

· 腹部疾病 ·

肝脏DECT成像中对比剂碘浓度对富血供肝细胞癌显示的影响*

1. 四川省遂宁市中心医院放射影像科 (四川 遂宁 629000)

2. 川北医学院附属医院放射科 (四川 南充 637000)

赵林伟¹ 董国礼² 杨国庆¹ 冯 敏¹ 赵秀华¹

【摘要】目的 根据体表面积(body surface area, BSA)调整碘剂量(17.1 gI/m²BSA)、固定对比剂注射时间(25s), 比较肝脏双能量CT(dual-energy CT, DECT)增强扫描中两种不同碘浓度对比剂对富血供肝细胞癌(Hepatocellular carcinoma, HCC)显示的影响。**方法** 300例病人被随机分为2组, A组注射300mgI/mL对比剂, B组注射370mgI/mL对比剂, 碘剂量根据BSA调整, 对比剂注射时间固定为25s。68例病人共83个病灶被证实为富血供HCC。在肝动脉晚期80 kVp、140 kVp或彩色碘覆盖图中, 比较高、低碘浓度对比剂间肿瘤-肝脏对比噪声比(tumor-to-liver contrast-to-noise ratio, TLCNR)。**结果** 80kVp图像中A、B两组平均TLCNR分别为(3.46±1.41)、(2.97±1.14)(P=0.08); 140kVp图像中A、B两组平均TLCNR分别为(0.89±0.75)、(0.87±0.70)(P=0.92); 彩色碘覆盖图中A、B两组平均TLCNR分别为(5.21±1.93)、(5.49±2.21)(P=0.53)。每个系列图像中, A与B两组间平均TLCNR差异没有统计学意义(P>0.05)。**结论** 在肝脏增强DECT成像中, 根据BSA调整碘剂量, 固定注射时间, 300 mgI/mL与370 mgI/mL对比剂间富血供HCC显示的清晰度差异无显著意义。

【关键词】 对比剂; 双能量CT; 肝细胞癌; 肝脏

【中图分类号】 R445.3

【文献标识码】 A

【基金项目】 四川省卫计委科研课题(140107)

DOI: 10.3969/j.issn.1009-3257.2017.02.020

Effect of Different Iodine Concentrations of Contrast Medium on the Conspicuity of Hypervascular Hepatocellular Carcinoma during Liver Dual-energy CT*

ZHAO Lin-wei, DONG Guo-li, YANG Guo-qing, et al., Department of Radiology, Suining Central Hospital, Suining 629000, Sichuan Province, China

[Abstract] Objective To compare the effects of contrast medium with two different iodine concentrations (iopamidol 300 mgI/mL and 370 mgI/mL) on the conspicuity of hypervascular hepatocellular carcinoma (HCC) during dual-energy CT (DECT) of the liver, use of a protocol with iodine dose adjusted for the patient's body surface area (BSA, 17.1 gI/m²BSA) and fixed injection duration (25s). **Methods** 300 patients were prospectively randomized into two groups. Patients in group A received iopamidol with an iodine concentration of 300 mgI/mL, B received iopamidol with an iodine concentration of 370 mgI/mL respectively. Iodine dose was adjusted according to BSA, with a fixed injection duration of 25 s. Sixty-eight patients had 83 hypervascular HCCs. Dual-energy acquisition mode was performed during late hepatic-arterial phase. Image quality and the tumor-to-liver contrast-to-noise ratio (TLCNR) were compared between higher-concentration contrast medium and lower-concentration contrast medium at 80- and 140-kVp and color iodine overlay images. **Results** Mean TLCNR at 80 kVp were (3.46±1.41) for group A and (2.97±1.14) for group B (P=0.08); mean TLCNR at 140 kVp were (0.89±0.75) for group A and 0.87±0.70 for group B (P=0.92), mean TLCNR at color iodine overlay images were (5.21±1.93) for group A and (5.49±2.21) for group B (P=0.53). Quantitative analysis did not show significant differences between groups (P>0.05) at 80- or 140-kVp or color iodine overlay images. **Conclusion** With fixed injection duration (25 s) and iodine load being tailored according to BSA, comparable conspicuity of hypervascular HCC can be achieved with 300 mgI/mL and 370 mgI/mL being injected at contrast-enhanced DECT imaging of the liver.

[Key words] Contrast Medium; Dual-energy CT; Hepatocellular Carcinoma; Liver

肝细胞癌(Hepatocellular carcinoma, HCC)发病率增加, 占原发性肝癌的90%以上^[1]。临床放射实践中CT增强扫描是检出HCC的重要方法。在肝脏CT增

强扫描中, 影响肝脏强化和HCC检出的技术参数包括对比剂碘浓度和注射方法、总碘剂量等, 这些参数在常规单能CT中已有较多的报道^[2-5]。

作者简介: 赵林伟, 男, 硕士研究生, 副主任医师, 主要研究方向: 腹部CT与MRI诊断

通讯作者: 董国礼

双能量CT (Dual-energy computed tomographic, DECT)在腹部肿瘤的显示、分期和随访中有潜在价值^[6]。目前在肝脏对比增强DECT成像中仍存在的问题是缺乏关于对比剂应用方案的一致性, 对比剂碘浓度对HCC检出的影响方面的文献报道较少。我们的研究目的是在双源双能量CT成像中, 根据体表面积(body surface area, BSA)调整碘剂量及固定对比剂注射时间, 在不同能量水平图像或碘图中, 比较两种不同碘浓度对比剂对富血供HCC显示的影响。

1 资料与方法

1.1 研究对象 2014年4月-2015年8月, 300例(男227例, 女73例; 年龄26~81岁, 平均58.1岁; BSA 1.11~1.91m², 平均1.51m²)临床怀疑肝脏病变, 拟行肝脏CT增强检查病人, 随机分为两组行肝脏双源CT双能量增强检查。孕妇、严重肾功能损害、心功能损害、碘对比剂过敏史及体质量指数(body mass index, BMI) > 25.0kg/m²的病人都排除在这项研究之外。

最终, 68例孤立或多发富血供HCC病人被纳入本研究(68例HCC病人特征见表1)。HCC诊断标准: 所有病例均经外科手术后或穿刺活检后组织病理学证实; 多发结节病人, 活检证实为HCC结节时, 当其它的结节具有同样的影像表现, 被认为多局灶性HCC。

1.2 CT扫描技术和对比剂注射方案

1.2.1 CT扫描技术: CT扫描采用Siemens第二代炫速双源CT扫描仪(Somatom Definition Flash Dual Source CT, DSCT), 多期扫描包括平扫、肝动脉晚期、门静脉期。肝动脉晚期采用双能量扫描, 扫描参数: A管80kVp, B管Sn140kVp, 管电流采用CareDose 4D技术, 参考管电流分别为461mAs、178mAs。采用bolus-tracking技术减少心输出量的影响。经肘前静脉注射对比剂后, 监测主动脉膈顶平面达120Hu后10s开始启动肝动脉晚期扫描。动脉期结束后20s开始门静脉期扫描。

1.2.2 对比剂注射方案: 所有病人随机分为2组, A组病人注射300 mgI/ml对比剂, B组病人注射370mgI/ml碘浓度对比剂。在以前研究结果^[7]的基础上, 对比剂碘剂量为17.1g I/m² BSA; BSA计算公式为 $0.016 \times \sqrt{("WH")}$ ^[8](W为体重, 单位: kg; H为身高, 单位: cm; BSA单位: m²)。对比剂剂量计算公式为: A组=BSA×57.0(单位: ml); B组=BSA×46.2(单

位: ml); 因子57.0和46.2由碘剂量/m²BSA获得, 设置为17.1g I/m²BSA。对比剂注射时间固定为25s, 每m²BSA每秒钟注射的碘为0.68g(0.68gI·m²BSA⁻¹·s⁻¹)。注射器采用双筒高压注射器, 经肘前静脉注射对比剂后, 随即以相同速度注射生理盐水30ml。

1.3 定量分析 两位经验丰富的腹部放射学工作者在不知道每个病人的对比剂注射方案的情况下, 意见一致后共同完成肿瘤-肝脏对比噪声比(tumor-to-liver contrast-to-noise ratio, TLCNR)定量分析, 如果意见不统一则由另一位高年资主任医师最终决定评价区域。

在双能量专用后处理工作站中, 测量者知道所测HCC病灶的大小和所在肝段的位置, HCC病灶的平均CT值或碘浓度通过手工放置圆形或卵圆形感兴趣区(region of interest, ROI)来评价, ROI放置在病灶强化最明显的部分, 其大小根据病灶而定(图1-3)。碘浓度以亨氏单位(Hounsfield units, HU)表示。TLCNR由公式确定: $TLCNR = (ROI_{\text{肿瘤}} - ROI_{\text{肝脏}}) / SD_{\text{噪声}}$; ROI_{肿瘤}是病灶的平均CT值; ROI_{肝脏}是邻近正常肝实质的平均CT值; SD_{噪声}是平均噪声, 由前腹壁皮下脂肪均匀区域圆形或卵圆形ROI内CT值的标准差确定^[9]。

1.4 统计学分析 两组病人性别差异采用 χ^2 检验, 年龄、BMI、BSA、对比剂剂量、碘速率(iodine delivery rate, IDR)、TLCNR差异采用独立样本t检验, BSA与TLCNR相关性采用Pearson相关性分析。统计软件采用SPSS 20.0, P<0.05具有统计学意义。

2 结果

2.1 68例HCC病人特征及对比剂剂量、IDR见表1

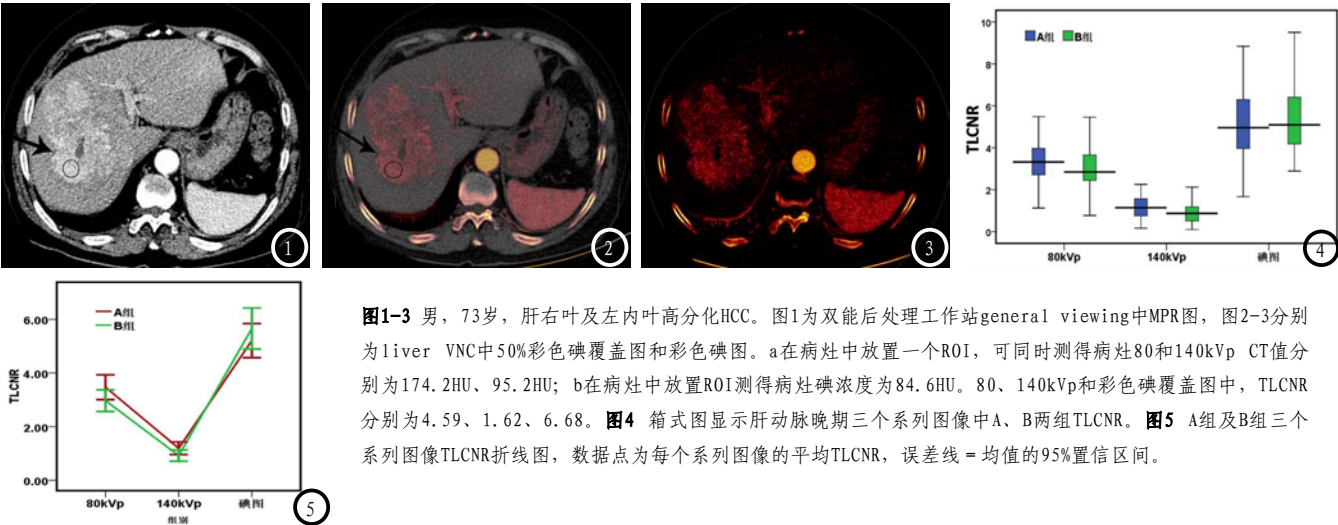
2.2 A、B两组TLCNR比较 68例HCC病人中, 共83个HCC病灶纳入定量分析(A组38个, 直径1.2~14.0cm; B组45个, 直径2.0~13.6cm)。83个HCC病灶及其邻近正常肝实质在80kVp与140kVp图像中的CT值或彩色碘覆盖图中的碘浓度(HU), A、B两组间TLCNR比较总结于表2。相同系列图像中, A与B组平均TLCNR差异没有统计学意义(P>0.05; 图4)。每一组内三个系列图像间TLCNR差异具有统计学意义(P<0.05; 图5)。

3 讨论

表1 68例HCC病人特征及对比剂剂量、IDR									
对比剂	病例	性别	年龄(岁)	身高(cm)	体重(kg)	BMI(kg/m ²)	BSA(m ²)	对比剂(ml)	IDR(gI/s)
300mgI/ml	33	6F,27M	54.39±9.68	163.21±5.33	60.61±6.15	22.82±2.74	1.59±0.08	90.58±4.84	1.08±0.06
370mgI/ml	35	7F,28M	55.40±12.49	160.91±6.67	58.71±9.28	22.64±3.06	1.55±0.14	71.71±6.44	1.06±0.09
P值		0.641	0.312	0.454	0.189	0.8	0.189	0.000	0.189

表2 肝动脉晚期A、B两组TLCNR比较							
组别	A			B			P*
	病灶	肝实质	TLCNR	病灶	肝实质	TLCNR	
80kVp	147.54±23.84	81.18±12.89	3.46±1.41	143.05±28.07	86.34±15.04	2.97±1.14	0.08
140kVp	82.62±16.32	68.09±4.89	0.89±0.75	81.93±11.11	68.02±9.19	0.87±0.70	0.92
碘图	54.76±14.72	7.76±7.49	5.21±1.93	57.43±19.33	8.80±10.33	5.49±2.21	0.53

注：*P为A、B两组TLCNR比较



静脉注射对比剂作为构成肝脏双能量增强扫描的重要组成部分，对比之前肝脏DECT成像中采用300 mgI/ml对比剂的研究^[10]，采用高碘浓度对比剂(400 mgI/ml)时HCC的CT值要高一些^[11]，但这仅仅是一个间接的比较。相对于DECT，在常规单能MDCT中已有较多关于不同碘浓度对比剂应用的报道^[2-5]，这些结果一定程度上相互矛盾是因为在注射参数等研究设计方面存在差异，这些差异反过来会显著影响对比强化，如IDR直接影响动脉的强化和HCC的显示，而实质强化主要受碘剂量和体型(分布容积)的影响。因此，不同体表面积间比较对比剂碘浓度的影响，这两种参数应当保持一致。在一些研究中，没有根据对比剂碘浓度对注射参数IDR或碘剂量进行调整。Sofue等^[3]采用相同的对比剂剂量(100ml)和对比剂注射速度(4ml/s)，比较300mgI/ml与370mgI/ml对比剂检出富血供HCC的能力。其结果表明较高碘浓度对比剂能够更有效的检出富血供HCC。Guerrisi等^[2]亦报道了类似的结果，当

根据体重调整碘剂量(560mgI/kg)，采用相同对比剂注射速度(4ml/s)时，高碘浓度对比剂中TLCNR较高。

在我们的研究中，为了排除对比剂碘剂量及流速的影响，我们根据病人的BSA调整对比剂的碘剂量，并固定对比剂注射时间。BSA较大的病人因为对比剂用量多，其IDR快；反之体表面积小的病人则IDR慢。即对比剂的IDR/BSA在固定注射时间的条件下是相等的，这样就减少了因体表面积不同所致的强化幅度的差异。结果表明，DECT肝动脉晚期80kVp、140kVp或碘图中，300mgI/ml与370mgI/ml对比剂间TLCNR的差异没有统计学意义。Guerrisi等^[2]根据体重调整对比剂碘剂量(560mgI/kg)，当固定对比剂注射时间(25s)时，两种对比剂间TLCNR差异没有统计学意义，我们的结果进一步证实了Guerrisi等报道。而且，我们根据BSA调整对比剂碘剂量，符合近来肝脏对比剂应用趋势：BSA对于确定个体碘剂量是一个简便易行的指标，在肝脏增强扫描中，应当根据BSA来调整碘剂

量^[12-13]。

我们的结果与一些文献报道也存在差异。Matoba等^[4]根据体重调整碘剂量(516mgI/kg)时,固定对比剂注射时间(30s),较低碘浓度对比剂(300mgI/ml vs 370mgI/ml)能够更好的显示HCC;在高碘浓度方案中增加生理盐水冲洗后,可以消除低或高碘浓度对比剂显示HCC的差异。我们推断这种偏差最可能由我们采用了生理盐水冲洗引起。静脉注射对比剂后立即快速注射生理盐水,使注射部位与右心房之间的外周小静脉内滞留的对比剂减少,提高了对比剂的利用率;高碘浓度对比剂因为有更多的碘散布在外周小静脉内,团注生理盐水对高碘浓度对比剂特别有利。

在彩色编码碘图上手工放置单个ROI能够获得关于背景组织和碘摄取的定量信息^[14]。这减少了多期单能CT扫描时在两组独立数据中放置ROI时,由于人为因素而造成的ROI面积或放置部位不同而形成的测量误差,能够更可靠的测量组织强化。因此我们同时观察了彩色碘覆盖图中对比剂碘浓度对HCC显示的影响。我们的数据表明,在彩色碘覆盖图中,肿瘤一肝脏碘浓度差值较80kVp或140kVp图像中肿瘤一肝脏CT值差值低,但脂肪CT值的SD也相应降低。相同碘浓度对比剂下,碘图中TLCNR较高,能够更清楚的显示病灶。

总之,根据BSA调整总碘剂量,固定对比剂注射时间,肝动脉晚期 80kVp、140kVp或碘图中,300mgI/ml与370mgI/ml对比剂间HCC显示的清晰度差异无统计学意义。

参考文献

- [1] European Association For The Study Of The Liver; European Organisation For Research And Treatment Of Cancer. EASL-EORTC clinical practice guidelines: Management of hepatocellular carcinoma[J]. *Hepatol*, 2012,56 (4):908-943.
- [2] Guerrisi A, Marin D, Nelson RC, et al. Effect of varying contrast material iodine concentration and injection technique on the conspicuity of hepatocellular carcinoma during 64-section MDCT of patients with cirrhosis [J]. *Br J Radiol*, 2011,84(1004):698-708.
- [3] Sofue K, Tsurusaki M, Kawasaki R, et al. Evaluation of hypervascular hepatocellular carcinoma in cirrhotic liver: comparison of different concentrations of contrast material with multi-detector row helical CT—a prospective randomized study[J]. *Eur J Radiol*, 2011,80(3):e237-242.
- [4] Matoba M, Kitadate M, Kondou T, et al. Depiction of hypervascular hepatocellular carcinoma with 64-MDCT: comparison of moderate-and high-concentration contrast material with and without saline flush [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2009,193(3):738-744.
- [5] Paparo F, Garello I, Bacigalupo L, et al. CT of the abdomen: degree and quality of enhancement obtained with two concentrations of the same iodinated contrast medium with fixed iodine delivery rate and total iodine load[J]. *Eur J Radiol*, 2014, 83(11):1995-2000.
- [6] Agrawal MD, Pinho DF, Kulkarni NM, et al. Oncologic applications of dual-energy CT in the abdomen[J]. *Radiographics*, 2014,34(3):589-612.
- [7] Onishi H, Murakami T, Kim T, et al. Abdominal multi-detector row CT: effectiveness of determining contrast medium dose on basis of body surface area [J]. *Eur J Radiol*, 2011,80(3):643-647.
- [8] 宇传华,徐勇勇,夏结来,等. 人体表面积的计算公式[J]. *中华预防医学杂志*, 1999,33(2):123-124.
- [9] Graser A, Johnson TR, Chandarana H, et al. Dual energy CT: preliminary observations and potential clinical applications in the abdomen[J]. *Eur Radiol*, 2009,19(1):13-23.
- [10] Altenbernd J, Heusner TA, Ringelstein A, et al. Dual-energy-CT of hypervascular liver lesions in patients with HCC: investigation of image quality and sensitivity[J]. *Eur Radiol*, 2011,21(4): 738-743.
- [11] Anzidei M, Di Martino M, Sacconi B, et al. Evaluation of image quality, radiation dose and diagnostic performance of dual-energy CT datasets in patients with hepatocellular carcinoma[J]. *Clin Radiol*, 2015,70(9):966-973.
- [12] Kondo H, Kanematsu M, Goshima S, et al. Body size indices to determine iodine mass with contrast-enhanced multi-detector computed tomography of the upper abdomen: does body surface area outperform total body weight or lean body weight[J]. *Eur Radiol*, 2013,23(7): 1855-1861.
- [13] Kidoh M, Nakaura T, Oda S, et al. Contrast enhancement during hepatic computed tomography: effect of total body weight, height, body mass index, blood volume, lean body weight, and body surface area[J]. *J Comput Assist Tomogr*, 2013,37(2):159-164.
- [14] Marin D, Boll DT, Mileto A, et al. State of the art: dual-energy CT of the abdomen[J]. *Radiology*, 2014,271(2):327-342.

【收稿日期】2017-03-02