrahepatální forma cholangiokarcinomu reprezentuje menšinu ze všech primárních cholangiokarcinomů, se zastoupením přibližně 10%. Ostatní typy zahrnují nádor žlučových cest v oblasti jaterního hilu (tzv. Klatskinův tumor) a extrahepatální cholangiokarcinomy. Na rozdíl od ICC, u těchto podtypů nejčastěji chybí hypervaskularizace (Kamaya et al., 2009, s. 394).

Stejně jako v případě ostatních ložiskových procesů jater, postkontrastní dynamické CT vyšetření hraje stěžejní roli v diferenciální diagnostice ICC. Yong Eun Chung et al. uvádí charakteristické znaky jednotlivých typů ICC při CT zobrazování. Typ mass-forming se postkontrastně prezentuje jako homogenně hypodenzní ložisko s nepravidelným periferním syčením. V následných fázích vyšetření se tumor pozvolna sytí směrem do svého středu, zobrazují se případná satelitní ložiska, je patrná retrakce kapsuly jater, rovněž dochází k syčení cév v tumoru bez viditelných větších trombů. U tohoto typu ICC se v CT obraze také často setkáváme s dilatacemi intrahepatálních žlučových cest, které jsou způsobeny přítomností konkrementů při hepatolitiáze, nebo s obliterací portální žíly, která vede až k atrofii postiženého segmentu. Periduktálně infiltrativní typ se zobrazuje jako difuzní ztlustění stěny žlučového vedení s příp. spikulacemi, postkontrastně se sytí, s abnormálně dilatovaným nebo naopak nepravidelně zúženým lumen žlučového vedení. V játrech se tento typ vyskytuje pouze výjimečně v čisté podobě, častější je kombinace s typem mass-forming. Intraduktálně rostoucí typ existuje v několika různých variantách, s tím také souvisí rozmanitost zobrazení při jeho diagnostice. Makroskopicky můžeme intraduktální cholangiokarcinom rozdělit do několika podtypů: výrazná ektázie žlučového vedení s dobře viditelnou papilární masou,

výrazná ektázie bez viditelné papilární masy, intraduktální polyp s místní dilatací žlučovodu, intraduktální odlitková léze s mírně dilatovaným žlučovodem a ložisková, strikturu tvořící léze s mírnou dilatací žlučovodu proximálně. Při nativním CT se intraduktální masa tumoru zobrazuje jako hypo- nebo izodenzní v porovnání s okolním jaterním parenchymem. Nativní CT rovněž umožňuje odlišit intraduktální konkrementy, jejich přítomnost ovšem nevylučuje současný tumorózní proces. Po aplikaci kontrastní látky dochází k mírnému sycení tumoru, ne však tak výraznému, jako při dynamickém skenování hypervaskularizovaných ložisek typu HCC. V diferenciální diagnostice je rovněž třeba odlišit jednotlivé typy intraduktálního cholangiokarcinomu od např. biliárních cystadenomů, cystadenokarcinomů, benigních striktur, intraepiteliálních dysplázií apod. (Yong Eun Chung, 2009, s. 688-696).

Jaterní cholangiokarcinom se nejčastěji vyskytuje v podobě mass-forming typu, s větší pravděpodobností vytváří velká solitární ložiska, někdy také provázená dilatací periferních žlučovodů. Postkontrastní sycení a následný „washout“ vnější části tumoru jsou způsobeny přítomností životaschopných nádorových buněk, zatímco centrální část obsahuje více fibrózní tkáně, proto sycení během dynamického CT postupuje pomalu a nevýrazně směrem do středu ložiska. Chybějící „washout“ centrální části je s největší pravděpodobností způsoben retencí jodové kontrastní látky v intersticiu fibrózní masy (Jang et al., 2009, s. 276). Kamaya et al. uvádí, že větší léze ICC mohou být hypodenzní jak v průběhu arteriální, tak i portálně-venózní fáze, ke zvýšení dezity dochází až ve fázi odložené, několik minut po aplikaci kontrastu. Naopak malá ložiska ICC mohou být hypervaskularizovaná a během arteriální fáze často poskytují obraz homogenního sycení, který je těžko odlišitelný od obrazu HCC (Kamaya et al., 2009, s. 395). Chen et al. si všímá problematiky homogenního sycení malých ložisek ICC, které se u větších tumorů mění v sycení různorodé. Předpokládá, že hlavní příčinou jsou patologické změny v průběhu růstu nádoru. Větší tumory svou expanzí stlačují cévy v jejich středu, což vede k centrální hypovaskularizaci, příp. k nekróze (Chen et al., 2008, s.885).

Asayama et al. se ve své studii zabývá využitím odložené fáze dynamického CT jako prognostického faktoru u mass-forming typu ICC. Předpokládá se, že hyperdenzní oblasti tumoru, které se zobrazují v odložené fázi vyšetření, přímo korespondují s velkým rozsahem intersticiálního prostoru ve fibrózní tkáni. Pacienti byli rozděleni do dvou skupin podle rozsahu hyperdenzit. Analýzou dat bylo zjištěno, že skupina, u které se v odložené fázi sytily více než 2/3 objemu ložiska, měla statisticky velmi špatnou prognózu přežití po radikální chirurgické resekci ICC, naopak u skupiny se sycením méně než 2/3 byla prognóza výrazně lepší. Využití těchto předoperačních informací může vést k nastavení optimálního léčebného postupu, např. strategie chirurgického výkonu nebo adjuvantní chemoterapie. Odložená fáze postkontrastního CT, provedená 4-6 minut po aplikaci kontrastní látky, navíc není zatížena odlišnostmi parametrů jednotlivých CT přístrojů, potřebou přesné standardizace vyšetřovacích protokolů apod. (Asayama et al., 2006, s. 153-154).

Hepatický angiosarkom

Primární angiosarkom jater je poměrně vzácný a vysoce agresivní nádor, který tvoří jen asi 2% všech primárních tumorů jater. Přesto se jedná o nejběžnější maligní mezenchymální tumor jater, běžnější než jiné typy, jako např. fibrosarkom, leiomyosarkom, maligní fibrózní histiocytom apod. (Peterson et al., 2000, s. 165). Jaterní angiosarkom se vyskytuje nejčastěji u mužů v šesté nebo sedmé dekádě života. Častější výskyt onemocnění u mužů, ve srovnání s výskytem u žen, je dán poměrem přibližně 3/1. Zhruba u 70% případů není známa etiologie, u 30% je vysledovatelná možná souvislost s předchozí expozicí určitými karcinogeny. Jedná se především o Thorotrast (koloidní roztok dioxidu thoria), který byl používán v první polovině dvacátého století jako kontrastní látka v radiodiagnostice, dále pak monomer vinylchloridu, pesticidy, cyklofosamid, anorganický arzenik, užívání anabolických steroidů, předchozí radioterapie,

nadměrné ukládání zásobních forem železa ve tkáních při hemochromatóze aj. (Bonaccorsi-Riani, Lerut, 2010, s. 689).

Podle způsobu růstu můžeme jaterní angiosarkomy rozdělit do čtyř typů: mnohočetné uzly, rozsáhlá solitární tumorózní masa, kombinace dominantního ložiska a menších mnohočetných uzlů a poslední, difúzně infiltrující mikronodulární tumor (Park et al., 2009, s. 784). Z makroskopického hlediska jsou tumorózní ložiska lokalizována převážně u povrchu jater, mikroskopicky jsou angiosarkomy tvořeny zmnoženými endoteliálními buňkami. V době diagnózy má již většina pacientů metastatická ložiska, nejběžnější lokalizací metastáz jsou plíce a slezina (Yu et al., 2008, s. 2197).

Při nativním CT vyšetření se hepatální angiosarkom zobrazuje nejčastěji jako soubor mnohočetných hypodenzních ložisek. Jedno velké ložisko může dominovat, ale téměř vždy jsou také přítomna menší satelitní ložiska (Kamaya et al., 2009, s. 399-400). Yu et al. uvádí, že v 17% až 27% případů angiosarkomu jater dochází k spontánnímu intratumorálnímu nebo intraperitoneálnímu krvácení, které má za následek hyperdenzní zobrazení některých oblastí tumoru během nativního CT. Hyperdenzita může být způsobena také přítomností kalcifikací v některých ložiscích (Yu et al., 2008, s. 2197). Během postkontrastního CT vyšetření je sycení tumoru různorodé. V arteriální fázi se ložiska zobrazují jako hyper- nebo hypodenzní, ve srovnání s okolním parenchymem. V dřívější době, kdy byly při CT jater využívány jednofázové protokoly vyšetření, bylo zobrazení angiosarkomu popisováno obdobně jako u benigního hemangiomu. Zejména bylo zmiňováno postupné sycení od okrajů směrem do středu ložiska. S nástupem multifázového CT se však při zobrazení obou typů jaterních nádorů projeví významné odlišnosti. Na rozdíl od hemangiomu, postkontrastně se sytící oblasti angiosarkomu nedosahují denzity, která je měřitelná v abdominální aortě, často mají bizarní tvar, rovněž se častěji sytí centrálně nežli periferně. Pokud dochází k perifernímu sycení, častější je souvislý než přerušovaný hyperdenzní lem ložiska. V případě tumoru s vícečetnými ložisky, každé z ložisek může vykazovat odlišný způsob sycení během jednotlivých fází. To je pravděpodobně způsobeno různým způsobem růstu ložisek, který může být nodulární, periportální nebo

difúzně infiltrativní (Kamaya et al., 2009, s. 400). Yu et al. konstatuje, že za splnění podmínky použití optimálního CT vyšetřovacího protokolu, který zahrnuje nativní, dynamické postkontrastní a pozdní odložené skenování, je obvykle možné odlišit jaterní angiosarkom od hemangiomu i jiných jaterních tumorů (Yu et al., 2008, s. 2197).

Hepatoblastom

V dětském věku tvoří nádory jater přibližně 5-6% všech nádorů, které se vyskytují v dutině břišní. Z těchto jaterních novotvarů jsou asi 0,5-2% maligních. Nejběžnějším primárním maligním tumorem jater u dětí je hepatoblastom, který se nejčastěji vyskytuje ve formě solitárního ložiska (Rivard, Lowe, 2008, s. S50). Histologicky se jedná většinou o epiteliální nebo epiteliálně-mezenchymální smíšený tumor. Jelikož je nádor tvořen různými typy fetálních a embryonálních tkání, různě diferencovanými hepatocyty, žláзовými nebo neuroendokrinními buňkami a jinými komponenty, z makroskopického hlediska může mít formu ohraničeného, fibrózního, cystického nebo i částečně nekrotického ložiska. Může dorůst do velikosti až 25 cm v průměru (Válek et al., 2006, s. 113). Kingová et al. uvádí, že hepatoblastom se vyskytuje nejčastěji po třetím roce života a v nativním CT obraze se prezentuje jako rozsáhlý, heterogenní, hypodenzní tumor. U dětských pacientů s hepatoblastomem, kteří se účastnili studie Kingové et al., byly tumorózní kalcifikace přítomny ve 40% případů. Plicní metastázy se objevily u 40% pacientů, u 27% dětí byla zjištěna abdominální lymfadenopatie (Kingová et al., 1993, s. 796-797). Podle Válka et al. se plicní metastázy vyskytují pouze u 10% pacientů, jiné lokalizace metastáz jsou vzácné. Pro detekci intratumorálních kalcifikací je výpočetní tomografie optimální metodou, ve srovnání s magnetickou rezonancí. Hepatoblastom není hypervaskularizovaný tumor, proto v postkontrastní fázi CT vyšetření dochází k nehomogennímu sycení, které je obvykle méně výrazné než sycení okolního jaterního parenchymu. Cystická forma nádoru může mít v CT obraze vzhled prosté jaterní cysty, často

jsou však přítomna vnitřní septa, která by měla signalizovat podezření na maligní charakter ložiska (Válek et al., 2006, s. 113).

Primární lymfom jater

Jedná se o velmi vzácný typ non-hodgkinského lymfomu (NHL), který je svou lokalizací omezen pouze na játra, tzn. že nejsou žádné známky postižení sleziny, lymfatických uzlin, kostní dřeně nebo jiných lymfatických struktur. Zatímco v USA je ročně hlášeno přibližně 55.000 nových případů NHL, který je pátou nejčastější příčinou úmrtí na onkologická onemocnění, primární lymfom jater tvoří pouze 0,016% z celkového počtu NHL. Etiologie onemocnění je neznámá, nicméně v publikovaných kazuistikách je zmiňováno několik možných etiologických faktorů, zejména infekce virem HCV, dále pak HBV, HIV příp. EBV, léčba cyklosporinem u transplantovaných pacientů, systémový lupus erythematoses aj. Primární lymfom jater se vyskytuje prakticky v kterémkoliv věku, se statistickým vrcholem kolem 55 let. Muži onemocní častěji než ženy, a to v poměru 2,3/1. Nejčastěji se jedná o solitární ložisko (55-60% pacientů), případně o vícečetná ložiska (35-40%). Difúzní infiltrace jater se vyskytuje vzácně a má horší prognózu (Noronha et al., 2005, s. 200-202).

Chim et al. uvádí, že primární lymfom jater se v nativním CT obraze prezentuje jako hypodenzní ložisko (příp. ložiska), které může obsahovat oblast s ještě výrazně nižší denzitou, nejčastěji svědčící o intratumorózní nekróze. Postkontrastně v arteriální fázi zůstává ložisko hypodenzní, což umožňuje odlišit primární lymfom jater zejména od hypervaskularizovaného HCC. Jinak jsou ovšem vlastnosti, jako např. průběh syčení kontrastní látkou během dynamického CT, přítomnost nekrózy, fibrózních pruhů, kalcifikací apod., variabilní a nejsou specifické pouze pro lymfom jater. Zejména v případě vícečetných ložisek je obtížná diferenciacie od jaterních metastáz (Chim et al., 2001, s. 669). Podle Noronhy et al. se po intravenózní aplikaci kontrastní látky 50% primárních jaterních lymfomů nesytlí vůbec, ve 33% případů dochází k nerovnoměrnému

sycení a u 16% ložisek můžeme sledovat prstencovité periferní sycení. Uvnitř tumoru mohou být přítomny kalcifikace, které vznikají nejčastěji po léčbě chemoterapií (Noronha et al., 2005, s. 202).

Cystadenokarcinom intrahepatálních žlučovodů

Incidence onemocnění intrahepatálním cystadenokarcinomem je poměrně malá, tvoří asi 0,41% všech jaterních malignit (Yu et al., 2009, s. 72). Spolu se svou benigní variantou, intrahepatálním biliárním cystadenomem, představuje méně než 5% solitárních cystických útvarů v játrech. Nejčastěji je lokalizován v pravém jaterním laloku (50% případů), méně často v levém (29%) nebo v obou lalocích současně (16%). Jeho výskyt převažuje u žen, průměrný věk v době diagnózy je 55 let (Mortelé, Peters, 2009, s. 374). Tento tumor vychází z epitelu žlučových cest a ačkoliv se může vyskytovat v libovolné části žlučového stromu, včetně žlučníku, v 83% případů je lokalizován intrahepatálně (Pojchamarnwiputh et al., 2008, s. 394-395). Dorůstá do velmi rozličných velikostí, od 1,5 do 30 cm. Cystadenokarcinom může vzniknout „de novo“ jako primární maligní tumor, nebo se může vyvinout z již existujícího benigního cystadenomu, od kterého je obtížně odlišitelný. V CT obraze se benigní i maligní ložisko prezentuje jako cystický útvar s více dutinami, které jsou odděleny septy, a stěnou tvořenou fibrózní kapsulou. Cystadenom má tenčí, hladká septa a méně tlustou, pravidelnou stěnu. Naopak cystadenokarcinom má obvykle silnější, nodulární septa a tlustší, nepravidelnou, hůře ohraničenou stěnu. V postkontrastním zobrazení se však vnější stěna u obou variant sytí velmi podobně. U cystadenomu jsou septa častěji hypovaskularizovaná, takže obraz výrazně se sytících nodulárních sept a tlustých, nepravidelných stěn svědčí spíše pro diagnózu cystadenokarcinomu. U obou forem tumoru může být rovněž přítomno intracystické krvácení nebo drobné kalcifikace, tyto atributy však mohou být pozorovány také u komplikovaných hemoragických cyst, takže jejich diferenciálně diagnostická hodnota je sporná (Del Poggio, Buonocore, 2008, s. 3616-3617). Jelikož ve většině případů CT nebo

jiné zobrazovací metody nejsou schopny přinést jednoznačný závěr o benigním nebo maligním charakteru ložiska, jsou obě varianty tumoru primárně indikovány k chirurgické resekcii (Mortelé, Peters, 2009, s. 375).

Epiteloidní hemangioendoteliom jater

Epiteloidní hemangioendoteliom (EHE), který byl poprvé popsán v roce 1982, je vzácný maligní tumor vaskulárního původu. Kromě jater může vznikat také v plicích, kostech, měkkých tkáních, mozku nebo tenkém střevu. Jeho maligní potenciál je hodnocen jako nízký až střední (Lin, Ji, 2010, s. 154). Nádor se většinou vyskytuje v dospělém věku, s vrcholem incidence mezi 30. a 40. rokem života. Ženy jsou postiženy častěji než muži, a to v poměru 3:2 (Chen et al., 2011, s. 3546). Histologicky je EHE tvořen dendritickými a epiteloidními buňkami. Makroskopicky byly popsány dvě varianty hepatálního EHE: multifokální a difúzní. Solitární ložisko je velmi vzácné. Multifokální typ nádorové infiltrace je pozorován v raných fázích onemocnění, každé z oddělených ložisek může dosahovat rozměrů 0,5-12 cm. Později v důsledku růstu dochází ke splynutí jednotlivých uzlů a vzniku difúzní infiltrace (Lyburn et al., 2003, s. 1360). V případě multifokálního typu infiltrace jsou ložiska převážně lokalizována periferně, často dosahují okraje jater, kde mohou způsobovat retrakce kapsuly. Menší počet ložisek EHE také může obsahovat intratumorální kalcifikace (Jang et al., 2009, s. 281). Při nativním CT vyšetření obvykle vidíme nehomogenně hypodenzní mnohočetná ložiska, která mají ve srovnání s okolním parenchymem mírně hypodenzní prstencovitý okraj a výrazněji hypodenzní střed. Některá ložiska mohou mít tendenci splývat do větší masy. Rovněž mohou být viditelné retrakce kapsuly nebo kalcifikace. Postkontrastně se v arteriální fázi nejčastěji slabě sytí okraje ložisek. V portálně-venózní fázi vykazují všechna ložiska různý stupeň syčení, některá dosahují až izodenzity s okolním jaterním parenchymem. Přibližně u poloviny ložisek se v této fázi výrazně sytí jejich periferní část, která

je vně lemována hypodenzní linií, uvnitř je potom rovněž hypodenzní střed. Hovoříme o tzv. terčovitém vzhledu ložiska (Lin, Ji, 2010, s. 156).

2.1.3. SEKUNDÁRNÍ LOŽISKOVÉ PROCESY JATER

Metastázy jsou nejběžnějšími maligními procesy jater, představují přibližně 90% všech zhoubných novotvarů tohoto orgánu. Vzhledem k bohatému krevnímu zásobení jsou játra jednou z nejčastějších lokalit metastazování primárních nádorů. Kromě tohoto hematogenního šíření, které převažuje, se mohou metastázy do jater dostávat také lymfogenní cestou nebo přímým prorůstáním (Válek et al., 2006, s. 154). Třeška et al. uvádí, že hlavním primárním tumorem, který metastazuje do jater, je kolorektální karcinom. Metastázy jiných primárních tumorů, tzv. nekolorektální jaterní metastázy, tvoří podstatně menší část sekundárních ložiskových procesů jater. Patří mezi ně nejčastěji metastázy karcinomu prsu a karcinoidu, dále pak renálního karcinomu, gynekologických nádorů, karcinomu plic, gastrointestinálního stromálního tumoru, karcinomu jícnu, žaludku, pankreatu, zhoubného melanomu, testikulárních nádorů a dalších. Nádory gastrointestinálního traktu metastazují do jater především cestou portálního oběhu. Ostatní nádory se šíří zejména systémovým oběhem a s tím souvisí jejich možná diseminace i v jiných orgánech (Třeška et al., 2010, s. 202, 203). Obecně se metastázy do jater prezentují nespecifickým vzhledem. Často se jedná o vícečetná ložiska různé velikosti, někdy může být ložisko solitární. Ložiska mohou mít expanzivní nebo infiltrativní charakter, solidní nebo cystickou strukturu. Kalcifikace jsou poměrně vzácné a jsou častěji asociovány např. s hlenotvorným adenokarcinomem kolorekta. Difúzní metastatická infiltrace jater je častá u karcinomu prsu nebo melanomu. V případě cystické struktury metastáz může být příčinou jednak cystický charakter primárního tumoru, jednak cystická, příp. nekrotická přeměna, která je typická pro sekundarity původem ze sarkomů nebo neuroendokrinních tumorů (Jang et al., 2009, s. 278, 279). Podle kritéria

vaskularizace můžeme jaterní metastázy rozdělit do dvou skupin. Hypovaskularizované tvoří většinu a jejich nejběžnějšími případy jsou metastázy karcinomu kolorekta, plic, prsu nebo žaludku. Hypervaskularizované metastázy pocházejí nejčastěji z neuroendokrinních nádorů (karcinoid, feochromocytom), renálního karcinomu, melanomu, karcinomu štítné žlázy apod. (Kamaya et al., 2009, s. 404).

CT vyšetření jater pro detekci eventuálních metastáz je nejčastěji používanou zobrazovací metodou v rámci stagingu primárních malignit (Jang et al., 2009, s. 279). Při nativním CT se metastázy mohou zobrazovat jako hypodenzní, neostře ohraničená a někdy také nehomogenní ložiska. Hypovaskularizované metastázy se v portálně-venózní fázi CT sytí méně než jaterní parenchym, zobrazují se hypodenzně. Typickým obrazem v této fázi je také vyšší syčení blízkého okolí ložiska, vytvářející tzv. terčovitý vzhled. Naproti tomu hypervaskularizované metastázy se sytí během arteriální fáze, jsou více zřetelné, v pozdějších fázích se v různé intenzitě projevuje efekt vymývání kontrastní látky („washout“). U hypervaskularizovaných metastáz menších než 15 mm může docházet v arteriální fázi k velmi rychlému vysycení celého ložiska, což komplikuje odlišení od tzv. „flash-filling“ hemangiomu, který se chová stejně. Nicméně oba typy ložisek poskytují odlišný obraz v následných postkontrastních fázích. Zatímco hemangiomy mají tendenci během portálně-venózní fáze zůstat vysycené, u hypervaskularizovaných metastáz dochází většinou k vymývání kontrastu. Další vlastností, která pomáhá odlišit maligní ložisko od benigního, může být obraz „periferního washoutu“. Maligní ložiska mají sklon v opožděných fázích vyšetření vymývat kontrastní látku z periferie, v CT obraze můžeme pozorovat terčovitý vzhled, kdy relativně hypodenzní vnější část ložiska lemuje hyperdenzní střed. Tento terčovitý vzhled je uváděn jako vysoce specifický znak pro hypervaskularizované metastázy, není však dostatečně senzitivní, tzn. že jeho nepřítomnost nevyklučuje maligní povahu ložiska (Kamaya et al., 2009, s. 404). Některé jaterní metastázy mohou mít cystický vzhled. Často jde o sekundární malignity pacientů s hlenotvorným adenokarcinomem kolorekta, ovariálním karcinomem nebo lymfomem. Druhou skupinu tvoří metastázy s velmi rychlým

růstem, který vede až k nekróze a cystické přeměně, typickými příklady jsou hypervaskularizované metastázy z neuroendokrinních nádorů, sarkomů, melanomů a určitých typů karcinomů prsu a plic (Mortelé, Peters, 2009, s. 375). Postkontrastní CT vyšetření cystických metastáz poskytuje obraz výrazného sycení periferních viabilních tkání, které jsou neostře ohraničeny (Mortelé, Ros, 2001, s. 904).

U větších metastáz se v rámci degenerativních změn může vyvíjet hyalinizace a kalcifikace. Metastázy rovněž ovlivňují vaskularizaci okolní jaterní tkáně, což může zapříčinit steatózu (Válek et al., 2006, s. 154). Přestože se metastázy v portálně-venózní nebo odložené fázi zobrazují většinou hypodenzně, případná intratumorózní fibróza může zapříčinit sycení menších okrsků ložisek v pozdních fázích postkontrastního vyšetření. Problematický při CT jater bývá nález drobných hypodenzních ložisek u onkologických pacientů. Srovnáním dřívější studie, která byla prováděna na jednodetektorovém spirálním CT, s výsledky studie za pomoci multidetektorového CT (MDCT) bylo zjištěno, že zatímco se vlivem kolimace tenčí než 5 mm obecně zvýšila detekce malých hypodenzních ložisek jater, žádné zvýšení detekce nebylo pozorováno v případě malých metastáz. Zdokonalování CT techniky tedy umožňuje lepší zobrazení drobných benigních lézí jater, u drobných metastáz detekce není možná ani v případě velmi tenkých vrstev (Jang et al., 2009, s. 279, 281). Mainenti et al. rovněž zmiňuje diskutabilitu tloušťky vrstvy pod 5 mm při CT jater v rámci stagingu kolorektálního karcinomu. Přestože MDCT přístroje umožňují lepší prostorové rozlišení a snižují „partial volume effect“, nejsou schopny zvýšit senzitivitu metody u jaterních metastáz o průměru 15 mm a menších (Mainenti et al., 2009, s. 516).

2.1.4 BENIGNÍ LOŽISKOVÉ PROCESY JATER

Hemangiom

Hemangiom představuje přibližně 78% všech benigních tumorů jater a po metastázách se jedná o druhé nejčastější nádorové onemocnění jater vůbec (Ehrmann, Hůlek et al., 2010, s. 71). Postihuje až 7% populace, s výrazně vyšším výskytem u žen, zejména mladých. Jako jeden z etiologických faktorů je uváděn vliv estrogenů. Drtivá většina hemangiomů je asymptomatická a nevyžaduje žádný léčebný zásah, neboť prakticky nejsou známa žádná rizika maligní transformace. U větších ložisek však může dojít k ruptuře a následnému krvácení, nejčastěji během traumatu. Hemangiomy jsou tvořeny různě dilatovanými cévními kanálky, vystlanými vrstvou endotelu. Tyto kanálky jsou obklopeny fibrózním stromatem (Kamaya et al., 2009, s. 397). Podle šíře kanálků můžeme hemangiomy rozdělit na kapilární, které mají obvykle velikost do 2 cm, dále kavernózní a smíšené. Při dlouhodobém sledování může v některých případech docházet ke změně vnitřní struktury nebo i celkovému růstu ložiska, většinou se však velikost tumoru nemění (Ehrmann, Hůlek et al., 2010, s. 71). S šíří kanálků souvisí rychlost sycení ložiska kontrastní látkou. U kavernózních hemangiomů s velkými vaskulárními prostory dochází k pomalému plnění kontrastem, naopak rychle se opacifikují kapilární hemangiomy s poměrně malými vaskulárními prostory a rozsáhlejším intersticiem (Jang et al., 2009, s. 266). V 90% případů se jaterní hemangiom vyskytuje jako solitární ložisko, obvykle o průměru menším než 4 cm (Kamaya et al., 2009, s. 398).

Multifázové CT vyšetření je v dnešní době běžně používanou metodou v diagnostice jaterního hemangiomu. Následuje většinou po ultrasonografickém vyšetření s nálezem ložiska, které nemá typické rysy hemangiomu, a to zejména v případě pacientů s pozitivní onkologickou anamnézou. V nativním CT obraze se hemangiom typicky zobrazuje jako hypodenzní ložisko s nepravidelnými okraji. U velkých lézí můžeme příležitostně pozorovat centrální nekrózu a dystrofické

kalcifikace (Alobaidi, Shirkhoda, 2004, s. 240, 241). Malá ložiska často není možno diferencovat od jaterních cyst před aplikací kontrastní látky. Klasický obraz sycení hemangiomu během jednotlivých postkontrastních fází je vysoce charakteristický. V arteriální fázi dochází k nodulárnímu, nespojitému sycení periferie ložiska, vysycené noduly mají stejnou denzitu jako aorta. V následných fázích postupuje sycení kontrastní látkou směrem do středu ložiska. Typický hemangiom může být v portálně-venózní fázi rovnoměrně hyperdenzní, což obvykle přetrvává do pozdních fází vyšetření. Existují však i varianty nádoru s odlišným průběhem sycení. Malé, tzv. „flash-filling“ hemangiomy (o průměru do 2 cm) mají tendenci k homogennímu vysycení celého ložiska již během arteriální fáze. Jinou skupinu tvoří velmi velké hemangiomy, často dosahující průměru i přes 10 cm. Jsou hyalinizované, s nesyťícími se centrálními jizvami. Tyto léze, nazývané také „sklerózující hemangiomy“, se prezentují pouze periferním a často nevýrazným sycením v pozdních fázích vyšetření (Kamaya et al., 2009, s. 398). K otázce denzity typického hemangiomu v pozdních fázích CT vyšetření zmiňují jiní autoři pouze nepatrnou hyperdenzitu nebo izodenzitu ložiska, v porovnání s okolním parenchymem (Alobaidi, Shirkhoda, 2004, s. 241). Válek et al. popisuje souvislost denzity syťících se hemangiomů s denzitou příslušné cévy dle fáze vyšetření. Udává, že hemangiom se v arteriální fázi syťí stejně jako jaterní tepna, v portální fázi jako portální žíla a ve venózní fázi jako jaterní žíly, bez ohledu na denzitu okolního jaterního parenchymu (Válek et al., 2006, s. 115, 116). Přestože je tato vlastnost hemangiomů široce publikována v odborné literatuře a je považována za další kritérium při diferenciaci jaterních lézí, některé studie ji rozporují. Oto et al., ve shodě s dřívější studií Kima et al., došel k závěru, že ve většině případů nelze hovořit o stejné denzitě jednotlivých syťících se nodulů v rámci jednoho ložiska. Kvantitativní analýzou bylo dále zjištěno, že průměrná odchylka mezi denzitou hemangiomu a příslušné cévy byla v arteriální fázi 204 HU, v portálně-venózní fázi potom 37-47 HU (Oto et al., 2010, s. 383, 385).

Fokální nodulární hyperplazie

Jedná se o druhý nejčastější benigní tumor jater, některými autory je označován jako pseudotumor. Tvoří asi 8% všech primárních jaterních nádorů (Ehrmann, Hůlek et al., 2010, s. 71). Prevalence tohoto onemocnění, zjištěná při pitvách, je přibližně 0,9%. Postihuje převážně ženy, nejčastěji ve třetí nebo čtvrté dekádě života, s predominancí 8:1 proti mužům. Ačkoliv nebyl nikdy prokázán vztah mezi užíváním perorálních kontraceptiv a vznikem fokální nodulární hyperplazie (FNH), estrogény obsažené v hormonální antikoncepci mohou růst FNH podporovat. Mikroskopicky se skládá z abnormálně uspořádaných, hyperplastických (nenádorových) hepatocytů na pozadí normálního jaterního parenchymu. Pravděpodobně se jedná o hyperplastickou reakci na zvýšený arteriální průtok v místě vrozené nebo získané cévní malformace (Kamaya et al., 2009, s. 387, 388). V centru FNH se nachází jizva, která obsahuje cévy a drobné žlučovody. Tyto žlučovody nekomunikují se žlučovým stromem. Struktura FNH je homogenní, nebývají přítomny nekrózy nebo hemoragie (Ehrmann, Hůlek et al., 2010, s. 71). Velikost tumoru je obvykle do 5 cm. Většinou jde o solitární ložisko, pouze ve 20% případů je nádor mnohočetný. Nevyskytuje se v terénu jaterní cirhózy a nemá pouzdro. Terapeutický zásah není nutný, neboť nedochází k maligní degeneraci, a přestože se jedná o hypervaskularizovaný tumor, nehrozí zvýšené riziko krvácení (Válek et al., 2006, s. 95).

V nativním CT obraze je FNH homogenní, izodenzní nebo mírně hypodenzní, ve srovnání s normálním jaterním parenchymem. V případě steatózy se v důsledku nízké denzity ztukovatěných jater může jevit jako hyperdenzní. Kalcifikace se vyskytují raritně (van den Esschert et al., 2010, s. 48). Asi ve 20% případů může být při nativním CT viditelná centrální jizva. V arteriální fázi dochází k okamžitému a velmi výraznému sycení ložiska, s výjimkou centrální jizvy, u které probíhá pozdní sycení, a to v důsledku hojné přítomnosti myxomatózního stromatu. V portálně-venózní fázi dochází k rychlému snížení hyperdenzity, ložisko se v porovnání s normálně se sytícím parenchymem stává

mírně hyperdenzní nebo izodenzní, v ojedinělých případech můžeme pozorovat mírnou hypodenzitu („washout“). Centrální jizva je v této fázi hypo- nebo izodenzní. V pozdní fázi je ložisko izodenzní, a protože se kontrast ze stromatu v centrální jizvě vymývá pomaleji než z jaterního parenchymu, zůstává jizva hyperdenzní (Mortelé et al., 2000, s. 689). Centrální jizva nemusí být viditelná, pokud je ložisko malé. V tomto případě se FNH zobrazuje jako nespecifický, homogenně se sytící uzel (Jang et al., 2009, s. 269). V rámci studie, která hodnotila třífázová CT vyšetření histologicky potvrzených FNH, byla centrální jizva detekována u 65% ložisek, konkrétněji u 29% ložisek <3 cm a 82% ložisek >3 cm (van den Esschert et al., 2010, s. 48). Vzácně může být FNH obklopena pseudokapsulou, která se v arteriální fázi zobrazuje jako hypodenzní lem, během pozdní fáze je naopak mírně hyperdenzní. Nejedná se však o pravé vazivové pouzdro, které je typické např. pro HCC. Jde nejčastěji o pasivní zahušťování okolního jaterního stromatu, které je reakcí na útlak vyvolaný pomalu rostoucím tumorem. V tomto případě je pseudopouzdro fibrózní, silné a hyalinní. V jiných případech se ve skutečnosti jedná pouze o stlačené cévní struktury v okolí ložiska (Mortelé et al., 2000, s. 691, 692).

Hepatocelulární adenom

Hepatocelulární adenom (HA) je poměrně vzácný primární tumor jater benigního charakteru, u kterého však existuje malé riziko maligní transformace v HCC. Byla prokázána významná souvislost mezi užíváním perorální kontracepce a vznikem HA, proto se tento nádor vyskytuje nejčastěji u mladých žen. Zatímco roční incidence případů HA u pacientek, které v minulosti neužívaly perorální antikoncepci, je přibližně 1 : 1 milionu, při užívání antikoncepce tento poměr stoupá na 30-40 : 1 milionu. V případě vysazení antikoncepce může HA zmizet. Dalším rizikovým faktorem vzniku HA je užívání anabolických steroidů, vyšší výskyt je pozorován také u pacientů s glykogenózou I. typu (Kamaya et al., 2009, s. 390). Mikroskopicky je nádor tvořen lehce atypickými hepatocyty, které

jsou větší než normální hepatocyty a obsahují velké množství glykogenu a tuku. Nejsou přítomny žlučovody, žluč se často hromadí v intersticiu nebo v samotných jaterních buňkách. Makroskopicky se HA vyskytuje nejčastěji jako solitární ložisko (70-80% případů). Může mít velikost od <1 cm po >15 cm, obvykle kolem 5 cm v průměru. Vazivová kapsula zpravidla chybí nebo je neúplná (Grazioli et al., 2001, s. 879). U přibližně 50% HA, zejména větších rozměrů, dochází k spontánní hemoragii, která v případě ruptury ložiska může ohrožovat život pacienta. Toto riziko, spolu s možným rizikem maligní degenerace, indikuje HA k chirurgickému řešení (Lim et al., 2002, s. 698).

V rámci CT vyšetření je někdy obtížné odlišit HA od FNH, která prakticky nevyžaduje žádnou léčbu. Oba typy ložisek se vyskytují nejčastěji u žen v reprodukčním věku. Při nativním vyšetření se HA zobrazuje jako hypodenzní, dobře ohraničené, někdy opouzdřené (v 30%), homogenní nebo heterogenní ložisko. Případná heterogenita souvisí s přítomností tukových, hemoragických nebo nekrotických oblastí uvnitř tumoru. Kalcifikace se vyskytují zřídka, a to obvykle v cystických oblastech, které se tvoří v místech nekrózy nebo staršího krvácení. V arteriální fázi CT se menší ložiska HA rychle sytí a stávají se hyperdenzními. Přibližně v 80% případů dosahují homogenní nebo téměř homogenní hyperdenzity. Větší ložiska se častěji sytí heterogenně a jejich CT obraz je méně specifický (Grazioli et al., 2001, s. 884, 886). V portálně-venózní fázi a pozdní fázi vyšetření se ložisko stává téměř izodenzní s okolními játry. V případě jaterní steatózy se HA může zobrazit hyperdenzně ve všech fázích vyšetření (Kamaya et al., 2009, s. 392). Přestože CT obraz nekomplikovaného HA může být velmi podobný obrazu FNH, ložisko HA neobsahuje centrální jizvu, která se naopak často zobrazuje v případě FNH. Kvantitativní analýzou bylo rovněž zjištěno, že během arteriální fáze se FNH sytí homogenněji a výrazněji nežli HA (van den Esschert, 2010, s. 48).

Cysty

Jaterní cysty patří mezi běžné benigní léze, s prevalencí v populaci vyšší než 2,5%. Častěji se vyskytují u žen a jejich detekce je téměř vždy náhodná. Jedná se o duté patologické útvary, které jsou vyplněny tekutinou. Cysty neparazitárního původu ohraničuje téměř nezatelná stěna, tvořená jednovrstevným kuboidním epitelem a tenkou vrstvou fibrózního stromatu (Mortelé, Peters, 2009, s. 368). Podle různých kritérií můžeme cysty rozdělit na solitární a mnohočetné, neparazitární a parazitární, biliární, vrozené a jiné. Převážná většina cyst nevyžaduje terapeutický zásah. Výjimku tvoří pouze cysty parazitární nebo symptomatické (Ehrmann, Hůlek et al., 2010, s. 413).

V nativním CT obraze můžeme pozorovat dobře ohraničené, homogenní, hypodenzní ložisko, příp. více ložisek. Po aplikaci kontrastní látky nedochází k syčení stěny ani obsahu ložiska. Hodnota denzity se pohybuje v rozmezí 0-20 HU. Solitární komplexní cysty se vyskytují ojediněle, obsahují vnitřní septa nebo kalcifikace stěny. V případě intracystického krvácení může být ztíženo odlišení cysty od cystického nádoru, neboť dojde ke zvýšení denzity ložiska až na 50 HU (Mortelé, Peters, 2009, s. 368). Cysty jsou častěji mnohočetné a malé, průměrná velikost bývá kolem 1 až 2 cm, mohou však dosahovat velikosti až několika desítek centimetrů. Specifickým onemocněním je autosomálně dominantně dědičná polycystóza ledvin, při které jsou ve více než 50% případů přítomny mnohočetné cysty také v játrech, případně ve slinivce, slezině a ováriích. Tyto cysty se vývojově ani patologicky neliší od prostých cyst, liší se však počtem. Příkladem parazitární cysty je Echinokoková cysta, která má nejčastěji velikost kolem 5 cm, může však dorůst gigantických rozměrů 40-50 cm. Oproti jiným cystám dochází postkontrastně k syčení stěny, která často obsahuje kalcifikace. V některých případech je také přítomna centrální nekróza a četné kavitace, vzhled ložiska proto může napodobovat HCC nebo větší hemangiom (Alobaidi, Shirkhoda, 2004, s. 239-251). Biliární cysty, postihující pouze intrahepatální žlučový strom, jsou vzácné. Jsou známy pod názvem Caroliho nemoc. Vzhledem

k tomu, že představují prekancerózu a jsou spojeny s tvorbou žlučových kamenů, jsou indikovány k chirurgickému řešení (Ehrmann, Hůlek et al., 2010, s. 413, 414).

Další benigní ložiskové procesy

Benigní mezenchymální nádory s obsahem tuku zahrnují lipom a také kombinované nádory, jako jsou myolipom, angiolipom apod. Jedná se o velmi vzácné nádory bez rizika maligní transformace. Jelikož téměř polovina z nich obsahuje méně než 10% tuku, bývá jejich detekce obtížná (Válek et al. 2006, s. 138). Jaterní absces je v 85-90% pyogenního typu. Jedná se o dutinu vyplněnou hnisem, která vzniká destrukcí jaterního parenchymu působením infekce a zánětu. Dutina je ohraničena pyogenní membránou. CT obraz je závislý na stupni vývoje abscesu a u velkých lézí je značně variabilní. Postkontrastně se zobrazuje hypodenzní, dobře ohraničené ložisko s jemnými okraji, ale také komplexní ložisko se septy a nepravidelnými konturami. Někdy dochází k sycení lemu ložiska. Asi u čtvrtiny abscesů je přítomen plyn, který je specifickým nálezem (Mortelé, Peters, 2009, s. 376). Mezi další benigní ložiskové procesy, které jsou poměrně vzácné, patří nodulární regenerativní hyperplázie, leiomyom, solitární fibrózní tumor, endometrióza a benigní biliární tumory (biliární cystadenom, biliární duktální adenom, biliární papilomatóza a biliární mikrohamartom). Vaskulární pseudoléze jater zahrnují několik typů. Arterioportální nebo arteriovenózní malformace (kongenitální) a arterioportální fistuly (kongenitální nebo získané) umožňují částečnou redistribuci krevního toku z arteriálního do venózního řečiště. Příčinou je vysoký rozdíl tlaků v obou systémech. V arteriální fázi CT vidíme dočasně hyperdenzní oblast trojúhelníkového nebo klínovitého tvaru a dále opacifikaci části portálně-venózního řečiště bez sycení přítoků portální žíly (v. splenica a v. mesenterica superior). Mezi další vaskulární pseudoléze patří intrahepatální cévní obstrukce (komprese, stenózy, okluze), „steal fenomén“ u hypervaskularizovaných tumorů (odsávání krve z okolního

parenchymu na základě efektu sifonu) a hereditární hemoragická teleangiektázie, známá jako „morbus Osler-Weber-Rendu“ (Tian, Zhang, 2006, s. 3266-3269). Skupina parenchymových pseudolézí zahrnuje především fokální steatózu nebo zánětlivý pseudotumor jater.

2.2 PERSPEKTIVNÍ METODY V CT DIAGNOSTICE ONEMOCNĚNÍ JATER

2.2.1 PERFUZNÍ CT JATER

Perfuzní CT (PCT) je poměrně mladá metoda, která kromě morfologických informací o vyšetřovaném orgánu přináší zejména informace funkční. Přestože její teoretický základ byl položen již nedlouho po zavedení výpočetní tomografie do klinické praxe, svého praktického využití v humánní medicíně se dočkala až s rozvojem moderních multidetektorových CT přístrojů. Za normálních okolností přitéká do jater přibližně 75% krve cestou portální žíly a 25% cestou jaterní tepny. Při růstu tumoru dochází v důsledku zvýšené spotřeby kyslíku k neoangiogenezi, která spolu s dalšími faktory ovlivňuje průtok krve v arteriálním a portálním řečišti a mění jejich vzájemný poměr. Tyto hemodynamické změny můžeme pozorovat nepřímo, pomocí měření změn perfuzních parametrů při kontrastním CT (Jiang et al., 2008, s. 499). Mezi perfuzní parametry patří průtok krve, objem krve, střední tranzitní čas, čas do maximálního nasycení, permeabilita, arteriální perfuze, portální perfuze a jaterní perfuzní index. Stanovení hodnot perfuzních parametrů probíhá měřením změn denzity vyšetřované tkáně během prvního cirkulačního cyklu rychle aplikovaného bolusu kontrastní látky. Je přitom využito lineárního vztahu mezi koncentrací kontrastní látky a denzitou. Hodnoty denzity jater a jejich změny v čase jsou softwarově porovnávány s denzitami aorty, portální žíly a sleziny. Výstupem vyšetření jsou potom barevné mapy orgánu a číselné údaje. Srovnávací studie standardního CT a PCT vyšetření prokázaly významné zvýšení senzitivity a specificity modalit v případě PCT. Například při detekci metastáz kolorekta podle jedné ze studií vzrostla senzitivita vyšetření z 86% na 97,3%. PCT také umožňuje detekci mikrometastáz, které nelze zobrazit jinou metodou. Nevýhodou této metody je zvýšená radiační zátěž, asi 3-10x při

porovnání se standardním CT, kterou lze však částečně eliminovat snížením expozičních parametrů a počtu skenovacích cyklů (Mírka et al., 2010, 282-283).

2.2.2 DUAL- ENERGY CT

Jedná se o CT vyšetření s využitím dvou energií rentgenového záření. Pro tuto metodu se používá dual-source CT přístroj (DSCT), který obsahuje dvě ortogonálně umístěné soustavy rentgenka-detektor. Každá rentgenka emituje jinou energii záření, nejčastěji se používají anodová napětí 80 kV a 140 kV. Akvizice dat o absorpci obou energií záření v určitém vyšetřovaném objemu probíhají současně a tím jsou eliminovány pohybové artefakty (Zhang et al., 2010, s. 2257). Principem metody je odlišná absorpce záření s nižší a vyšší energií v určité tkáni. Zatímco v měkkých tkáních se obě absorpce příliš neliší a jsou relativně nízké, ve tkáních s přítomností atomů s vysokým atomovým číslem se rozdíl výrazně zvyšuje. Analýzou tohoto rozdílu je potom možno provést fyzikálně-chemický rozbor vyšetřovaného objektu. Nejpokročilejší aplikací dual-energy CT (DECT) je v současnosti analýza koncentrace vápníku a jódu. Jód jako složka kontrastních látek v CT diagnostice má oproti jiným atomům zcela odlišnou absorpční křivku. Absorpce záření u tohoto prvku prudce stoupá při energii kolem 50 keV, která přibližně odpovídá průměrné energii záření při anodovém napětí 80 kV. Tato výjimečná vlastnost jódu umožňuje detekovat a kvantifikovat jeho přítomnost v jednotlivých voxelích. Densita určitého voxelu je rozdělena na tři materiálové složky, kdy jednu složku představuje jód a dvě náleží komponentám, které jsou v dané oblasti nejběžnější. V případě jater jsou to měkké tkáně a tuk, jejichž rozdíly densit při jednotlivých energiích záření jsou známy a jsou relativně stabilní. Analýzou naměřených dat je potom možno zjistit, jaká část celkové density voxelu přísluší jódu a jaká část vlastní vyšetřované tkáni. Tato skutečnost umožňuje zrekonstruovat tzv. virtuální nativní zobrazení tkáni, které nahrazuje klasické nativní vyšetření a tím redukuje dávku záření pro pacienta. Rovněž lze získat mapu virtuální perfuze tkáně, podle které můžeme hodnotit stupeň její

vaskularizace. V oblasti jater má proto metoda DECT perspektivu zejména v detekci ložisek, která mají postkontrastně podobnou denzitu s parenchymem, typicky hypovaskularizované metastázy ve steatotickém terénu (Ferda et al., 2008, s. 11-21).

3 ZÁVĚR

Výpočetní tomografie je v současné době běžně dostupnou zobrazovací metodou a představuje rychlý a efektivní způsob detekce ložiskových procesů jater. V důsledku dvojího krevního zásobení jater probíhá perfuze kontrastní látky komplikovaněji než v případě jiných parenchymatózních orgánů. Fáze arteriálního sycení, portálně-venózního sycení a ekvilibria umožňují snadnější diferenciaci jednotlivých typů jaterních lézí podle jejich charakteristických znaků. Jedná se zejména o změnu relativní denzity ložiska v čase. Z toho vyplývá nezbytnost provádění postkontrastního CT vyšetření jater v několika fázích, optimálně ve třech. Alternativou intravenózní aplikace kontrastní látky je invazivní metoda selektivního nástřiku jaterní tepny nebo portální žíly, v tomto případě dochází k významnému zvýšení senzitivity a specificity CT vyšetření. Perfuzní CT je perspektivní metoda, která je schopna zobrazit funkci orgánu na základě kvantifikace hemodynamických změn, např. v místě tumorózní angiogeneze. Metodou dual-energy CT lze postkontrastně rozlišit denzitu příslušející jódu v kontrastní látce a denzitu příslušející vlastní tkáni. To umožňuje provést např. virtuální nativní zobrazení, které redukuje radiační zátěž, nebo virtuální perfuzi jater.

V praxi je důležité zejména správné určení benigního nebo maligního potenciálu ložiska. Falešně pozitivní výsledek může provokovat k chirurgické intervenci a tím vést k poškození pacienta. Úkolem radiologického asistenta je naplánování a precizní provedení CT vyšetření jater tak, aby obrazový výstup umožnil lékaři v rámci diferenciálně diagnostické rozvahy co možná nejpřesnější charakterizaci ložiska. Z tohoto důvodu je nezbytné, aby radiologický asistent ovládal metodiku multifázového CT vyšetření a měl základní znalosti o typickém obrazu jednotlivých ložiskových procesů jater.

4 BIBLIOGRAFICKÉ ZDROJE

1. Alobaidi M, Shirkhoda A. Benign focal liver lesions: discrimination from malignant mimickers. *Current problems in diagnostic radiology* 2004; 33(6):239-253.
2. Asayama Y, Yoshimitsu K, Irie H, Tajima T, Nishie A, Hirakawa M, Nakayama T, Kakihara D, Taketomi A, Aishima S, Honda H. Delayed-phase dynamic CT enhancement as a prognostic factor for mass-forming intrahepatic cholangiocarcinoma. *Radiology* 2006; 238(1):150-155.
3. Bohatá Š, Pavlík T, Chlumská D, Válek V. Přínos kontrastního ultrazvukového vyšetření v diferenciální diagnostice ložiskových procesů jater. *Česká radiologie* 2010; 64(1):11-19.
4. Boll DT, Merkle EM. Diffuse liver disease: strategies for hepatic CT and MR imaging. *Radiographics* 2009; 29(6):1591-1614.
5. Bonaccorsi-Riani E, Lerut JP. Liver transplantation and vascular tumours. *Transplant international* 2010; 23(7):686-691.
6. Del Poggio P, Buonocore M. Cystic tumors of the liver: a practical approach. *World journal of gastroenterology* 2008; 14(23):3616-3620.
7. Ehrmann J, Hůlek P, et al. *Hepatologie*, 1. vydání. Praha: Grada Publishing 2010; 590 s.
8. van den Esschert JW, van Gulik TM, Phoa SS. Imaging modalities for focal nodular hyperplasia and hepatocellular adenoma. *Digestive surgery* 2010; 27(1):46-55.
9. Ferda J, Flohr T, Kreuzberg T. Zobrazení tkání výpočetní tomografií s duální energií záření - první zkušenosti z klinického využití. *Česká radiologie* 2008; 62(1):11-22.
10. Grazioli L, Federle MP, Brancatelli G, Ichikawa T, Olivetti L, Blachar A. Hepatic adenomas: imaging and pathologic findings. *Radiographics* 2001; 21(4):877-894.

11. Chan R, Kumar G, Abdullah B, Ng Kh, Vijayanathan A, Mohd Nor H, Liew Y. Optimising the scan delay for arterial phase imaging of the liver using the bolus tracking technique. *Biomedical imaging and intervention journal* 2011;7(2):e12.
12. Chen Y, Yu RS, Qiu LL, Jiang DY, Tan YB, Fu YB. Contrast-enhanced multiple-phase imaging features in hepatic epithelioid hemangioendothelioma. *World journal of gastroenterology* 2011;17(30):3544-3553.
13. Chen LD, Xu HX, Xie XY, Lu MD, Xu ZF, Liu GJ, Liang JY, Lin MX. Enhancement patterns of intrahepatic cholangiocarcinoma: comparison between contrast-enhanced ultrasound and contrast-enhanced CT. *The British journal of radiology* 2008;81(971):881-889.
14. Chim CS, Choy C, Ooi GC, Liang R. Primary hepatic lymphoma. *Leukemia & lymphoma* 2001;40(5-6):667-670.
15. Chung YE, Kim MJ, Park YN, Choi JY, Pyo JY, Kim YC, Cho HJ, Kim KA, Choi SY. Varying appearances of cholangiocarcinoma: radiologic-pathologic correlation. *Radiographics* 2009;29(3):683-700.
16. Iwazawa J, Ohue S, Hashimoto N, Abe H, Hamuro M, Mitani T. Detection of hepatocellular carcinoma: comparison of angiographic C-arm CT and MDCT. *American journal of roentgenology* 2010;195(4):882-887.
17. Jang HJ, Yu H, Kim TK. Imaging of focal liver lesions. *Seminars in roentgenology* 2009; 44(4):266-282.
18. Jiang HJ, Zhang ZR, Shen BZ, Wan Y, Guo H, Shu SJ. Functional CT for assessment of early vascular physiology in liver tumors. *Hepatobiliary & pancreatic diseases international* 2008; 7(5):497-502.
19. Kamaya A, Maturen KE, Tye GA, Liu YI, Parti NN, Desser TS. Hypervascular liver lesions. *Seminars in ultrasound, CT, and MR* 2009;30(5):387-407.
20. Kim SJ, Lee JM, Han JK, Kim KH, Lee JY, Choi BI. Peripheral mass-forming cholangiocarcinoma in cirrhotic liver. *American journal of roentgenology* 2007;189(6):1428-1434.

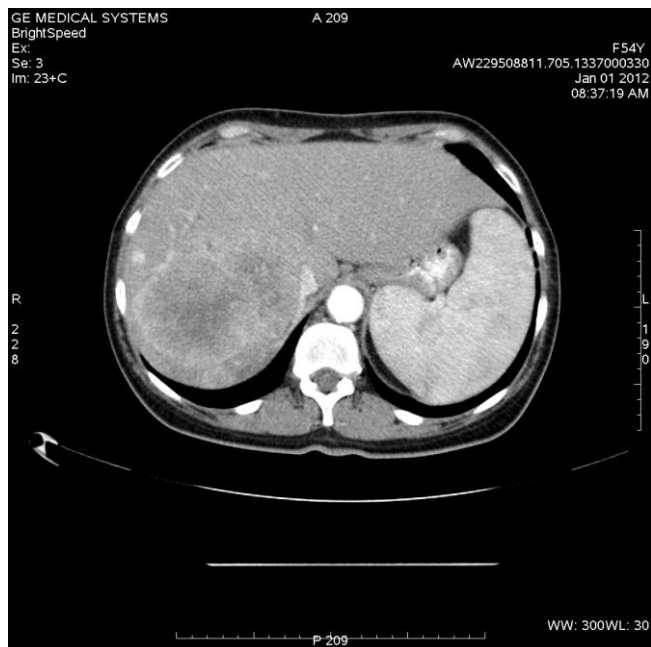
21. King SJ, Babyn PS, Greenberg ML, Phillips MJ, Filler RM. Value of CT in determining the resectability of hepatoblastoma before and after chemotherapy. *American journal of roentgenology* 1993;160(4):793-798.
22. Lim AK, Patel N, Gedroyc WM, Blomley MJ, Hamilton G, Taylor-Robinson SD. Hepatocellular adenoma: diagnostic difficulties and novel imaging techniques. *The British journal of radiology* 2002;75(896):695-699.
23. Lin J, Ji Y. CT and MRI diagnosis of hepatic epithelioid hemangioendothelioma. *Hepatobiliary & pancreatic diseases international* 2010;9(2):154-158.
24. Lyburn ID, Torreggiani WC, Harris AC, Zwirewich CV, Buckley AR, Davis JE, Chung SW, Scudamore CH, Ho SG. Hepatic epithelioid hemangioendothelioma: sonographic, CT, and MR imaging appearances. *American journal of roentgenology* 2003 May;180(5):1359-1364.
25. Mainenti PP, Mancini M, Mainolfi C, Camera L, Maurea S, Manchia A, Tanga M, Persico F, Addeo P, D'Antonio D, Speranza A, Bucci L, Persico G, Pace L, Salvatore M. Detection of colo-rectal liver metastases: prospective comparison of contrast enhanced US, multidetector CT, PET/CT, and 1.5 Tesla MR with extracellular and reticulo-endothelial cell specific contrast agents. *Abdominal imaging* 2010;35(5):511-521.
26. Mírka H, Ferda J, Baxa J, Třeška V, Liška V, Schmidt B, Flohr T. Perfuzní CT jater. *Česká radiologie* 2010;64(4):281-289.
27. Mortelé KJ, Peters HE. Multimodality imaging of common and uncommon cystic focal liver lesions. *Seminars in ultrasound, CT, and MR* 2009;30(5):368-386.
28. Mortelé KJ, Ros PR. Cystic focal liver lesions in the adult: differential CT and MR imaging features. *Radiographics* 2001;21(4):895-910.
29. Mortelé KJ, Praet M, Van Vlierberghe H, Kunnen M, Ros PR. CT and MR imaging findings in focal nodular hyperplasia of the liver: radiologic-pathologic correlation. *American journal of roentgenology* 2000;175(3):687-692.

30. Noronha V, Shafi NQ, Obando JA, Kummar S. Primary non-Hodgkin's lymphoma of the liver. *Critical reviews in oncology/hematology* 2005;53(3):199-207.
31. Oto A, Kulkarni K, Nishikawa R, Baron RL. Contrast enhancement of hepatic hemangiomas on multiphase MDCT: Can we diagnose hepatic hemangiomas by comparing enhancement with blood pool? *American journal of roentgenology* 2010;195(2):381-386.
32. Park YS, Kim JH, Kim KW, Lee IS, Yoon HK, Ko GY, Sung KB. Primary hepatic angiosarcoma: imaging findings and palliative treatment with transcatheter arterial chemoembolization or embolization. *Clinical radiology* 2009;64(8):779-785.
33. Peterson MS, Baron RL, Rankin SC. Hepatic angiosarcoma: findings on multiphasic contrast-enhanced helical CT do not mimic hepatic hemangioma. *American journal of roentgenology* 2000;175(1):165-170.
34. Pojchamarnwiputh S, Na Chiangmai W, Chotirosniramit A, Lertprasertsuke N. Computed tomography of biliary cystadenoma and biliary cystadenocarcinoma. *Singapore medical journal* 2008;49(5):392-396.
35. Rivard DC, Lowe LH. Radiological reasoning: multiple hepatic masses in an infant. *American journal of roentgenology* 2008;190(6 Suppl):S46-52.
36. Tian JL, Zhang JS. Hepatic perfusion disorders: etiopathogenesis and related diseases. *World journal of gastroenterology* 2006;12(20):3265-3270.
37. Třeška V, Liška V, Skalický T, Sutnar A, Šmíd D, Ňaršanská A, Vachtová M, Třešková I, Brůha J, Vyčítal O. Jaterní metastázy jiného než kolorektálního původu. *Rozhledy v chirurgii* 2010;89(3):202-207.
38. Válek V, Kala Z, Kiss I, et al. Maligní ložiskové procesy jater : diagnostika a léčba včetně minimálně invazivních metod, 1. vydání. Praha: Grada Publishing 2006; 416 s.
39. Yu Q, Chen T, Wan YL, Min J, Cheng Y, Guo H. Intrahepatic biliary cystadenocarcinoma: clinical analysis of 4 cases. *Hepatobiliary & pancreatic diseases international* 2009;8(1):71-74.

40. Yu RS, Chen Y, Jiang B, Wang LH, Xu XF. Primary hepatic sarcomas: CT findings. *European radiology* 2008;18(10):2196-2205.
41. Zhang LJ, Peng J, Wu SY, Wang ZJ, Wu XS, Zhou CS, Ji XM, Lu GM. Liver virtual non-enhanced CT with dual-source, dual-energy CT: a preliminary study. *European radiology* 2010;20(9):2257-2264.

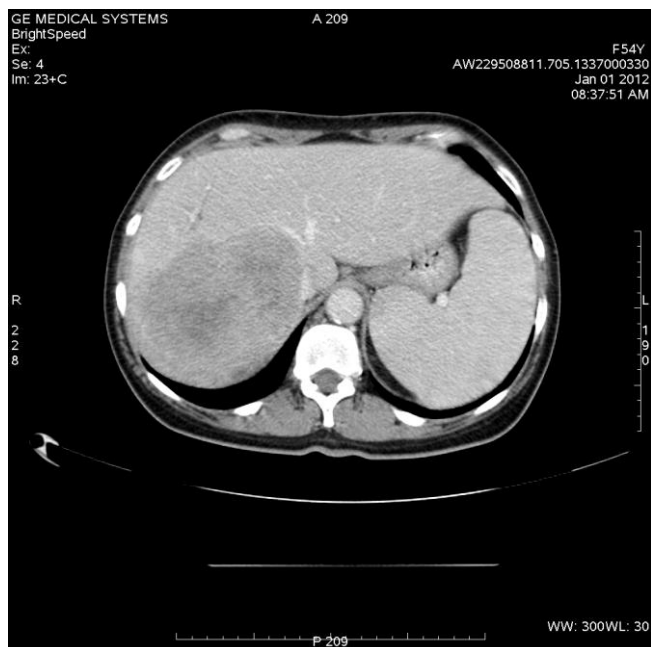
5 OBRAZOVÁ PŘÍLOHA

Obrázek 1a



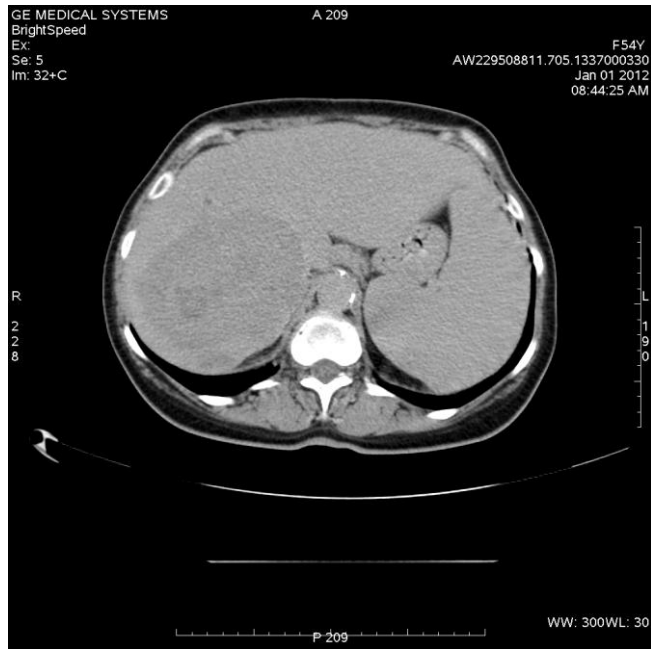
Hepatocelulární karcinom, postkontrastní CT, arteriální fáze. Nepravidelná tumorózní masa s centrálním rozpadem a satelitními ložisky, splenomegalie. (Zdroj: CT Scan Plus)

Obrázek 1b



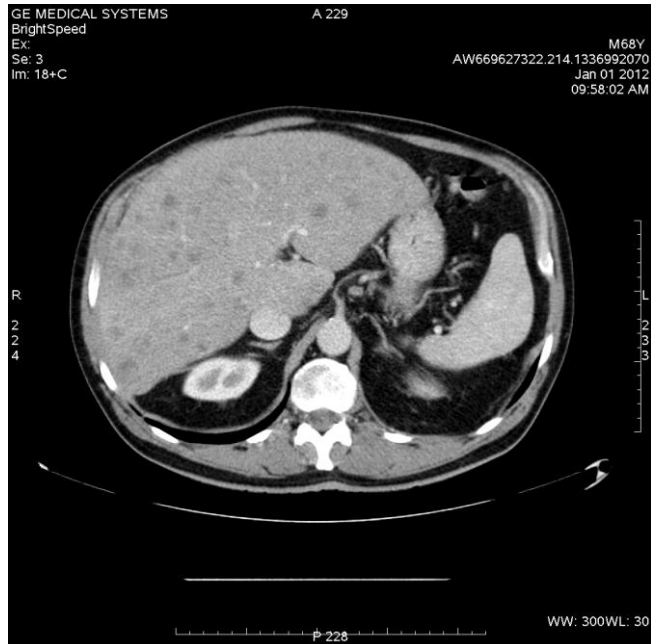
Hepatocelulární karcinom, portálně-venózní fáze.

Obrázek 1c



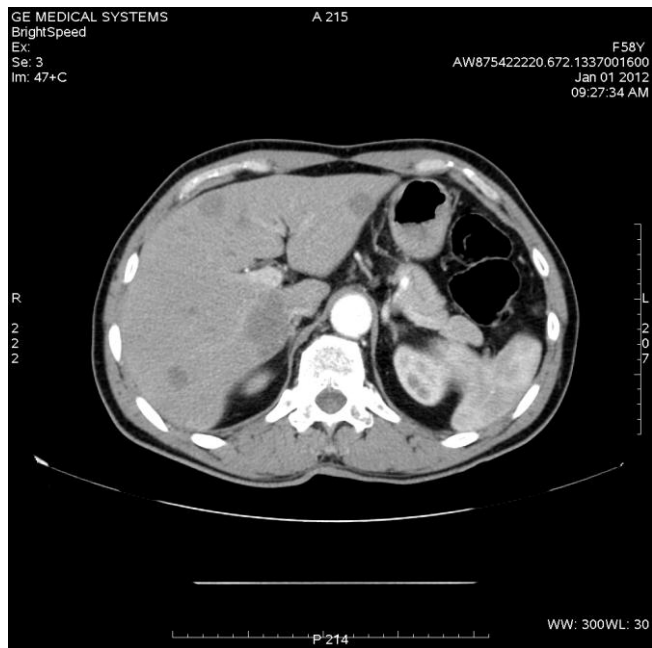
Hepatocelulární karcinom, fáze ekvilibria.

Obrázek 2



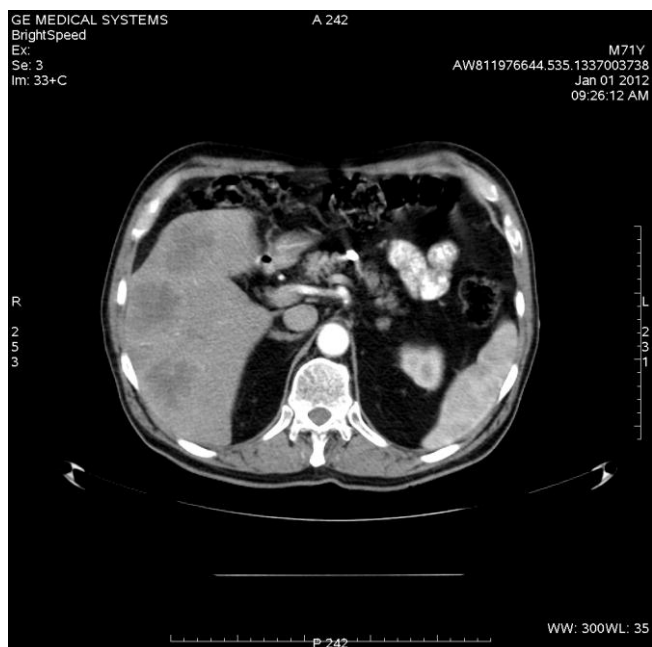
Mnohočetné metastázy kolorektálního karcinomu, postkontrastní CT, portálně-venózní fáze. (Zdroj: CT Scan Plus)

Obrázek 3



Vícečetná hypodenzní ložiska odpovídající metastázám, postkontrastní CT, arteriální fáze. (Zdroj: CT Scan Plus)

Obrázek 4



Vícečetná hypodenzní ložiska s mírně hyperdenzním lemem (terčovitý vzhled), odpovídají metastázám, postkontrastní CT, arteriální fáze. (Zdroj: CT Scan Plus)

Obrázek 5a



Hemangiom jater, postkontrastní CT, arteriální fáze. Probíhá nodulární sycení periferie tumoru. (Zdroj: CT Scan Plus)

Obrázek 5b



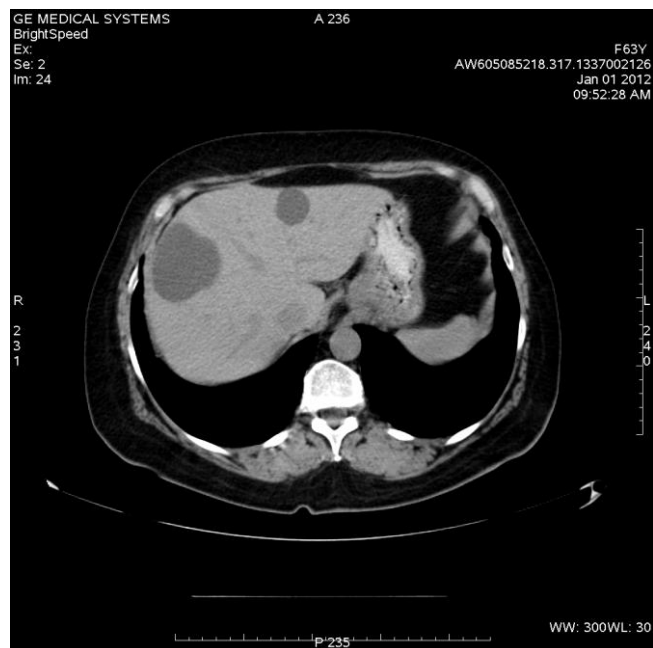
Hemangiom jater, portálně-venózní fáze. Sycení ložiska postupuje z periferie do centra.

Obrázek 5c



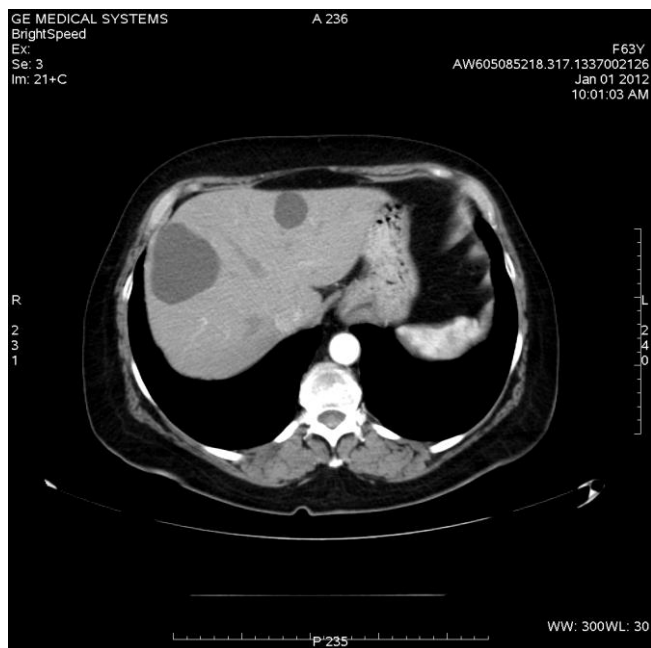
Hemangiom jater, fáze ekvilibria. Ložisko je vzhledem k okolnímu parenchymu izodenzní nebo mírně hyperdenzní, je vysyceno v celém objemu.

Obrázek 6a



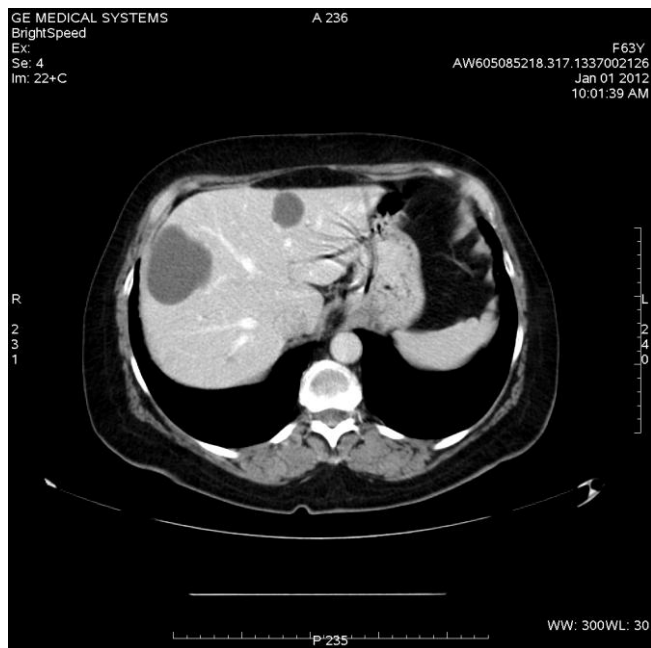
Prosté jaterní cysty, nativní CT. (Zdroj: CT Scan Plus)

Obrázek 6b



Prosté jaterní cysty, postkontrastní CT, arteriální fáze.

Obrázek 6c



Prosté jaterní cysty, postkontrastní CT, portálně-venózní fáze.