

临床研究

DOI: 10.11699/cyxb20130734

320排容积 CT 灌注成像在原发性肝癌 TACE 术后 局部活性灶评估中的临床应用

张晓宇, 罗小平, 赵建农, 罗银灯, 倪卫国, 敬永勇, 彭 睿, 况 晓, 吴翠霞

(重庆医科大学附属第二医院放射科, 重庆 400010)

【摘要】目的:评价 320 排容积 CT 灌注在原发性肝癌经动脉插管化疗栓塞(transcatheter arterial chemoembolization, TACE)术后活性灶评估中的临床应用价值。**方法:**36 例原发性肝癌 TACE 术后 1~3 月行上腹部灌注扫描,并于 1 周内行数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)检查对照。以 CT 灌注分析软件获得全肝灌注参数,将 DSA 结果作为标准,评估其对肝癌 TACE 术后活性灶的发现情况。对 320 排容积 CT 灌注扫描行辐射剂量分析。**结果:**36 例 TACE 术后患者扫描 36 次,评估病灶 43 个,CT 灌注发现活性病灶 34 个,诊断正确率约为 95.35%,灵敏度 100.00%,特异度约 81.80%,阳性预测值约 94.12%,阴性预测值 100.00%,阳性似然比 5.5,阴性似然比约为 0,约登指数约 81.80%。TACE 术后活性灶肝动脉血流量、门静脉血流量及肝动脉灌注指数与正常肝脏组织相比,差异有统计学意义($P<0.05$)。剂量对比发现低参数(100 kV、100 mA)灌注扫描较常规上腹部增强扫描辐射剂量低,稍高参数灌注扫描方案(100 kV、200 mA)辐射剂量仅轻度增高。**结论:**320 排容积 CT 灌注扫描可很好显示 TACE 术后活性病灶,在肝癌 TACE 术后随访中具有很高的临床实用价值。

【关键词】肝细胞癌;CT 灌注;数字减影血管造影;栓塞

【中国图书分类法分类号】R735.7;R814.42

【文献标志码】A

【收稿日期】2012-08-16

Clinical application of 320-detector row CT perfusion imaging in evaluating the activity of residual hepatocellular carcinoma after TACE

ZHANG Xiaoyu, LUO Xiaoping, ZHAO Jiannong, LUO Yindeng, NI Weiguo, JING Yongyong, PENG Rui, KUANG Xiao, WU Cuixia

(Department of Radiology, the Second Affiliated Hospital, Chongqing Medical University)

【Abstract】Objective: To assess clinical value of 320-detector row CT perfusion imaging (CTPI) in evaluating the activity of residual hepatocellular carcinoma (HCC) within 1-3 months after transcatheter arterial chemoembolization (TACE). **Methods:** Totally 36 patients with HCC underwent upper abdominal perfusion scan after receiving TACE and digital subtraction angiography (DSA) within one week after CT perfusion scan. Hepatic perfusion parameters were acquired by CT perfusion analysis software. Effects of CTPI on activity of residual HCC after TACE were evaluated by using DSA as a golden standard. Radiation doses of 320-detector row CT perfusion scan were analyzed. **Results:** CT perfusion scan was conducted for 36 times and 43 lesions were assessed. Totally 34 active lesions were detected by CT perfusion scan, with diagnosis accuracy of 95.35% approximate, sensitivity of 100.00%, specificity of 81.80% approximate, positive predictive value of 94.12% approximate, negative predictive value of 100.00%, positive likelihood ratio of 5.5, negative likelihood ratio of approximate 0 and Youden's index of approximate 81.80% in detecting the residual blood supplies. There were differences in active focal hepatic arterial flow, portal flow and hepatic arterial perfusion index of tissues after TACE compared with those of normal hepatic tissues. Perfusion scan with lower parameter (100 kV, 100 mA) had lower radiation dose than the conventional upper abdomen enhanced scan while that with higher parameter (100 kV, 200 mA) only had slightly higher radiation dose. **Conclusions:** 320-detector row CTPI can well display the activity of residual HCC after TACE. It is very useful for postoperative follow-up after TACE.

【Key words】 hepatocellular carcinoma; CT perfusion; digital subtraction angiography; embolization

经动脉插管化疗栓塞(transcatheter arterial chemoembolization, TACE)因疗效肯定、创伤小,已被公

认为中晚期肝癌的首选微创治疗方法^[1-2]。CT 灌注成像(CT perfusion imaging, CTPI)能够直接显示肝脏血流动力学状态,进而评估局部肿瘤病灶活性^[3-8]。既往器官 CT 灌注分析仅局限于病灶所在的个别层面,无法对病灶血供进行整体评价。320 排动态容积

作者介绍:张晓宇, Email: zhangxiaoyu215@yahoo.com,

研究方向:肿瘤影像诊断及血管介入治疗。

通信作者:罗小平, Email: luoxiaoping123@126.com。

CT探测器 Z 轴覆盖 16 cm,一次扫描可获得上腹部全部灌注图像,能对病灶整体行血流动力学分析,现将采用该方法的 36 例病例报告如下。

1 方 法

1.1 研究对象

我院 2011 年 10 月~2012 年 7 月行 TACE 治疗术后 1~3 月的原发性肝癌患者 36 例,其中,男 30 例,女 6 例,年龄 42~58 岁,平均 52.1 岁。纳入标准为:年龄<70 岁,生命体征平稳;肝功能 Child-Pugh 分级 A 级或 B 级;明确为巨块型肝癌并行 TACE 治疗;无肝动脉-门静脉瘘形成;无门静脉及腔静脉癌栓形成;无其他合并症;无对比剂过敏史。

1.2 设备与器材

Toshiba Aquilion ONE 320 排容积 CT;TOSHIBA INFX-8000V 数字平板血管机;5 F RH 管、4 F YASHIRO 超滑导管及 2.7 F SP 微导管(日本泰尔茂公司);超液态碘化油(法国加柏公司)。

1.3 技术方法

1.3.1 上腹部 CT 灌注扫描 扫描前禁食 4~6 h,取仰卧位并训练呼吸,用固定带固定胸腹部,先行定位扫描,再以动态容积扫描方式行上腹部灌注扫描,对比剂以高压双筒注射器自肘静脉注入(碘普罗胺,50~70 ml,6~8 ml/s)、生理盐水(20 ml,6~8 ml/s)。时间序列为:对比剂注入后即扫描 1 次,12~30 s 动脉期间隔 2 s 扫描,曝光 10 次;33~51 s 门脉期间隔 3 s 扫描,曝光 7 次;56~76 s 静脉期及平衡期间隔 5 s 扫描,曝光 5 次。扫描参数:100 kV,100 mA(200 mA),球管旋转 1 周 0.5 s,层厚 0.5 mm,扫描覆盖范围 16 cm。连续动态扫描共 23 次,产生 23 个连续的容积数据,每个容积数据产生 320 幅图像,每次上腹部灌注检查共获得 7 360 幅图像。

1.3.2 DSA 血管造影方法 对行 TACE 术后 1~3 月 CT 灌注有阳性结果或临床怀疑有肝癌残存或复发的病例,在 CT 灌注扫描后 1 周内,以 5 F RH 导管或 4 F YASHIRO 超滑导管选择性插管至腹腔干动脉、肝总动脉及膈下动脉等行数字减影血管造影(digital subtraction angiography,DSA)检查,再以 2.7 F SP 微导管超选择性插管至可疑肿瘤滋养动脉行 DSA 检查,依据 DSA 检查结果判定肿瘤血管及肿瘤染色。对比剂(碘帕醇,370 mgI/ml)以高压注射器注入,注入对比剂总量及速度依据目标血管大小确定;总量 3~15 ml,速度 1~5 ml/s。

1.3.3 图像处理

1.3.3.1 重建横断图像 将上述 23 组数据中第 1 组、肝动脉与门静脉显示最好的一组及最后一组重建横断位图像,层厚 5 mm,间距 5 mm(图 1A~D)。

1.3.3.2 体部灌注分析 将所有动态容积数据导入体部灌注分析程序进行图像对位,再将对位图像数据导入灌注分析程序,选取双血供灌注模式,标记腹主动脉、门静脉主干、肝

脏实质和脾脏实质,生成相应的时间密度曲线(time-density curve,TDC)。通过灌注分析生成灌注伪彩图(包括横断位、冠状位及矢状位)。避开大血管及脏器边缘,选取正常肝脏组织(距离病灶 2~5 cm)、肝癌组织为感兴趣区(regions of interest,ROI),通过最大斜率法计算获得其肝动脉血流量(arterial flow,AF)、门静脉灌注值(portal flow,PF)以及肝动脉灌注指数(perfusion index,PI),ROI 应尽可能大。其中正常肝脏组织与肝癌组织在同一病例中选取。为减少误差,对于肿瘤与正常肝组织分别选取 3 个不同点(包括轴位、矢状位及冠状位)进行测量,平均值为最终测量结果。通过自动生成的 TDC 获得组织灌注的峰值时间及强化峰值(图 1E~H)。

1.3.4 资料分析及处理 由 1 名副主任医师、2 名主治医师对全肝灌注处理及分析,以 DSA 为标准对全肝 CTPI 结果进行对比分析、评价(图 1I~K)。由于原发性肝癌主要为肝动脉供血,表现为高 AF、低 PF 及高 PI,对应灌注彩图上主要表现为 AF 图为红色或黄色、PF 图为蓝色或紫色,PI 图为红色或黄色,因此在这些区域选择 ROI 分析肿瘤组织的灌注情况。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 19.0 软件处理数据。定量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,对介入术后感兴趣区灌注值进行配对 *t* 检验,参考值范围采用 95%可信区间;定性资料的比较用卡方检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结 果

36 次灌注扫描均能获得 TACE 术后灌注扫描重建的平扫、增强各期容积图像;1 次灌注扫描因动静脉瘘形成导致灌注分析失败。累计对 43 个病灶进行评估,肝左叶 4 处,右叶 39 处,肝尾叶 0 处,CT 灌注检出术后活性病灶 34 处,占总体评估病灶的 79.07%。

2.1 TACE 术后呈现不同碘油沉积类型

综合王建平等^[9]、王洪生和王风云^[10]的碘油沉积分类标准,结合临床将碘油沉积类型分为以下几种:I 型:碘油均匀一致的沉积于肿瘤内,边缘光整,沉积密实,沉积量达 95%以上;II 型:肿瘤内碘油沉积有部分缺失,沉积量约 70%~95%;III 型:碘油呈散在斑片状分布于肿瘤内,但沉积量约 30%~70%;IV 型:肿瘤内仅有少量碘油沉积,沉积量少于 30%。结果见表 1。

表 1 不同碘油沉积类型对应 CTPI 结果

Tab.1 Results of CTPI corresponding to different lipiodol deposition types

碘油沉积类型	CTPI 定性		合计(n)
	阳性(n)	阴性(n)	
I 型	0	5	5
II 型	21	3	24
III 型	9	1	10
IV 型	4	0	4

2.2 以 DSA 造影为金标准评价介入术后全肝灌注情况

根据表 2 可以计算出 CTPI 的诊断正确率 $\approx 95.35\%$,灵敏度 $=100\%$,特异度 $\approx 81.8\%$,阳性预测值 $\approx 94.12\%$,阴性预测值 $=100\%$,阳性似然比 $=5.5$,阴性似然比 ≈ 0 ,约登指数 $\approx 81.8\%$ 。

表 2 以 DSA 为金标准对肝癌 CTPI 进行评价 ($n=43$)

Tab.2 Evaluation on CTPI by using DSA as a golden standard ($n=43$)

CTPI	DSA		合计 (n)
	有活性 (n)	无活性 (n)	
阳性	32	2 ^a	34
阴性	0	9	9
合计	32	11	43

注: a, 术后病灶周围组织炎症反应严重, 无法判断是否为病灶活性组织, 将其列入 CTPI 阳性中

2.3 TACE 术后复发或残存病灶与正常肝组织灌注参数对比
介入术后活性病灶的 AF 及 PI 较正常肝组织组织明显升高, PF 较正常组织明显降低, 差异有统计学意义 ($P<0.05$), 结果如表 3 所示。

表 3 肿瘤活性灶与正常肝组织灌注参数值对比 ($n=34$)

Tab.3 Comparison on CTPI parameters between active tumor lesions and normal liver tissues ($n=34$)

灌注参数	肿瘤活性灶	正常肝组织	P 值
AF[ml/(min·ml)]	135.16 $\pm$ 54.77	60.29 $\pm$ 17.73	0.000
PF[ml/(min·ml)]	101.84 $\pm$ 71.53	140.07 $\pm$ 39.36	0.004
PI (%)	52.38 $\pm$ 16.49	29.08 $\pm$ 8.04	0.000

2.4 肿瘤活性灶的 TDC 走形图

本次实验中术后活性灶 TDC 走形大致表现为“速升速降”型, 强化峰值晚于腹主动脉峰值。

2.5 辐射剂量

本实验在预实验阶段使用的扫描参数 100 kV、100 mA 可以获得满意的灌注彩图, 但较多患者重建各期轴位横断图像及 3 组血管成像显示不佳, 后改用 100 kV、200 mA 均可获得满意图像。统计两者辐射剂量的剂量长度乘积 (dose-length product, DLP), 并根据腹部权重因子 0.015 计算有效剂量 (effective dose, ED) 单位 mSv, 分别与常规腹部增强扫描对比 ($n=16$)。常规上腹部平扫+增强扫描病例为随机选择, 扫描范围上至膈顶, 下至双肾下极, 见表 4。

表 4 常规 CT 平扫 + 增强扫描与灌注扫描辐射剂量对比

Tab.4 Comparison on radiation dose between regular plain CT scan combined with enhanced scan and CTPI

辐射量	常规 CT 平扫 + 增强	灌注 1	灌注 2
例数 (n)	16	16	16
DLP (mGy·cm)	2 172.56 $\pm$ 196.65	1 128.10	2 256.30
ED (mSv)	32.58 $\pm$ 2.95	16.92	33.84

注: 灌注 1, 扫描参数为 100 kV、100 mA; 灌注 2, 扫描参数为 100 kV、200 mA

3 讨论

作为中晚期肝癌最常用、有效治疗手段, TACE 的重要性越来越突显。因肝癌供血的多源性、侧枝循环存在^[11-12]、门静脉癌栓^[13]、栓塞不彻底及肝癌本身复发率极高等因素致使该手术常需反复多次实施及复查。现常用复查方法有 CT、MRI、超声、PET、血管造影等, 以 CT 和 MRI 常用。因高密度碘油的影响, 对于碘油沉积区内及周围的活性病灶常规 CT 增强扫描往往难以评判。碘油虽对 MRI 信号无明显影响, 但病灶周围的坏死、出血、纤维间隔对 MRI 信号有干扰^[14]。作为又一个不受碘油影响的检查方式, CTPI 所形成的灌注图, 能够明确显示肝脏的血流动力学状况, 并通过不同的色阶更直观的反应不同区域的血流灌注情况。Toshiba 320 排动态容积 CT, 不再局限于 CTPI 仅针对病灶上下几个层面来分析, 而是通过容积扫描方式, 一次扫描就能获得整个肝脏的整体灌注情况, 达到对病灶更全面、更完整、更准确的评价。

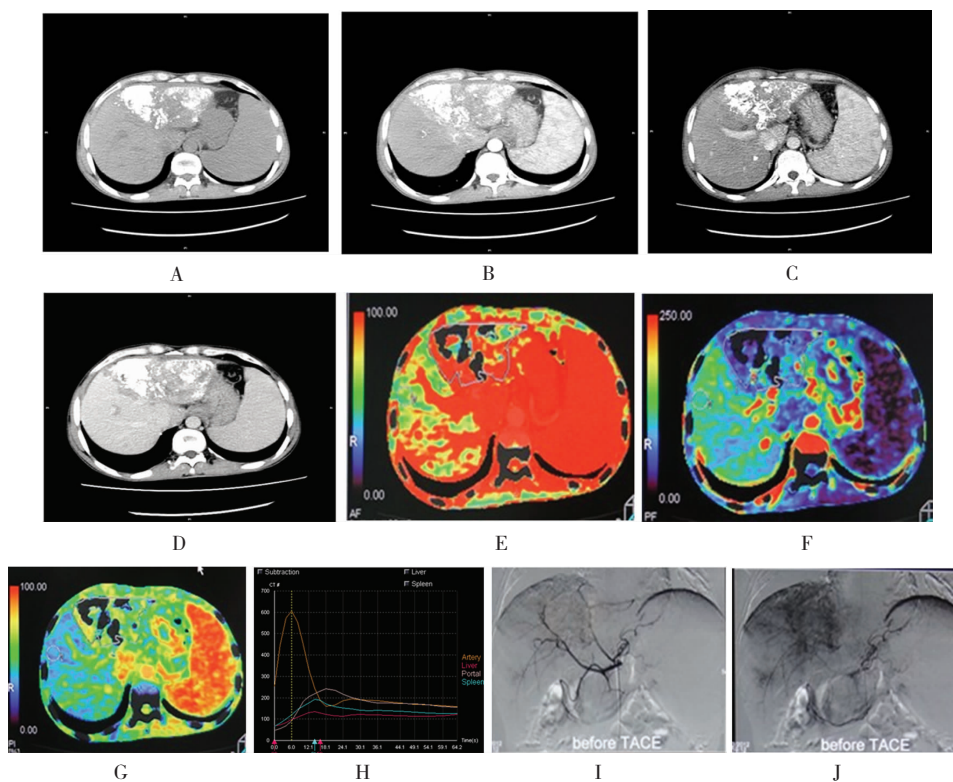
3.1 CTPI 对于术后残存或复发病灶的评估

随着 TACE 手术方案的逐步改进, 在对本院小肝癌介入术后短期随访 (< 6 个月) 中, 绝大多数病灶碘油沉积密实, 很少发现明显的术后活性病灶。对于体积较大或血供复杂的病灶, 往往一次 TACE 治疗未能彻底杀灭肿瘤组织, 术后随访中发现活性病灶的机率较大。王建平等^[9]、王洪生和王风云^[10]认为 TACE 术后碘油沉积量及类型与预后存在相关关系。本实验评估术后活性灶所选择的病灶均为巨块型肝癌 (直径 > 10 cm), 结合术后碘油沉积情况, 发现碘油沉积密实的区域无血流灌注, 对于碘油缺损或沉积稀疏的区域发现明显高肝动脉灌注的机率较大, 即这些碘油沉积方式有较高术后活性灶的可能性 (图 1)。在对术后活性灶随访评估中, 与 DSA 对比, 发现 320 排容积 CT 灌注扫描的灵敏度及特异度均较高。但部分病灶术后周围炎症反应严重, 尤以碘油沉积密实的病灶突出, 表现为明显高 AF 及高 PF, 相应区域局部肝动脉 PI 也较高, 在灌注图上显示为红色或黄色, 遮盖了可能存在的活性病灶, 无法明确判断 (图 2A~C)。实验中发现有 2 个病灶周围存在严重炎症反应, CT 增强扫描无法明确判断有无活性病灶, 统计 CTPI 阳性病灶时结合其碘油沉积局部有缺失将其视为阳性结果, 随后 DSA 检查证实无活性病灶 (表 2)。对于绝大多数活性病灶, 术后周围炎症反应与活性病灶能够区分开来, 后者

主要表现为高 AF、相对低 PF 以及高 PI, 尤其以低 PF 及高 PI 表现明显(图 1E~G), 其与术后 DSA 对比准确率高。

黄光明等^[15]使用 GE 16 层 CT 行 CTPI 检查评估 TACE 术后活性灶时, 获得 TDC 图有 2 种。第 1

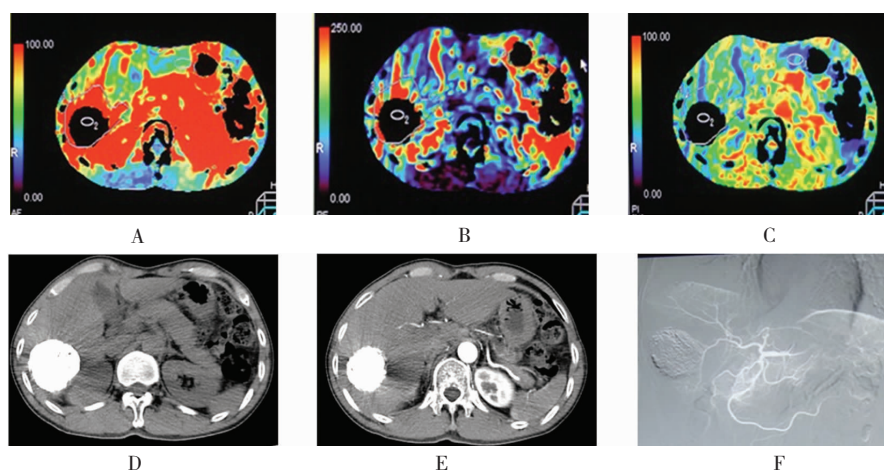
种与本实验相同, 表现为“速升速降”型; 第 2 种表现为“缓慢上升”型, 但介于门静脉与非瘤区肝组织之间。本次实验中获得肿瘤活性灶的 TDC 图均表现为“速升速降”型(图 1H), 对于未出现“缓慢上升”型, 笔者认为可能与所选患者病灶病理性质以及供



A~D. 灌注扫描后重建平扫及增强各期横断图像, 左肝病灶区碘油沉积区内部分缺失, 增强扫描动脉期无法明确判断有无活性灶存在; E~G. 灌注彩图, 左肝区碘油沉积区内及周围存在高 AF、低 PF 及高 PI, 考虑该区域存在肿瘤活性灶; H. 肿瘤活性灶 TDC 图。肿瘤活性灶 TDC 呈“速升速降”型; I~J. 该患者行灌注扫描 1 周内 TACE 治疗中 DSA 图, 左肝区不规则团片状肿瘤染色影, 毛细血管期显示更清

图 1 男, 46 岁, 肝癌首次介入术后 6 周复查

Fig.1 46-year-old male underwent CT perfusion review scan in the sixth week after the first TACE



A~C. 碘油沉积区周围出现高 AF、高 PF 及相对稍高 PI 异常灌注区; D~E. 灌注扫描后重建平扫及动脉期的轴位横断位图像, 可见病灶区碘油沉积密实; F. DSA 造影未见明显肿瘤染色及肿瘤血管影

图 2 男, 47 岁, 首次介入术后 6 周复查

Fig.2 47-year-old male underwent CT perfusion review scan in the sixth week after the first TACE

血类型不同有关。

3.2 CTPI 的辐射剂量

应用 320 排容积 CT 对比常规 CT 平扫+增强和上腹部灌注扫描发现,设置 CTPI 扫描参数为 100 mA、100 kV 时,灌注扫描辐射剂量反而小于常规扫描平均值。扫描参数设置为 200 mA、100 kV 时,仅轻度增加(表 4)。因此,笔者认为在仅评估术后活性灶的灌注扫描中(不要求重建轴位图像及三维血管显示良好),应用低辐射剂量扫描方案,能够满足灌注需求,临床实用价值较高。同时,可以通过后续研究,寻求既可以同时满足灌注及轴位重建图像、血管成像的要求又能进一步减低辐射剂量的扫描方案,实现上腹部“一站式”检查在临床上的广泛应用。

320 排容积 CT 在 TACE 术后复查中具有重要的应用价值,但是一些不足之处仍然存在。虽然其探测器 Z 轴能覆盖 16 cm,但对于一些肝脏较大的患者,仍然无法将肝脏覆盖完全;此外对于灌注参数分析,目前仅有 AF、PF、PI 值的分析,分析参数较少。这是未来需要进一步解决的问题。

现临床上使用 DSA 作为确诊介入术后肝癌组织活性的标准,但属有创检查且费用较高,320 排容积 CT 灌注扫描对肝癌术后活性灶具有很高的灵敏度和特异度,结合临床上相应辅助检查结果,能够很好的判断术后病灶活性,因此,在术后随访中具有很高的临床应用价值。

参 考 文 献

- [1] 李树斌.原发性肝癌的介入治疗[J].中国现代医药应用,2011,5(2):70-71.
- [2] Li S B. Interventional therapy of primary liver cancer[J]. Chinese Journal of Modern Drug Application, 2011, 5(2): 70-71.
- [3] Cheng H Y, Wang X, Chen D, et al. The value and limitation of transcatheter arterial chemoembolization in preventing recurrence of resected hepatocellular carcinoma[J]. World J Gastroenterol, 2005, 11(23): 3644-3646.
- [4] 吴嘉兴, 梅铭惠. CT 灌注成像在肝癌诊断中的应用[J]. 中华肝胆外科杂志, 2010, 16(8): 634-637.
- [5] Wu J X, Mei M H. Application of CT perfusion imaging in diagnosing liver cancer[J]. Chinese Journal of Hepatobiliary Surgery, 2010, 16(8): 634-637.
- [6] Sahani D V, Holalkere N S, Mueller P R, et al. Advanced hepatocellular carcinoma: CT perfusion of liver and tumor tissue—initial experience[J]. Radiology, 2007, 243(3): 736-743.
- [7] 肖亦明, 杨建勇, 江利, 等. 肝动脉栓塞术后肝脏血流动力学改变的 CT 灌注成像[J]. 广东医学, 2006, 27(6): 798-799.
- [8] Xiao Y M, Yang J Y, Jiang L, et al. Experimental study on hepatic hemodynamic changes after transcatheter arterial embolization with CT perfusion imaging[J]. Guangdong Medical Journal, 2006, 27(6): 798-799.
- [9] 黄渊全, 贾中芝, 冯耀良, 等. CT 灌注成像在肝癌 TACE 术后疗效评价中的应用价值[J]. 介入放射学杂志, 2009, 18(6): 437-441.
- [10] Huang Y Q, Jia Z Z, Feng Y L, et al. Clinical application of CT perfusion imaging in estimating the efficacy of transcatheter arterial chemoembolization for the treatment of hepatocellular carcinoma[J]. Journal of Interventional Radiology, 2009, 18(6): 437-441.
- [11] Tsushima Y, Funabasama S, Aoki J, et al. Quantitative perfusion map of malignant liver tumors, created from dynamic computed tomography data[J]. Acad Radiol, 2004, 11(2): 215-223.
- [12] Ng C S, Chandler A G, Wei W, et al. Effect of dual vascular input functions on CT perfusion parameter values and reproducibility in liver tumors and normal liver[J]. J Comput Assist Tomogr, 2012, 36(4): 388-393.
- [13] 王建平, 侯鲁强, 刘军伟, 等. 肝癌碘油栓塞后碘油沉积量与疗效的相关性[J]. 实用医药杂志, 2008, 25(3): 308.
- [14] Wang J P, Hou L Q, Liu J W, et al. Correlation of lipiodol deposition and therapeutic effect after embolization of liver cancer[J]. Practical Journal of Medicine & Pharmacy, 2008, 25(3): 308.
- [15] 王洪生, 王风云. TACE 术后碘油沉积形态的分型及临床意义[J]. CT 理论与应用研究, 2001, 10(1): 5-7.
- [16] Wang H S, Wang F Y. A signification of sediment grouping after TACE intraarterial infusion of iodized oil[J]. Computerized Tomography Theory and Applications, 2001, 10(1): 5-7.
- [17] Geschwind J F, Ramsey D E, Cleffken B, et al. Transcatheter arterial chemoembolization of liver tumors: effects of embolization protocol on injectable volume of chemotherapy and subsequent arterial patency[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2003, 26(2): 111-117.
- [18] 邱怀明, 陈敬华, 袁远, 等. 肝外滋养动脉在原发性肝癌介入治疗中的意义[J]. 医学影像学杂志, 2011, 21(7): 1024-1026.
- [19] Qiu H M, Chen J H, Yuan Y, et al. Significance of extrahepatic nutrient artery on interventional therapy of primary liver carcinoma[J]. Journal of Medical Imaging, 2011, 21(7): 1024-1026.
- [20] 商春雨, 苏洪英, 刘静, 等. 原发性肝癌肝动脉化疗栓塞术(TACE)预后多因素分析[J]. 现代肿瘤医学, 2011, 19(12): 2466-2469.
- [21] Shang C Y, Su H Y, Liu J, et al. Prognostic factors affecting TACE treatment in patients with primary hepatic carcinoma[J]. Journal of Modern Oncology, 2011, 19(12): 2466-2469.
- [22] 欧阳育树, 范卫君, 张亮, 等. 评价 MRI 对原发性肝癌经导管动脉化疗栓塞术后残癌的检出价值[J]. 广州医药, 2008, 39(2): 19-21.
- [23] Ouyang Y S, Fang W J, Zhang L, et al. Evaluating value of MRI in the diagnosing residual tumor after transcatheter arterial chemoembolization of hepatocellular carcinoma[J]. Guangdong Medical Journal, 2008, 39(2): 19-21.
- [24] 黄光明, 祖茂衡, 徐凯, 等. CT 灌注成像在肝癌 TACE 术后评估中的应用[J]. 中国介入影像与治疗学, 2009, 6(1): 63-66.
- [25] Huang G M, Zu M H, Xu K, et al. Evaluation of CT perfusion imaging to hepatocellular carcinoma after transcatheter arterial chemoembolization with olipidol[J]. Chinese Journal of Interventional Imaging and Therapy, 2009, 6(1): 63-66.

(责任编辑: 关蕴良)