

双源 CT 双能量成像在肝癌经皮肝动脉化疗栓塞术后复查中的应用价值

柴瑞梅 任克 曲胜 傅强 王强 郑文恒 徐克

【摘要】 目的 评价双源 CT(DSCT)双能量成像对肝癌经皮肝动脉化疗栓塞(TACE)术后病灶复查的应用价值。方法 对 27 例接受 TACE 治疗的原发性肝癌患者资料进行回顾性分析,27 例均行常规肝脏平扫及动态三期增强扫描,其中动脉期图像由双能量扫描方式获得。采用 2 种方法观察,A 法观察常规平扫、动脉期、门静脉期及延迟期图像,B 法观察虚拟平扫、动脉期、门静脉期及延迟期图像,评价 2 种方法对栓塞病灶内部及其周围肝组织内强化信息的判断。以 DSA 结果为参照标准,计算 A、B 2 法的敏感性、特异性等指标,采用 χ^2 检验比较两种方法的诊断能力。结果 27 例 TACE 术后复查患者中共检出 63 个病变,DSA 明确其中 39 个病变有强化,24 个病变无强化。B 法的敏感性为 94.9% (37/39),高于 A 法的 74.4% (29/39; $\chi^2 = 6.303, P < 0.05$); B 法的特异性为 95.8% (23/24),与 A 法的 83.3% (20/24) 差异无统计学意义($\chi^2 = 2.009, P > 0.05$)。结论 以动脉期双能量扫描代替常规 CT 平扫与动脉期增强扫描,与常规 CT 动态增强相比,对 TACE 术后肝癌病灶的评估更加准确。

【关键词】 癌,肝细胞; 放射学,介入性; 放射摄影术,X 线计算机

Application of dual-source CT in the evaluation of hepatocellular carcinoma after transarterial chemoembolization treatment CHAI Rui-mei*, REN Ke, QU Sheng, FU Qiang, WANG Qiang, ZHENG Wen-heng, XU Ke. *Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of China Medical University, Shenyang 110001, China

Corresponding author: XU Ke, Email: kexu@vip.sina.com

【Abstract】 Objective To assess the diagnostic value of dual-energy dual-source CT in detecting the enhancement of hepatocellular cancer (HCC) after transarterial chemoembolization (TACE) treatment. **Methods** Twenty-seven patients with HCC underwent dual-energy dual-source CT including nonenhanced, arterial, portal, and delayed phases scanning after TACE treatment. Arterial phases were acquired with the dual-energy mode for reconstruction of virtual nonenhanced images and color overlay images. DSAs were performed in all these patients. Two blinded and independent readers evaluated the data in 2 reading sessions: standard nonenhanced, arterial phase, portal phase, and delayed phase images were read in session A, and virtual nonenhanced, arterial phase, portal phase, and delayed phase images in session B. Sensitivity and specificity were calculated, with the DSA data set as the reference standard. The sensitivity and specificity were compared with *Chi-square* test. **Results** DSA revealed 63 lesions in 27 patients, and 39 of them had blood supply. Overall sensitivity and specificity were 74.4% (29/39) and 83.3% (20/24) for session A, and 94.9% (37/39), 95.8% (23/24) for session B, respectively. The sensitivity of the two reading sessions was significantly different ($\chi^2 = 6.303, P < 0.05$), while the specificity was insignificantly different ($\chi^2 = 2.009, P > 0.05$). **Conclusion** Compared with standard dynamic protocols, an arterial dual-energy dual-source CT scan with reconstruction of virtual nonenhanced and color overlay images enables detection of relapse and intrahepatic metastasis of HCC after TACE treatment with higher accuracy.

【Key words】 Carcinoma, hepatocellular; Radiology, interventional; Tomography, X-ray computed

DOI:10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2011.10.020

作者单位:110001 沈阳,中国医科大学附属第一医院放射科(柴瑞梅、任克、傅强、王强、郑文恒、徐克);解放军第二三〇医院放射科(曲胜)

通信作者:徐克,Email:kexu@vip.sina.com

经皮肝动脉化疗栓塞术 (transcatheter arterial chemoembolization, TACE) 是目前治疗无法手术切除的肝细胞癌 (hepatocellular carcinoma, HCC) 的主要手段^[1-2], 但术中应用的碘油栓塞剂及化疗药物常不能造成肿瘤的完全坏死, 且由于侧支循环的建立, 肝内的 Kupffer 细胞逐渐溶解清除沉积的药物^[3-4], 从而可能引起病变的继续进展。根据患者情况术后常需要再次治疗, 因此准确判断术后有无肿瘤残余及复发是制定进一步治疗方案的基础。CT 作为目前 TACE 术后随访最常用的影像方法^[5], 能清楚显示肿瘤大小的变化, 肿瘤内碘油沉积范围、聚集量及滞留时间, 但受碘油栓塞剂伪影的干扰, 不易检测残余肿瘤。双源 CT (dual source CT, DSCT) 扫描仪具有 2 个 X 线管, 可同时发出 2 种不同能级 X 线, 利用不同物质对 X 线吸收系数不同的特性, 能够区分出不同物质。另外, 双能量扫描数据经后处理可去除增强图像中的碘剂信息, 获得虚拟平扫图像^[6]。笔者将 DSCT 应用于肝癌 TACE 术后复查中, 旨在探讨 DSCT 双能量成像在肝癌 TACE 术后复查中的临床应用价值。

资料与方法

一、一般资料

回顾性分析 2008 年 1 月至 8 月期间, 于我院接受 TACE 术后行 DSA 检查, 并行进一步治疗的 27 例 HCC 患者资料, 其中男 18 例, 女 9 例, 年龄 32 ~ 66 岁, 平均 (45 ± 11) 岁。所有患者均已失去手术机会, HCC 诊断经临床证实, 7 例行超声及 CT 检查发现典型病变, 11 例 CT 及 MRI 表现典型, 9 例患者有超声、CT 及 MRI 阳性结果。24 例伴有甲胎蛋白 (AFP) 升高明显 (> 400 μg/L), 3 例 AFP 正常或仅轻度升高。27 例患者均接受过 1 ~ 3 次 TACE 治疗, 治疗间隔 6 周至 3 个月, 再次治疗前 1 周内行 CT 扫描。所有患者均签署了检查的知情同意书。

二、TACE 治疗和扫描方法

1. TACE 治疗方法: 采用 Seldinger 技术经股动脉穿刺后置入 5 F 导管鞘, 先行主动脉造影, 观察肿瘤动脉供血, 经鞘将 4 F RH 导管插入腹腔干动脉或肝总动脉后行 DSA 造影。对 8 个肝动脉血管缺乏、稀少或碘油偏心性沉积的病灶, 根据情况行肠系膜上动脉、右膈动脉或右肾上腺动脉造影, 以发现异位起源的肝动脉或侧支血管。发现异常染色病灶后向其供血血管内灌注碘化油, 包括 40% 超液化碘 20 ~ 30 ml, 5-氟尿嘧啶 (5-FU) 1.0 g, 表阿霉素 40 mg, 丝

裂霉素 10 ~ 20 mg。当肿瘤轮廓清晰, 不能再继续进药时停止, 其中 5 个较大的残余病灶在灌注后用明胶海绵栓塞肿瘤供血动脉主干。

2. 双能量 CT 扫描: 采用德国 Siemens Somatom Definition 双源 CT 扫描仪, 先行常规肝脏平扫。扫描参数为: 管电压 120 kV, 参考电流 230 mA, 开启实时动态曝光剂量调节 (CARE dose 4D) 技术, 准直器 24.0 × 1.2 mm, 螺距 0.9, 旋转时间 0.5 s/周, 重建层厚 1.5 mm, 间隔 1.2 mm, 卷积核 B31f。平扫完成后, 经肘前静脉以 3.5 ml/s 流率注射碘海醇 (300 mg I/ml) 80 ~ 120 ml, 延迟 25 s 后采集动脉期图像, 70 s 采集门静脉期图像, 延迟期为 180 s。其中门静脉期及延迟期的扫描参数与平扫相同, 动脉期则采用双能量扫描模式, 一次扫描获得 3 组数据, 即 140、80 kV 及 2 种能量的融合数据 (相当于常规单能扫描)。双能量扫描参数为: A X 线管电压 140 kV, 电流 96 mA, FOV 500 mm × 500 mm; B X 线管电压 80 kV, 电流 404 mA, FOV 260 mm × 260 mm, 准直器 24.0 × 1.2 mm, 螺距 0.9, 旋转时间 0.5 s/周, 重组层厚 1.5 mm, 重组间隔 1.2 mm, 卷积核 D30f, 融合系数 0.3。

三、图像评价

由 2 名经验丰富的放射科医师分别采取盲法读片。将 CT 扫描获得的数据传送至 Siemens 双源 CT 后处理工作站 (Syngo 2007), 采用 A、B 两种方法观察。A 法在 Inspace 软件中分别观察平扫期、融合动脉期、门静脉期及延迟期图像, 其中融合动脉期的图像由动脉期 140 及 80 kV 数据按 3:7 融合重组后得到, 评价所有 TACE 治疗术后病灶及其周围肝组织内病灶的增强表现。B 法首先在双能量 (dual energy, DE) 软件中调入动脉期 140 及 80 kV 2 组数据, 进行肝脏虚拟平扫 (liver virtual non-contrast) 处理, 调节融合系数, 得到 1 组虚拟平扫图像 (virtual non-contrast image) 及 1 组彩色编码图像 (color overlay image), 观察虚拟平扫图像中碘油沉积病灶掩盖下的残存肿瘤组织, 及周围肝组织在融合动脉期、门静脉期及延迟期图像中的强化特征。比较两种方法与 DSA 诊断的一致性。

回顾性分析 DSA 中肿瘤染色阳性病灶在彩色编码图像中的特征。

四、统计学方法

采用 SPSS 16.0 软件进行数据分析, 以 DSA 结果为金标准, 分别计算 A、B 法的敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值及准确性, 采用 χ^2 检验比较

2 种方法诊断能力的差异, *Kappa* 检验评价 2 种方法与 DSA 的一致性, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

所有患者 TACE 及 CT 检查过程顺利, 无明显不良反应。

一、DSA 结果

27 例 TACE 术后复查患者中, HCC 单发者 9 例, 多发者 18 例, 共检出病灶 63 个, 直径 0.8 ~ 12.0 cm, DSA 证实其中 24 个病灶无染色, 39 个病灶有明显肿瘤血管和染色。无染色病灶均见碘油沉积均匀, 有染色病灶中 5 个碘油沉积均匀, 27 个碘油沉积不均, 7 个为新出现的转移性病灶, 表现为无碘油沉积。

二、两种方法的诊断效能

A 法共检出 33 个病灶有强化, 对于 7 个无碘油干扰的新发病灶诊断确切, 而对于 TACE 治疗后的病灶, 漏诊了 10 个有血供病灶, 同时误将 4 个无血供的病灶判断为有强化(表 1)。以 DSA 为金标准, A 法诊断的敏感性为 74.4%, 特异性为 83.3%, 阳性预测值为 87.9%, 阴性预测值为 66.7%, 准确性为 77.8%。

表 1 TACE 术后 A 法与 DSA 检出病灶结果(个)

A 法	DSA 复查结果		合计
	有强化	无强化	
有强化	29	4	33
无强化	10	20	30
合计	39	24	63

注: TACE 为经皮肝动脉化疗栓塞术

B 法以虚拟平扫图像代替常规平扫图像, 不受 TACE 术后沉积碘油的影响, 可直接显示碘油重叠区下方的肝实质, 易于区分残存肿瘤组织与坏死组织(图 1 ~ 7), 而周围肝实质内的转移灶在虚拟平扫图像中的表现类似于常规 CT 平扫。B 法漏诊 1 例肿瘤残存病灶, 误诊 3 例无强化病灶(表 2), 诊断的敏感性为 94.9%, 特异性为 95.8%, 阳性预测值为 97.4%, 阴性预测值为 88.5%, 准确性为 95.2%。两种方法检出病灶的敏感性差异有统计学意义 ($\chi^2 = 6.303, P < 0.05$), 特异性差异无统计学意义 ($\chi^2 = 2.009, P > 0.05$)。A 法与 DSA 的一致性中等 ($K = 0.55, P < 0.01$), B 法与 DSA 的一致性良好 ($K = 0.90, P < 0.05$)。

三、彩色编码图像的特征

彩色编码图像显示的是增强扫描中进入组织的

碘剂信息, 部分骨组织信息不能完全去除, 也同时显影。TACE 术后沉积的碘油在彩色编码图像中表现为亮橙色, 有强化的病灶为橘黄色, 在周围暗红色的肝实质背景中均显示清楚(图 8 ~ 11)。然而, 亮橙色的碘油会干扰增强扫描时橘黄色对比剂的显示, 因此彩色编码图像并不能直接判断沉积碘油遮盖下的强化信息。对于全部 63 个病灶, 彩色编码图像无需与平扫图像对比, 与常规 CT 方法诊断完全一致 ($K = 1, P < 0.01$)。

表 2 TACE 术后 B 法与 DSA 检出病灶结果(个)

B 法	DSA 复查结果		合计
	有强化	无强化	
有强化	37	1	38
无强化	2	23	25
合计	39	24	63

注: 同表 1

讨 论

在 HCC 的非手术治疗中, TACE 是一种应用广泛且疗效较好的方法, 适用于各种类型的 HCC, 能够引起肿瘤不同程度的坏死和缩小^[7]。但 TACE 并不能造成肿瘤的完全坏死, 多数病灶内仍可见残存的肿瘤细胞, 从而成为肿瘤复发转移的根源^[8]。根据患者的具体情况, 临床一般需行多次 TACE 治疗, 故客观准确的评价其疗效对于制定进一步治疗方案具有重要指导意义。

TACE 治疗后病灶的组织学检查结果很难获得, 临床中多采用影像方法来评价肿瘤的活性^[9]。DSA 可去除肝内原本沉积碘油的影响, 敏感发现新出现的动脉异常供血灶, 被认为是评估 TACE 疗效最准确的影像方法, 但其有创性限制了它的复查评估价值^[10]。CT 动态增强扫描是目前 TACE 术后随访中最常用的影像方法^[5, 11], 增强扫描无强化区域代表肿瘤坏死, 有强化区域代表有活性的肿瘤残存。然而, 沉积均匀的碘油会掩盖部分有活性的残存肿瘤^[11], 碘油产生的线束硬化伪影也会影响组织强化的观察, 这都会降低 CT 扫描的可靠性。本研究结果显示, 常规 CT 动态增强中进入碘油栓塞病灶内的对比剂由于受到碘油遮盖及硬化伪影的影响, 诊断的准确性为 77.8%, 误将 4 个无血供的病灶判断为有强化, 而漏掉了 10 个有血供的病灶。

与常规 CT 相比, 双源 CT 在检查时 2 个 X 线管发出 2 种不同能级的 X 线(140 和 80 kV) 同时进行螺旋扫描, 根据不同组织对不同能级 X 线的吸收特

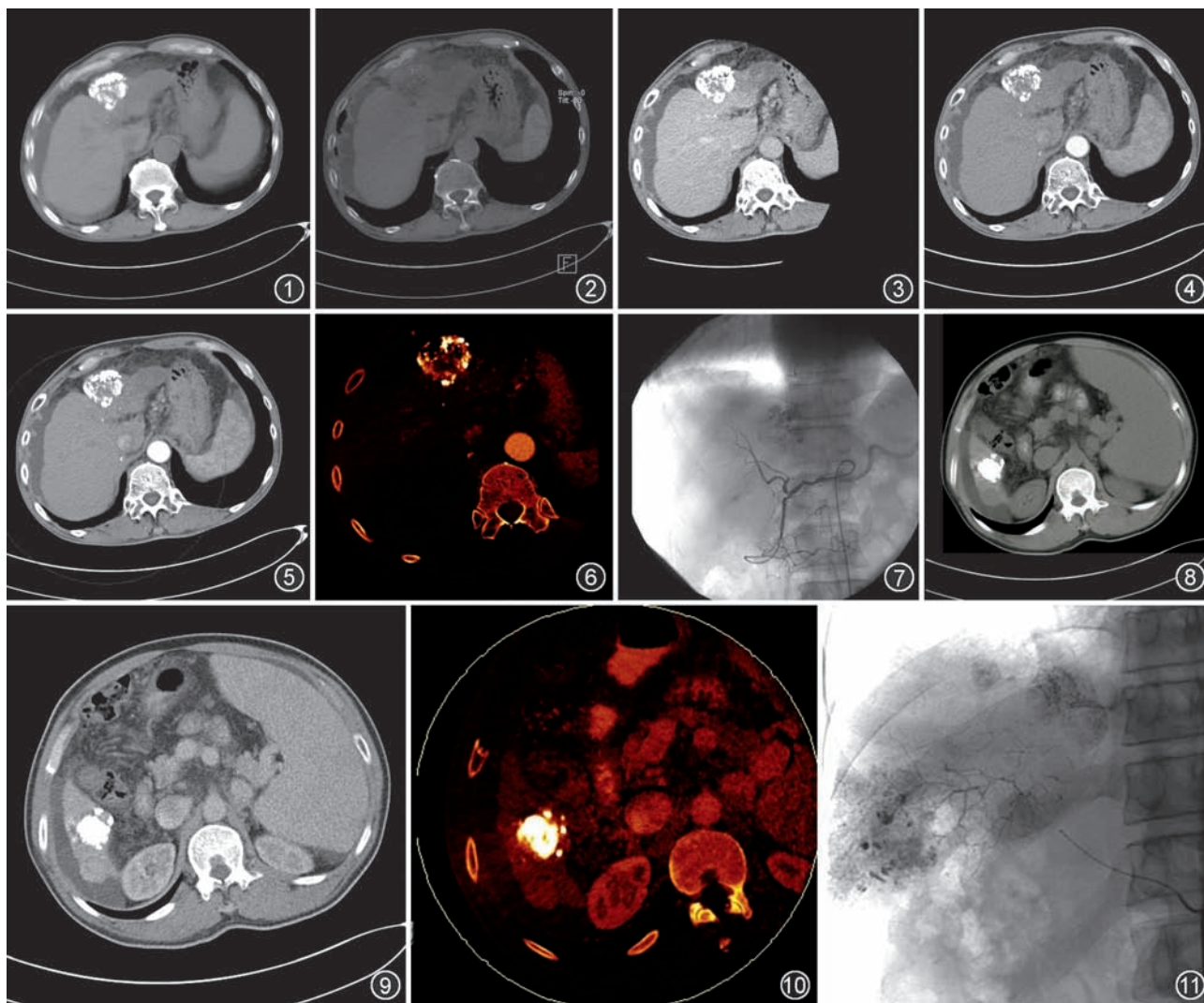


图 1~7 男,56 岁,肝细胞癌(HCC)1 次经皮肝动脉化疗栓塞术(TACE)后。图 1 为常规 CT 平扫图像,示病灶位于肝左叶被膜下,碘油沉积不均,前部较致密。图 2 为虚拟平扫图像,图像中的碘油被去除,碘油遮盖下的肝组织直接显示,前部为实质性组织,中间为低密度坏死组织。图 3,4 为 80 kV、404 mA 及 140 kV、96 mA 时的动脉期图像,前者图像中组织细节更清晰,但图像质量不如后者,前者中左侧腹部未在 26 cm×26 cm 的 FOV 范围内。图 5 为 80 与 140 kV 数据融合得到的图像,与常规扫描中 120 kV 的图像相同,密度介于 80 与 140 kV 图像之间。图 6 为彩色编码图像,显示了双能量扫描范围内碘剂的分布情况,其中骨皮质颜色也很亮。图 7 为肝动脉造影图像,示病灶上部有不均匀肿瘤染色 图 8~11 男,43 岁,1 次 TACE 治疗后的 HCC 患者。图 8 为常规 CT 平扫图像,示 S6 内的碘油沉积病灶,其后方被膜下可见一类圆形低密度结节,边缘向轮廓外突出。图 9 为融合动脉期图像,碘油沉积病灶后方片状肝组织强化,边界不清,提示为治疗后肿瘤进展;另见肝脏被膜下结节包膜完整,动脉期强化明显,提示为新发病灶。图 10 为彩色编码图像,示含碘剂浓度较低的肝实质为暗红色, TACE 术后沉积的碘油为亮橙色,其后方结节表现为橘黄色。图 11 示 DSA 证实这 2 个病灶均有染色,周围肝内另见多个异常染色结节

性不同,区分不同成分的组织^[6,12]。增强期双能量扫描数据通过后处理得到的虚拟平扫图像,与常规 CT 平扫图像特点相同^[13],在 TACE 术后的病灶中,其优势为可去除沉积的碘油,消除硬化伪影对残存肿瘤的影响。而彩色编码图像则是将碘剂信息单独提取出来,主要反映组织强化的信息。

本研究中 B 方法在虚拟平扫图像中直接观察碘油掩盖下的残存活性肿瘤组织,利用增强后图像与虚拟平扫图像对比观察碘油沉积灶周围组织的强

化特征,对肿瘤残存及复发转移的诊断较常规方法更敏感。误诊的 1 个病灶及漏诊的 2 个病灶均为 TACE 治疗后,其中 1 个病灶位于肝左叶,距离胃较近,胃内气体产生的伪影对虚拟平扫图像影响较大,表现为不均匀低密度改变,使残存肿瘤组织的观察及强化难以准确判断。另外 2 个病灶内可见少量极高密度的碘油,在虚拟平扫图像中不能完全去除,干扰了肝内残存活性肿瘤组织的显示,这也证实了在 TACE 治疗后的 HCC 病灶中,均匀沉积的碘油下也

可残存有活性的肿瘤组织^[11]。

回顾性分析彩色编码图像发现, TACE 术后沉积的高密度碘油为亮橙色, 有异常强化的病灶为橘黄色, 与周围暗红色的肝实质对比明显。可见彩色编码图像中的颜色亮暗与碘剂密度有关, 组织内的强化越明显, 则对应的彩色编码图像中颜色越亮。因此对于 TACE 术后肝内的新发病灶, 彩色编码图像能够直观的显示其动脉期血供增加的特点, 无需与 CT 平扫图像对比。而在 TACE 治疗后有碘油沉积的病灶中, 由于亮橙色会掩盖有强化病灶的显示, 其应用价值有限。

双能量 CT 扫描的物质基础是不同物质的原子量差异使其在不同能级下对 X 线的吸收系数不同, 因此其无法区分沉积的碘油及增强扫描进入组织内的含碘对比剂, 与常规增强 CT 相比, 同样无法单独获得 TACE 术后病灶内的增强信息。但通过双能量 CT 扫描得到的虚拟平扫图像可去除碘油, 直接显示碘油遮盖下的残存肿瘤组织, 并能基本克服碘油产生的放射状伪影。综上所述, 双能量 CT 扫描在 TACE 术后复查中优于常规 CT 动态增强, 与 DSA 一致性良好。同时彩色编码图像能提供更多碘剂分布信息, 敏感发现新发病灶。

参 考 文 献

[1] Zangos S, Gille T, Eichler K, et al. Transarterial chemoembolization in hepatocellular carcinomas: technique, indications, results. Radiology, 2001, 41:906-914.

[2] Comier JN, Thomas KT, Chri RS, et al. Management of hepatocellular carcinoma. J Gastrointest Surg, 2006, 10: 761-780.

[3] Herber S, Biesterfeld S, Franz U, et al. Correlation of multislice CT and histomorphology in HCC following TACE: predictors of outcome. Cardiovasc Intervent Radiol, 2008, 31:768-777.

[4] Barqellini I, Viqnali C, Cioni R, et al. Hepatocellular carcinoma: CT for tumor response after transarterial chemoembolization in patients exceeding Milan criteria: selection parameter for liver transplantation. Radiology, 2010, 255: 289-300.

[5] Schima W, Ba-Ssalamah A, Kurtaran A, et al. Post-treatment imaging of liver tumors. Cancer Imaging, 2007, 7:S28-S36.

[6] Flohr TG, McCollough CH, Bruder H, et al. First performance evaluation of a dual-source CT (DSCT) system. Eur Radiol, 2006, 16:256-268.

[7] Barone M, Ettorre GC, Ladisa R, et al. Transcatheter arterial chemoembolization (TACE) in treatment of hepatocellular carcinoma. Hepatogastroenterology, 2003, 50:183-187.

[8] Higuchi T, Kikuchi M, Okazaki M. Hepatocellular carcinoma after transcatheter hepatic arterial embolization: a histopathologic study of 84 resected cases. Cancer, 1994, 73:2259-2267.

[9] Jordi B, Morris S, Josep ML, et al. Clinical management of hepatocellular carcinoma; conclusions of the Barcelona-2000 EASL conference. J Hepat, 2001, 35:421-430.

[10] Asayama Y, Yoshimitsu K, Nishihara Y, et al. Arterial blood supply of hepatocellular carcinoma and histologic grading: radiologic-pathologic correlation. AJR, 2008, 190:W28-W34.

[11] Lencioni R, Llovet JM. Modified RECIST (mRECIST) assessment for hepatocellular carcinoma. Semin Liver Dis, 2010, 30:52-60.

[12] Johnson TR, Krauss B, Sedlmair M, et al. Material differentiation by dual energy CT: initial experience. Eur Radiol, 2007, 17: 1510-1517.

[13] 钱玉娥, 胡红杰, 张峭巍, 等. 新双源 CT 虚拟平扫技术在肝脏检查中的应用. 中华放射学杂志, 2011, 45:120-123.

(收稿日期:2011-05-11)

(本文编辑:张晓冬)

· 消息 ·

第二十一期胃肠道传统造影及消化系影像新进展学习班通知

上海交通大学附属第六人民医院和上海市卫生局将于 2011 年 11 月上、中旬在上海交通大学附属第六人民医院联合举办第二十一期胃肠道传统造影及消化系影像新进展学习班。学习班属国家级继续教育项目(项目编号:2011-09-01-122), 学分 10 分。重点介绍: 胃肠道造影原理、应用、现状及进展; 胃肠道综合检查(包括钡检、螺旋 CT、内镜、腔内超声、MRI 等)、腹膜和腹膜腔病变、小肠造影(演示)、小肠出血的影像学检查线路、肠缺血性病变、食管和咽-食管连接的影像学、吞咽困难影像学、消化道肿瘤的介入治疗等。学

费 900 元, 食宿统一安排, 费用自理。

欲参加者请于近期来函或来电报名, 届时将向报名者投发入学通知。联系地址: 上海市宜山路 600 号, 上海交通大学附属第六人民医院科教处汤佩文, 邮编: 200233, 电话: 021-24058247, Email: tangpeiwen71@ yahoo. com. cn, zhuangxinqi@ yahoo. cn。

(上海交通大学附属第六人民医院)