

- [19] Shiue K, Song A, Teh BS, et al. Stereotactic body radiation therapy for metastasis to the adrenal glands[J]. *Expert Rev Anticancer Ther*, 2012, 12: 1613-1620.
- [20] Wieners G, Pech M, Rudzinska M, et al. CT-guided interstitial brachytherapy in the local treatment of extrahepatic, extrapulmonary secondary malignancies[J]. *Eur Radiol*, 2006, 16: 2586-2593.
- [21] 葛永斌, 范卫君, 张亮, 等. CT 导向下  $^{125}\text{I}$  粒子植入治疗肾上腺恶性肿瘤[J]. *介入放射学杂志*, 2011, 20: 307-310.
- [22] 张炜浩, 郭志, 邢文阁, 等. CT 导向下  $^{125}\text{I}$  粒子植入挽救治疗肾上腺转移瘤 11 例近期疗效评价[J]. *介入放射学杂志*, 2013, 22: 815-818.
- [23] 张亮, 黄子林, 张福君, 等. CT 引导下介入  $^{125}\text{I}$  粒子置入联合化学消融治疗腹膜后恶性肿瘤[J]. *中华放射学杂志*, 2008, 42: 52-55.

(收稿日期:2015-08-14)

(本文编辑:俞瑞纲)

## ·临床研究 Clinical research·

### 能谱 CT 在肝癌 TACE 术后评估中的应用

王 军, 沈加林

**【摘要】** 目的 利用能谱 CT 探讨 TACE 在 HCC 治疗中的价值。方法 对 44 例 HCC 患者进行能谱 CT 扫描,利用能谱分析软件(GSI)对图像进行后处理,用混合能量和单能量图像观察病灶,在病灶最大层面测得首次发现未经介入治疗患者的 HCC 病灶(A 组)、TACE 术后无碘油沉积的部分病灶(B 组)、术后远处新发病灶(C 组)动脉期及门静脉期的碘含量并计算其标准化碘浓度(NIC)、肝癌碘浓度比率(ICratio)。结果 TACE 术后 B 组 ICratio 值明显低于 A 组和 C 组 ICratio 值,分别为(0.43±0.09)、(0.66±0.06)、(0.63±0.04),B 组和 A、C 组 ICratio 值差异均有统计学意义( $P<0.05$ ),A、C 两组 ICratio 值差异无统计学意义( $P>0.05$ )。4 次以上 TACE 术 B 组部分病灶 ICratio 值小于 1~4 次 TACE 术后部分病灶 ICratio 值,分别为(0.38±0.07)、(0.46±0.08),两者差异有统计学意义( $P<0.05$ ),同一病灶术前 ICratio 值在碘油沉积区(0.65±0.05)与无碘油沉积区(0.61±0.03)差异无统计学意义。结论 肝动脉化疗栓塞对术后无碘油沉积 HCC 病灶部分同样具有一定疗效,且疗效与介入次数有关,而对远处新发病灶并无影响。同时能谱 CT 可以很好地评价肝动脉化疗栓塞的疗效。

**【关键词】** 能谱 CT; 原发性肝癌; 肝动脉化疗栓塞

中图分类号:R735.7 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2016)-05-0439-04

**The application of energy spectral CT in evaluating the therapeutic effect of TACE for hepatocellular carcinoma** WANG Jun, SHEN Jia-lin. *Department of Interventional Oncology, Affiliated Renji Hospital, School of Medicine, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200127, China*

Corresponding author: SHEN Jia-lin, E-mail: Shengarlin@sina.com

**【Abstract】** **Objective** With the help of spectral CT scan to investigate the therapeutic effect of transcatheter arterial chemoembolization (TACE) for primary hepatocellular carcinoma (HCC). **Methods** Energy spectral CT scan was carried out in 44 patients with primary HCC, by using energy spectrum analysis software (GSI) the images were post-processed. The images obtained by mixed energy and single energy were used to observe the lesions. HCC lesions that were first detected on the maximum level of the lesion in patients having not received interventional therapy (group A), the lesions showing no iodine oil deposit after TACE (group B) and the distant newly developed lesions (group C) were determined. **Results** After TACE, ICratio value of group B (0.43±0.09) was significantly lower than that of group A and group C (0.66±0.06 and 0.63±0.04 respectively). The difference in ICratio value was statistically significant between group B and

group A as well as between group B and group C ( $P < 0.05$ ), while no statistically significant difference in ICratio value existed between group A and group C ( $P > 0.05$ ). In group B, the ICratio values of the lesions, which had received TACE procedure over 4 times ( $0.38 \pm 0.07$ ), were smaller than those of the lesions, which had received TACE procedure 1-4 times and showed no iodine oil deposit ( $0.46 \pm 0.08$ ), the difference between the two groups was statistically significant ( $P < 0.05$ ). Within the same lesion, no statistically significant differences in preoperative ICratio values existed between iodine oil deposit area ( $0.65 \pm 0.05$ ) and without iodine oil deposit area ( $0.61 \pm 0.03$ ). **Conclusion** TACE has certain therapeutic effect on HCC lesions that show no iodine oil deposit after TACE, and its effect is well related to the times of TACE procedure, but it has no effect on the distant newly developed lesions. Energy spectral CT scan can effectively evaluate the therapeutic efficacy of TACE. (J Intervent Radiol, 2016, 25: 439-442)

**【Key words】** spectral CT; primary hepatocellular carcinoma; transcatheter arterial chemoembolization

肝癌是常见的恶性肿瘤，早期症状多不明显，多数患者发现时已失去最佳治疗机会。TACE 作为不可切除肝癌的首选治疗方法，其无碘油沉积病灶疗效仍难以准确评估。能谱 CT 实现的物质分离技术可以直接测量增强后动脉期门脉期碘含量，能较准确评价肝血流动力学<sup>[1]</sup>。本文利用能谱 CT 实现的物质分离技术对肝动脉化疗栓塞在肝癌治疗中的价值进行定量评估。

**1 材料与方法**

**1.1 一般资料**

回顾性分析来我院就诊的经影像学、临床生化 and 病理确诊为 HCC 患者 44 例。其中未手术的患者 9 例，TACE 术后患者 35 例。将肝癌病灶分为未经治疗患者的 HCC 病灶(9 个 A 组)、TACE 术后无碘油沉积的部分病灶(32 个 B 组)、术后远处新发病灶(11 个 C 组)。病例确诊依据病理活检，术后病理或临床综合诊断。所有患者均进行腹部能谱 CT 扫描。

**1.2 方法**

**1.2.1 CT 检查方法** 采用 GE Discovery CT 750 HD (GE Healthcare, Wisconsin, USA) 能谱 CT 动脉期、门脉期、延迟期三期扫描。扫描范围为膈顶至双肾下极水平。扫描参数为：螺旋扫描，球管旋转速

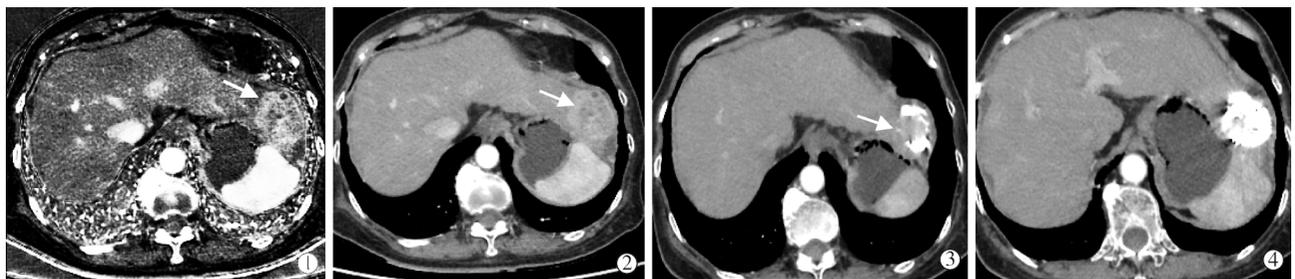
度 0.8 s/周，准直器宽度 40 mm，螺距系数：1.375：1，层厚 1.25 mm，DFOV 35 cm。两种不同的 Vp 即 (140 kVp 和 80 kVp) 瞬间切换，自动毫安技术。增强扫描对比剂为非离子型碘对比剂(碘克沙醇 370) 100 ml，注射速度为 4.0 ml/s。动脉期开始时间由智能监测扫描触发，监测的感兴趣区设在降主动脉，降主动脉 CT 值达 100 Hu 后触发扫描，门脉期、延迟期扫描在动脉期结束后 35 s、90 s 开始。

**1.2.2 图像分析与测量** 图像分析与测量均在工作站 AW4.4 上完成，将单能量图像(70 KeV)导入 GSI viewer 软件生成碘-水基物质图像进行分析。由 2 名具有 5 年以上诊断经验的放射科医师，在动脉期、静脉期轴位图像上选取肿瘤最大层面，在肿瘤病灶设定面积约 25 mm<sup>2</sup> 的类圆形感兴趣区(region of interest, ROI)，避开大血管、肿瘤坏死区、碘油沉积区，测定 ROI 中的碘含量。取 2 名医师所测得的数据的平均值作为测量结果，图 1、2。

所需测量的数据：肿瘤动脉期 NIC (ANIC)= 肿瘤碘浓度/腹主动脉碘浓度；肿瘤静脉期 NIC (VNIC)= 肿瘤碘浓度/门静脉碘浓度；肿瘤碘浓度比率 ICratio=ANIC/VNIC。

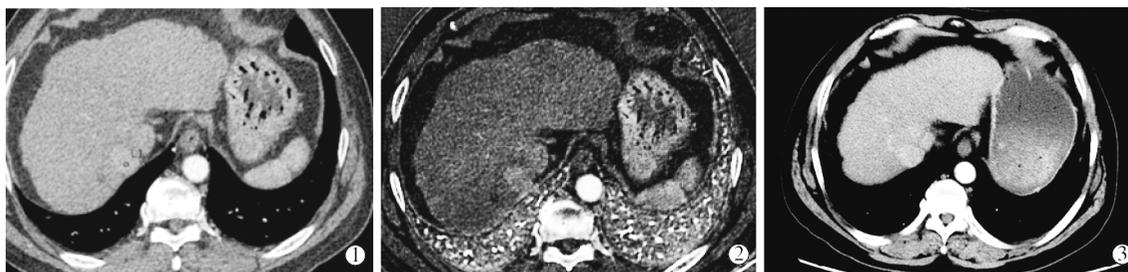
**1.3 统计学方法**

使用 SPSS 20.0 统计学软件进行统计学分析。



①②介入术前碘图及单能量图像示肝左叶 HCC；③④介入术后图像。①②③在同一层面示介入术前后无碘油沉积区域(箭头)和碘油沉积区；④图像示介入术后病灶碘油沉积较好

**图 1** 左叶 HCC 介入术前后能量 CT 成像图



①②介入术前单能量及碘图示肝右叶 HCC;③介入术后碘油沉积不理想

图 2 右叶 HCC 介入术前后单能量及碘图

计量资料用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,A、B、C 三组肝癌碘浓度比率分别进行比较采用 Bonferroni (dunn) *t* tests,不同介入次数两组之间比较采用成组设计 *t* 检验。均以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 患者一般资料见表 1。

表 1 患者一般资料

患者	<i>n</i> =44
年龄/岁	61(27~88)
性别/(男/女)	32/12
研究病灶/个	52
A 组(未手术)	9
B 组(术后无碘油沉积部分病灶)	32
C 组(术后新发病灶)	11
病灶大小/个	
≤5 cm	27
5~10 cm	15
≥10 cm	10

### 2.2 各病灶中 ICratio 测值

TACE 术后无碘油沉积病灶(B 组)ICratio 值低于未手术(A 组)和术后远处新发病灶(C 组)ICratio 值,B 组和 A、C 组 ICration 值差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),A、C 两组 ICratio 值差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 2。

表 2 各组病灶中 ICratio 测值

组别	病灶数	ANIC	VNIC	ICratio
A 组	9	0.30±0.04	0.46±0.06	0.66±0.06
B 组	32	0.21±0.06	0.51±0.09	0.43±0.09
C 组	11	0.31±0.03	0.48±0.05	0.63±0.04

4 次以上 TACE 术无碘油沉积的病灶 ICratio 值小于 1~4 次 TACE 术后无碘油沉积的病灶 ICratio 值,分别为 0.38±0.07、0.46±0.08,两者差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 3。

同一病灶碘油沉积区与无碘油沉积区术前 ICratio 值,分别为(0.65±0.05)、(0.61±0.03),差异无

表 3 行 TACE 次数与 ICratio 测值的关系

Class	N	ANIC	VNIC	ICratio
1-4 次	20	0.23±0.06	0.52±0.10	0.46±0.08
≥5 次	12	0.19±0.04	0.51±0.10	0.38±0.07
统计量( <i>t</i> / <i>Z</i> )值		-	-	-3.00
<i>P</i> 值		-	-	0.005

统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 4。

表 4 不同碘油沉积区 ICratio 测值

碘油不同沉积区	N	ANIC	VNIC	ICratio
碘油沉积区	9	0.28±0.03	0.44±0.04	0.65±0.05
无碘油沉积区	9	0.27±0.02	0.46±0.05	0.61±0.03
统计量( <i>t</i> / <i>Z</i> )值		-	-	1.64
<i>P</i> 值		-	-	0.13

## 3 讨论

HCC 具有高发病率、起病隐匿特点,发现时多已是晚期,虽然外科切除是 HCC 首选治疗方法,但仅有 10%~15% 的患者符合外科切除条件。TACE 被认为是不能切除肝癌首选治疗方法,不但具有确切疗效,同时也为患者行进一步肝切除及肝移植打下基础<sup>[2]</sup>。

先前研究普遍认为介入效果与碘油聚集程度有密切关联,根据术后碘油沉积差别将 HCC 病灶分为 5 级:0,未有碘油沉积;I,病灶少于 10%有碘油沉积;II,病灶少于 50%有碘油沉积;III,病灶大于 50%有碘油沉积;IV,病灶完全沉积。TACE 术后 HCC 病灶碘油聚集等级越高,介入效果越好<sup>[3]</sup>。然而,HCC 病灶无碘油沉积部分介入是否有疗效很难定量评估。

目前评估 TACE 疗效多用肿瘤大小和功能变化评价,用血流灌注变化评价介入疗效相对于传统的评价方法更为合理<sup>[4]</sup>,普通 CT 难以定量研究 HCC 血流动力学变化。能谱 CT 是近年发展起来 CT 的一种新技术,其单能量成像技术能有效优化图像质量,减少硬化伪影效果<sup>[5]</sup>。混合能量 CT 会出现平均衰减效应,会降低病灶与组织之间的对比度,能谱单能量成像可以消除这个效应,同时 101 张单能量

图像可以供我们选择最佳信噪比的单能量图像,从而提高病灶诊断率<sup>[6]</sup>。能谱 CT 将碘和水作为基本的标准物质,可以进行物质密度成像和定量分析,物质分离技术对研究肝脏血流动力学具有重要意义<sup>[5]</sup>,通过测量增强后肝动脉和门脉期碘含量可以估算出肝动脉指数<sup>[1,5]</sup>,同时,双能量碘图可避免碘油伪影,从而提高肝癌病灶诊断率<sup>[7]</sup>。

正常肝组织 70% 血供来源于门静脉,30% 来自肝动脉,而 HCC 病灶肝动脉指数(HAI)增高,门脉供血指数减少<sup>[8]</sup>。以往研究肝血流动力学多是用 CT 灌注<sup>[9]</sup>,有研究表明,CT 灌注测得的指标在评估 TACE 术后肿瘤病灶是否有活性具有较高的价值<sup>[10-11]</sup>,但 CT 灌注接受辐射剂量较大,未能广泛用于临床。能谱 CT 测得的碘含量能很好地反映肝脏各期的血供比例<sup>[1]</sup>。先前研究表明碘油沉积较好病灶介入疗效好,无碘油沉积病灶 TACE 术是否有疗效及如何评价疗效难以定论。表 2 数据显示 HCC 未经 TACE 术的病灶(A 组)ICratio 数值明显高于 TACE 术后碘油未沉积病灶部分(B 组),两者差异具有统计学意义( $P<0.05$ )。表明 TACE 术后,无碘油沉积 HCC 病灶动脉供血量减少,意味着介入手术对无碘油沉积 HCC 病灶部分同样具有一定疗效。而 C 组 ICratio 稍低于 A 组,但差异并无统计学意义( $P>0.05$ ),说明介入对远处新发病灶疗效有限,甚至并无疗效。表 3 数据显示 4 次以上介入后无碘油沉积病灶 ICratio 值低于 1~4 次术后无碘油沉积病灶 ICratio 值,表明即使是无碘油沉积的病灶,介入疗效也与介入次数有关,随着介入次数增多,无碘油沉积的病灶肝动脉供血量同样减少。而同一病灶碘油沉积区域与无碘油沉积区域术前能谱 ICratio 数值并无明显差异(表 4),可能是因为研究病例数较少,后续还需扩大样本量继续研究。

本研究的局限性:①病例相对较少;②未对不同大小的原发性肝癌进行分类研究,因为这不是本文的研究重点;③本研究为回顾性研究,未来将进行前瞻性研究来完善研究成果。

综上所述,TACE 对于 HCC 术后无碘油沉积的病灶同样具有一定疗效,且疗效与介入次数有关,同时能谱可以很好地定量评估 TACE 的价值。

#### [参考文献]

- [1] 赵丽琴,贺文,李剑颖,等.应用能谱 CT 研究肝硬化门静脉高压患者肝血流动力学变化[J].中华放射学杂志,2011,45: 782-783.
- [2] Bruix J, Sala M, Llovet JM. Chemoembolization for hepatocellular carcinoma[J]. Gastroenterology, 2004, 127(5 Suppl 1): S179-S188.
- [3] Yang L, Zhang XM, Zhou XP, et al. Correlation between tumor perfusion and lipiodol deposition in hepatocellular carcinoma after transarterial chemoembolization[J]. J Vasc Interv Radiol, 2010, 21: 1841-1846.
- [4] Sabir A, Schor-Bardach R, Wilcox CJ, et al. Perfusion MDCT enables early detection of therapeutic response to antiangiogenic therapy[J]. AJR Am J Roentgenol, 2008, 191: 133-139.
- [5] 陈克敏,林晓珠. CT 能谱成像临床应用与研究价值及展望[J].现代实用医学,2011,23: 841-844.
- [6] Zhao LQ, He W, Li JY, et al. Improving image quality in portal venography with spectral CT imaging[J]. Eur J Radiol, 2012, 81: 1677-1681.
- [7] 刘慧,武志峰,鄂林宁,等.双能量碘图在肝癌 TACE 术后疗效评估中的应用价值[J].影像诊断与介入放射学,2015,24: 113-117.
- [8] Li JP, Zhao DL, Jiang HJ, et al. Assessment of tumor vascularization with functional computed tomography perfusion imaging in patients with cirrhotic liver disease[J]. Hepatobiliary Pancreat Dis Int, 2011, 10: 43-49.
- [9] Miyazaki M, Tsushima Y, Miyazaki A, et al. Quantification of hepatic arterial and portal perfusion with dynamic computed tomography: comparison of maximum-slope and dual-input one-compartment model methods[J]. Jpn J Radiol, 2009, 27: 143-150.
- [10] 池嘉昌,沈加林,许建荣,等.全肝 CT 灌注成像在原发性肝癌 TACE 术后局部病灶活性评估中的临床应用[J].介入放射学杂志,2010,19: 540-543.
- [11] 迟秀婷,沈加林,程杰军,等. CT 灌注成像对评估 12 例 5 cm 以下肝癌介入治疗疗效[J].介入放射学杂志,2014,23: 772-776.

(收稿日期:2015-09-03)

(本文编辑:俞瑞纲)