

ROLE PEROPERAČNÍ ULTRASONOGRAFIE V LÉČBĚ JATERNÍCH METASTÁZ KOLOREKTÁLNÍHO KARCINOMU – SROVNÁNÍ S VÝSLEDKY PŘEDOPERAČNÍCH ZOBRAZOVACÍCH VYŠETŘENÍ

THE ROLE OF INTRAOPERATIVE ULTRASOUND IN THE TREATMENT
OF LIVER METASTASES OF COLORECTAL CANCER AND COMPARISON
WITH THE RESULTS OF PREOPERATIVE IMAGING

původní práce

Eva Korčáková¹
Hynek Mírka^{1,3}
Tomáš Skalický²
Vladislav Třeška²
Václav Liška^{2,3}
Jan Baxa¹
Eva Ferdová¹
Martina Nováková¹
Václav Skála¹

¹Klinika zobrazovacích metod LF UK a FN, Plzeň

²Chirurgická klinika LF UK a FN, Plzeň

³Biomedicínské centrum, LF UK, Plzeň

Přijato: 15. 1. 2015.

Korespondenční adresa:

MUDr. Eva Korčáková
Klinika zobrazovacích metod LF UK a FN
Alej Svobody 80, 306 40 Plzeň
e-mail: korcakovae@fnplzen.cz

Podporováno projektem
CZ.1.05/2.1.00/03.0076
Evropského fondu pro regionální
rozvoj.

Konflikt zájmů: žádný.

SOUHRN

Korčáková E, Mírka H, Skalický T, Třeška V, Liška V, Baxa J, Ferdová E, Nováková M, Skála V. Role peroperační ultrasonografie v léčbě jaterních metastáz kolorektálního karcinomu – srovnání s výsledky předoperačních zobrazovacích vyšetření

Cíl: Srovnání senzitivity peroperační ultrasonografie (IOUS), CT, MR a PET/CT při detekci jaterních metastáz kolorektálního karcinomu.

Metodika: Retrospektivně jsme hodnotili soubor pacientů operovaných pro metastázy kolorektálního karcinomu v letech 2009–2014 na chirurgické klinice v Plzni a srovnávali jsme výsledky předoperačních diagnostických metod (CT, MR či PET/CT) s nálezem IOUS, kterou bereme za zlatý standard. Zjišťovali jsme počet dodatečných lézí objevených až během operačního zákroku prostřednictvím IOUS a vypočítali jsme senzitivitu a specifitu uvedených metod.

Výsledky: Naše výsledky ukazují, že předoperační diagnostické metody mají ve srovnání s IOUS senzitivitu/specifitu: CT 82,2%/93,1%, MR 89,3%/100%, PET/CT 82,0%/96,1% a relativně nízkou negativní prediktivní hodnotu CT 54,9%, MR 66,6%, PET/CT 52,0%. Peroperačně bylo nalezeno 18% dodatečných lézí oproti předoperačnímu CT či PET/CT a 10% oproti MR.

Závěr: IOUS je metodou poskytující aktuální pohled na játra v okamžiku operace

SUMMARY

Korčáková E, Mírka H, Skalický T, Třeška V, Liška V, Baxa J, Ferdová E, Nováková M, Skála V. The role of intraoperative ultrasound in the treatment of liver metastases of colorectal cancer and comparison with the results of preoperative imaging

Aim: Comparison of the sensitivity of intraoperative ultrasonography, CT, MRI and PET/CT in the detection of colorectal cancer metastases.

Method: In cohort of patients which were operated for liver metastases of colorectal carcinoma were retrospectively correlated results of preoperative imaging (CT, MRI and PET/CT) with intraoperative ultrasound. We searched for additional lesions that were invisible in CT, MRI or PET/CT. Sensitivity and specificity of CT, PET/CT and MRI was calculated.

Results: Our results show that preoperative diagnostic methods are compared with the IOUS lower sensitivity/specificity: CT 82.2%/93.1%, MR 89.3%/100%, PET/CT 82.0%/96.1% and low negative predictive value CT 54.9%, MR 66.6%, PET/CT 52.0%. Intraoperatively we found 18% additional lesions compared to preoperative CT or PET/CT and 10% compared to preoperative MRI.

Conclusion: IOUS is a method that provides synoptic view of the liver at the time of the surgery and it is able to show accurate-

a dokáže s vysokou přesností zhodnotit lokalizaci a velikost řešeného nádoru. Zároveň je nejsenzitivnější v detekci drobných lézí, které nemusí být předoperační zobrazovací metodou zachyceny.

Klíčová slova: peroperační ultrasonografie, kolorektální karcinom, CT, MR, PET/CT.

ly size and location of operated tumor. It is considered as the most sensitive method in detection of small lesions that may be missed in preoperative imaging.

Key words: intraoperative ultrasonography, colorectal carcinoma, CT, MR, PET/CT.

ÚVOD

Kolorektální karcinom (KRK) je druhým nejčastějším maligním nádorem v populaci evropských zemí. Česká republika se pohybuje na 5. místě v Evropě v jeho incidenci. V Plzeňském kraji je výskyt KRK nejvyšší v ČR (1), jeho incidence je 95 nově zjištěných karcinomů na 100 000 obyvatel za rok. Uvádí se, že 25 % pacientů má přítomny jaterní metastázy již v okamžiku prvního zjištění diagnózy a více než 50 % pacientů bude mít jaterní metastázy v dalším průběhu nemoci (2). V případě KRK se metastázy v játrech považují za regionální metastázy, protože pokud se nádorové buňky šíří cestou portálního oběhu, jsou játra prvním spádovým orgánem, v němž se vychytávají. Resekcí metastáz se významně prodlužuje doba přežití (3, 4). Primárně je operabilních pouze 25 % pacientů s metastázami KRK do jater, pokud jsou prováděny tzv. etapové výkony, je možné operovat až 35 % nemocných (5, 6).

Peroperační ultrasonografie (IOUS) je v moderní chirurgii standardní součástí operačních výkonů na játrech (obr. 1). Prvním úkolem vyšetření je aktuální zhodnocení stavu známých nádorů, které byly zjištěny na předoperačních zobrazovacích vyšetřeních (CT, MR, PET/CT). Operátora zajímá především aktuální velikost, ohraničení a vztah k přilehlým strukturám jaterní triády. Je důležité, v jaké vzdálenosti od cévy nebo žlučového náboru leží, zda prorůstá do stěny nebo zda v cévě není přítomen nádorový trombus, který by mohl být zdrojem šíření nádorových hmot. Lokalizace tumoru u hlavních struktur jaterní triády bývá důvodem rozšíření operačního výkonu či odstoupení od něj. Dalším významným cílem vyšetření je posouzení ostatního jaterního parenchymu, především segmentů, které operátor plánuje ponechat. IOUS se rovněž používá k navigaci intervenčních výkonů, jako je tenkojehlová biopsie nebo ablace. Operátor před začátkem vyšetření uvolní játra přetnutím ligamentum falciforme hepatis. Tím se orgán posune kaudálněji a je možné proniknout sondou podél celé přední plochy až na subdiafragmatickou plochu a zároveň vyšetřit i levý lalok. Sondy používané na IOUS jsou speciálně tvarované, aby je bylo možné použít i v úzkém prostoru mezi hrudním košem a játry. Sonda se přikládá přímo na povrch jater, což umožňuje použití vyšší frekvence, v našem případě 4–10 MHz. K dispozici máme rovněž laparoskopickou ultrazvukovou sondu, která umožňuje provedení IOUS i u laparoskopických operací (7). Sonda je před výkonem sterilizována. Variantou je překrytí sondy speciálním sterilním igelitovým návlekiem.



▲ Obr. 1

Obr. 1. IOUS při otevřené operaci jater, vidíme sondu přiloženou přímo na povrch jater

Fig. 1. IOUS, probe is placed directly on the liver surface

METODIKA

Retrospektivně jsme zkoumali soubor pacientů, kteří podstoupili na Chirurgické klinice naší nemocnice operační výkon na játrech v letech 2009–2014 pro prokázané metastázy KRK a zároveň měli provedenu IOUS a předoperační diagnostiku prostřednictvím výpočetní tomografie (CT), magnetické rezonance (MR) či pozitronové emisní tomografie/výpočetní tomografie (PET/CT). Celkem se jednalo o 276 pacientů, převažovali muži, kterých bylo v souboru 182, žen 94. Věkové rozmezí vyšetřovaných pacientů bylo 39–85 let, průměrný věk 66,5 let. Všichni tito nemocní měli v minulosti operace odstranění kolorektálního karcinomu, 227 z nich rovněž podstoupilo chemoterapii (82 %).

U celého souboru jsme hodnotili předoperační obrazovou dokumentaci, jednalo se buď o CT, PET/CT či MR vyšetření. Do souboru jsme zařazovali i vyšetření prováděná v jiných zdravotnických zařízeních za předpokladu, že splňovala minimální podmínky pro zařazení, tedy časový interval mezi předoperačním vyšetřením a operací maximálně 2 měsíce (60 dní), v případě CT použití minimálně 16-řadého multidetektorového přístroje, v případě MR alespoň 1,5 T přístroje, rozsah vyšetření postihující celý objem jater, intravenózní aplikace jodové nebo gadoliniové hepatocytární kontrastní látky a minimálně dvojfázové vyšetření v případě CT a čtyřfázové včetně akumulací fáze u MR.

Tab. 1. Vyšetřovací protokol MR

Table 1. The MR protokol

| Sekvence | Rovina | TR | TE | Šíře vrstvy (mm) | Rozlišení | Postkontrastní |
|------------------------------------|-----------|------|-----------|------------------|-----------|----------------|
| T2 HASTE | koronální | 1400 | 87 | 5 | 256 | ne |
| T2 HASTE FS | axiální | 1600 | 95 | 5 | 320 | ne |
| T1 VIBE FS | axiální | 4,3 | 1,89 | 3 | 320 | ne |
| T1 VIBE opp-in | axiální | 4,35 | 1,33/2,45 | 3 | 320 | ne |
| EP2D diff. (b = 50, 400, 800), ADC | axiální | 6100 | 61 | 5 | 192 | ne |
| T1 VIBE FS dynamicky | axiální | 4,3 | 1,89 | 3 | 320 | ano |
| T2 TSE FS | axiální | 2200 | 100 | 5 | 448 | ano |
| T1 VIBE FS akumulací fáze | koronální | 3,16 | 1,1 | 1,8 | 228 | ano |

Pacientů, kteří splňovali uvedená kritéria, bylo celkem 229. Ostatní, kteří tato kritéria nespĺnili, jsme dále nezhodnotili.

IOUS prováděl tým atestovaných radiologů s minimálně 10letou praxí v abdominální ultrasonografii a specializací na vyšetřování jater či atestovaný chirurg s 20letou praxí v jaterní chirurgii a s pětiletou praxí v IOUS. Všechna vyšetření byla provedena na přístroji Ultraview 800 (BK medical, Peabody, USA), peroperační konvexní sondou s frekvencí 4–10 MHz.

CT, MR a PET/CT hodnotili atestovaní radiologové s minimálně 10letou praxí v abdominálním vyšetřování pomocí dané metody, druhé čtení provedl atestovaný radiolog specializující se na problematiku vyšetřování jater s 15letou praxí. CT vyšetření bylo zhotoveno na přístrojích Sensation 64, Somatom Definition Dual Source či Somatom Definition Flash (Siemens, Erlagen, Německo). Vyšetření bylo provedeno po intravenózním podání kontrastní látky iomeprol (Iomeron 350, Bracco, Milano, Itálie) ve dvou fázích – arteriální a portální.

MR vyšetření bylo zhotoveno na přístroji Skyra 3T (Siemens, Erlagen, Německo). Základní vyšetřovací protokol (tab. 1). Po aplikaci hepatospecifické kontrastní látky Dinatrii gadoxenas (Primovist, Bayer Pharma, Berlín, Německo) provedeno dynamické skenování v časovém intervalu 5 s, 35 s, 60 s, 90 s, 10 min, 20 min (8). PET/CT bylo provedeno na přístroji Biograph 16 (Siemens, Erlangen/Knoxville, Německo/USA) vyšetření CT proběhla po intravenózní aplikaci kontrastní látky iomeprol (Iomeron 350, Bracco, Milano, Itálie) ve dvou fázích – arteriální a portální, následováno emisí PET s ¹⁸F-fluorodeoxyglukózou.

V získaném souboru jsme hodnotili počet ložisek, která prokázala předoperační diagnostická metoda (CT, MR či PET/CT) a skutečný počet ložisek zjištěných IOUS. Samostatně jsme hodnotili ložiska jasně benigní (cysty, nesteatotické a steatotické okrsky, typické hemangiomy). U dodatečných lézí jsme zaznamenávali jejich velikost. Zjišťovali jsme též echogenitu metastáz. Ze zjištěných hodnot jsme vypočítali pro každou diagnostickou metodu zvlášť senzitivitu a specifitu ve srovnání s IOUS a zároveň pozitivní a negativní prediktivní hodnotu (9).

VÝSLEDKY

V hodnocené skupině 229 pacientů byla původní lokalizace tumoru v oblasti tračníku v 76 případech, na sigmoidu u 85 pacientů a na rektu u 68. Velikost dodatečných lézí byla od 3 do 20 mm, průměr 8 mm. Při hodnocení echogenity ložisek na IOUS vy-

Tab. 2. Naše výsledky

Table 2. Our results

| Metodika | CT | MR | PETCT |
|-------------------------------|-----|------|-------|
| správně pozitivní | 360 | 50 | 105 |
| falešně negativní | 78 | 6 | 23 |
| falešně pozitivní | 7 | 0 | 1 |
| správně negativní | 95 | 12 | 25 |
| senzitivita | 82% | 89% | 82% |
| specifita | 93% | 100% | 96% |
| pozitivní prediktivní hodnota | 98% | 100% | 99% |
| negativní prediktivní hodnota | 55% | 66% | 52% |

znamně převažovala hypoechogenní ložiska, a to u 201 pacientů (88 %), 28 pacientů mělo ložiska hyperechogenní (12 %).

Ve skupině, která měla jako předoperační diagnostickou metodu provedeno CT, bylo celkem 162 pacientů. Na IOUS bylo zjištěno 533 ložisek, z toho benigních 95. Správně pozitivně (jako metastázy) bylo na CT popsáno 360 ložisek. Dodatečných lézí vzhledu metastázy bylo zjištěno 78. Sedm ložisek popsanych na CT jako metastázy nebylo na IOUS ani palpací při operaci nalezeno. Správně bylo předoperačně popsáno a na IOUS i ověřeno 95 benigních ložisek (cysta, hemangiom, fokální nesteatóza). Senzitivita (SE) je 82,2%, specifita (SP) 93,1%, pozitivní prediktivní hodnota (PPH) 98,0%, negativní prediktivní hodnota (NPH) 54,9%.

Ve skupině vyšetřované MR bylo při operaci zjištěno 68 ložisek (z toho benigních 12), přičemž 50 jich bylo známo z předoperační diagnostiky a šest bylo zjištěno nově, nebylo popsáno žádné falešně pozitivní ložisko a benigních lézí bylo správně předoperačně zaznamenáno 12 (SE 89,3%, SP 100%, PPH 100%, NPH 66,6%).

Ve skupině vyšetřované předoperačně pomocí PET/CT bylo zjištěno 153 ložisek (z toho benigních 25), správně předoperačně popsáno 105 metastatických ložisek, dodatečných lézí bylo 23, jedno ložisko popsané na PET/CT nebylo peroperačně nalezeno a benigních ložisek správně popsanych předoperačním vyšetřením bylo 25 (SE 82,0%, SP 96,1%, PPH 99,0%, NPH 52,0%) (tab. 2).

DISKUSE

Interpretací těchto hodnot lze dojít k závěru, že 18 % ložisek u pacientů vyšetřovaných CT či PET/CT a 10 % u vyšetřovaných MR, není předoperačně zjištěno a jsou nově nalezena až při operaci na IOUS, což může mít vliv na rozsah operačního výkonu, eventuálně na ukončení operace na podkladě neoperability nálezu. Rozdíl výsledků mezi skupinami vyšetřovanými MR a skupinou vyšetřovanou CT a PET/CT může být ovlivněn malou velikostí souboru pacientů s předoperačním MR vyšetřením. Vysoká hodnota PPH ukazuje, že pokud je léze zhodnocena jako podezřelá z metastatického procesu ve všech předoperačních zobrazovacích metodách, je 98–100% jistota, že tomu tak skutečně je. Relativně nízká hodnota NPH nám naznačuje, že negativní nález metastáz KRK na předoperační zobrazovací metodě zakládá jen 52–66% pravděpodobnost, že skutečně nebude na IOUS nalezena žádná další metastáza.

IOUS díky možnosti využití vyšších frekvencí a přímého kontaktu sondy s vyšetřovaným orgánem umožňuje dobrou rozlišitelnost i drobných ložisek, která ostatní předoperační zobrazovací metody nejsou schopny identifikovat. Nespornou



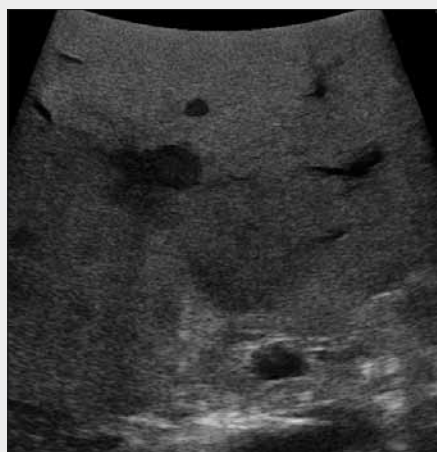
◀ Obr. 2

Obr. 2. Pacient, 59 let, CT břicha, solitární ložisko v levém jaterním laloku, byla plánována levostranná lobektomie
 Fig. 2. 59-years old patient, CT of the abdomen, solitary lesion in the left lobe, left lobectomy was planned

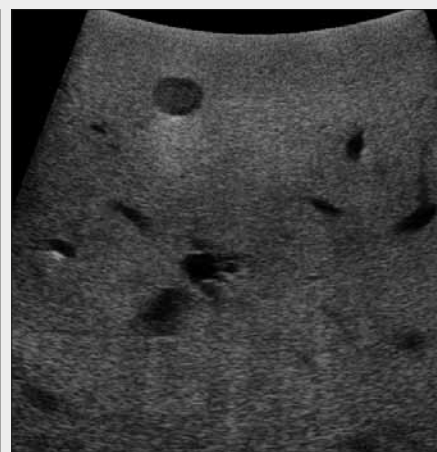
Obr. 3. IOUS ložiska v levém jaterním laloku, ložisko hypochoicenní, laločnaté, místy neostře ohraničené, neprorůstá k velkým cévám (stejný pacient)
 Fig. 3. IOUS show the same lesion in the left lobe, the lesion is hypochoic, lobulated, and partially ill-defined, it is not in contact with vessels (the same patient)



▲ Obr. 3



▲ Obr. 4



▲ Obr. 5

Obr. 4. IOUS prokazuje další dvě drobná metastatická ložiska v 5. jaterním segmentu v blízkosti lůžka žlučníku velikost ložisek 5 a 3 mm (stejný pacient)
 Fig. 4. IOUS show two other small metastases deposits in 5th segment near the gallbladder bed of size 5 and 3 mm (the same patient)

Obr. 5. IOUS zobrazuje další ložisko velikosti 7 mm v 7. segmentu subkapsulárně, zvolen kombinovaný přístup: levostranná lobektomie, neanatomická resekce a RFA (stejný pacient)
 Fig. 5. IOUS, show other lesion of size 7 mm in 7th segment. Was performed left lobectomy combined with nonanatomic resection and RFA (the same patient).

výhodou IOUS je i možnost korelace s palpačním nálezem, která často významně napomáhá při rozhodování o dignitě léze. Problém působí pokročilá steatóza, která může zhoršit vyšetřitelnost hlubších partií jaterní tkáně. Rovněž nedostatečná mobilizace jater (např. v terénu srůstů) může zhoršit

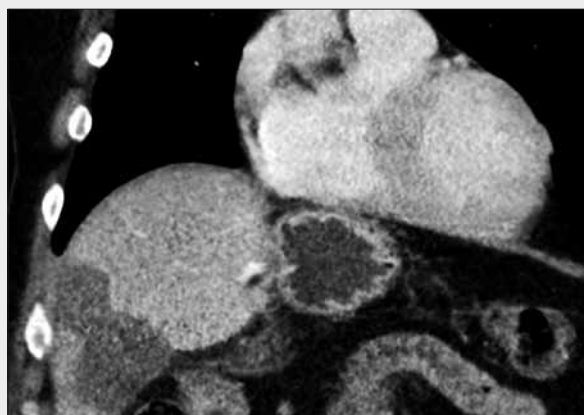
přehlednost především dorzálních partií pravého jaterního laloku a laterálních partií levého jaterního laloku (10).

V případě nejasnosti nálezu může další informaci o charakteru nalezené léze přinést peroperačně provedená kontrastní ultrasonografie (CEIOUS), kdy je aplikována intravenózně



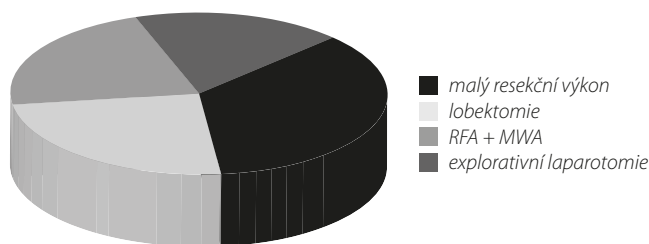
▲ Obr. 6

Obr. 6. Kontrolní CT 6 měsíců po operačním výkonu, provedena levostranná lobektomie s odstraněním předoperačně známého ložiska v levém jaterním laloku (stejný pacient)
 Fig. 6. Follow-up CT after 6 month, removal of the left lobe with preoperatively detected metastasis (the same patient)



◀ Obr. 7

Obr. 7. Kontrolní CT 6 měsíců po operačním výkonu, stav po neanatomické resekci metastáz při lůžku žlučníku v S5 a zároveň nekróza po RFA drobného ložiska v S7 (stejný pacient)
 Fig. 7. Follow-up CT after 6 month after operation. We can see status post nonanatomic resection of lesion close to the gallbladder and necrosis after RFA of lesion in 7th segment (the same patient)



Graf 1. Typy chirurgických výkonů provedených u našeho souboru pacientů
Graf 1. Types of surgical procedures in our group of patients

kontrastní látka sulfur hexafluorid (SonoVue, Bracco, Milano, Itálie) v množství 2,4 ml na jednu dávku (11). Toto vyšetření je doplňováno jen v nejasných případech a je vždy prováděno radiologem. Přítomnost radiologa na operačním sále má tu výhodu, že může během operace kvalifikovaně zhodnotit nejen IOUS, ale i další zobrazovací metody.

IOUS byla při našem výzkumu použita jako zlatý standard, vycházeli jsme z publikovaných zahraničních studií, kde je senzitivita IOUS v korelaci s histologií 95% a více (12–15). Dalším důvodem je, že u 22% pacientů byl proveden samostatně ablačních výkon (i několika ložisek) (16) a 18% pacientů podstoupilo jen explorativní laparotomii, tzn., že u 40% případů nebylo možné provést žádné histologické ověření počtu a velikosti ložisek (graf 1). V případě malých resekčních výkonů (segmentektomie, neanatomická resekce, metastazek-

tomie), které byly provedeny u 36% pacientů, je rovněž velmi obtížné histologicky vyloučit přítomnost dodatečných lézí, protože rozsah resekované tkáně je malý. V 17% případů ze skupiny lobektomií či malých resekčních výkonů byly provedeny kombinované výkony, například kombinace lobektomie, neanatomické resekce či RFA. Jako příklad demonstrujeme obrazovou dokumentaci pacienta, který podstoupil kombinovaný resekční výkon na základě nálezu IOUS (obr. 2 až 7).

ZÁVĚR

IOUS je v moderní chirurgii nedílnou součástí všech operačních výkonů na játrech, nejčastější indikací k operačnímu řešení jsou na našem pracovišti metastázy kolorektálního karcinomu.

IOUS je v současnosti nejsenzitivnější a zároveň nejspecifičtější metodou k detekci ložiskového poškození jater. Je schopna detekovat i velmi drobná ložiska až do velikosti 3 mm, zatímco ostatní metody nedokáží bezpečně diferencovat ložiska pod 5 mm a jsou u drobných ložisek málo specifické. Výsledky naší práce ukazují, že cca 18% ložisek je nalezeno až při operaci, tedy lze předpokládat změnu operační strategie či rozšíření rozsahu operace.

V moderní chirurgii jater je tendence k provádění parenchym šetřících výkonů, pokud to lokalizace ložisek umožňuje. V provádění těchto jater šetřících resekčních a ablačních výkonů se rovněž uplatňuje IOUS, která umožňuje plánování těchto resekčních výkonů (17) a navigaci při zavádění ablační elektrody.

LITERATURA

- Mužík J, Dušek L, Šnajdrová L. Epidemiologie kolorektálního karcinomu v krajích ČR. Brno: Masarykova univerzita 2015. Dostupný z: <http://www.kolorektum.cz/index.php?pg=pro-odborniky--epidemiologie-kolorektalniho-karcinomu--epidemiologie-kolorektalniho-karcinomu--v-krajich-ceske-republiky>
- Cutsem EV, Cevanter A, Nordlinger B, Arnold D. Metastatic colorectal cancer: ESMO clinical practice guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Annals of Oncology* 2014; 25(Suppl 3): iii1–iii9, doi:10.1093/annonc/mdu260. Published online 4 September 2014
- Fong Y, et al. Clinical score for predicting recurrence after hepatic resection for metastatic colorectal cancer. *Annals of surgery* 1999; 230(3): 309–321.
- Skalický T, Třeška V, Sutnar A, Liška V. Komplexní léčba sekundárních jaterních nádorů. *Ref. výběr onkologie* 2009; 3–4: 52–56.
- Skalický T, et al. Chirurgická léčba jaterních a plicních metastáz kolorektálního karcinomu. *Rozhl. Chir.* 2010; 89(4): 253–256.
- Třeška V, Skalický T. Chirurgická léčba jaterních nádorů. *Ref. výběr onkologie* 2009; 1–2: 76–84.
- Skalický T, Třeška V, Sutnar A, Liška V. Laparoskopické postupy v chirurgii jaterních metastáz. *Ref. výběr onkologie* 2009; 3–4: 57–59.
- Ferda J, et al. Detekce metastáz kolorektálního karcinomu v játrech: porovnání magnetické rezonance s podáním hepatocelulární kontrastní látky (Gd-EOB-DTPA) a peroperační ultrasonografie. *Ces Radiol* 2008; 62(1): 60–65.
- Niekel MCh, Bipat S, Stoker J. Diagnostic Imaging of colorectal liver metastases with CT, MR imaging, FDG PET and/or FDG PET/CT. *Radiology* 2010; 257: 674–684.
- Marcal LP, Patnana M, Bhosale P, Bedi DG. Intraoperative abdominal ultrasound in oncologic imaging. *World Journal of Radiology* 2013; 5(3): 51–60.
- Lu Q, et al. Value of contrast-enhanced intraoperative ultrasound for cirrhotic patients with hepatocellular carcinoma: a report of 20 cases. *World J Gastroenterol* 2008; 14(25): 4005–4010.
- Sahani DV, Kalva SP, Tanabe KK, Hayat SM, et al. Intraoperative US in patients undergoing surgery for liver neoplasms: comparison with MR imaging. *Radiology* 2004; 232: 810–814.
- van Viedder MG, Pawlik TM, Munireddy S, Hamper U, de Jong MC, Choti MA. Factors determining the sensitivity of intraoperative ultrasonography in detecting colorectal liver metastases in modern era. *Ann Surg Oncol* 2010; 17: 2756–2763.
- Wagnetz U, Atri M, Massey Ch, Wei AC, Metser U. Intraoperative ultrasound of the liver in primary and secondary hepatic malignancies: Comparison with preoperative 1,5T MRI and 64 MDCT. *AJR* 2011; 196: 562–568.
- Sahani DV, Kalva SP, Tanabe KK, Hayat SM, et al. Intraoperative US in patients undergoing surgery for liver neoplasms: comparison with MR imaging. *Radiology* 2004; 232: 810–814.
- Skalický T, Třeška V, Sutnar A, Liška V. Radiofrekvenční ablace sekundárních jaterních tumorů. *Ref. výběr onkologie* 2009; 3–4: 60–62.
- Torzilli G, Montorsi M, Donadon M, et al. “Radical but conservative” is the main goal for ultrasonography-guided liver resection: prospective validation of this approach. *J Am Coll Surg* 2005; 201(4): 517–527.