

DOI: 10.13491/j.issn.1004-714X.2021.01.022

· 诊断与治疗/论著 ·

# 不同浓度 CT 对比剂在胰腺动脉 CT 成像中的应用研究

李志伟, 张万军

苏州大学附属第二医院, 江苏 苏州 215004

**摘要:** **目的** 比较不同浓度对比剂在 64 排螺旋 CT 胰腺动脉检查中的显示效果。**方法** 将本院 120 例行腹部增强 CT 检查的患者随机分成 A、B 两组, 每组各 60 例, 分别注射 300 mgI/ml(A 组)和 370 mgI/ml(B 组)2 种浓度对比剂, 对比剂用量算法及注射速度两组一致, 分别为 0.5 gI/kg 体重和 4 ml/s。利用 MIP(最大密度投影)、VR(容积重现技术)、MPR(多平面重组)等技术来显示胰腺动脉。**结果** B 组腹主动脉腹腔干开口处强化 CT 值明显高于 A 组, 差异具有统计学意义( $P < 0.01$ )。B 组各胰腺动脉显示评分均明显高于 A 组, 差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )。B 组各胰腺动脉显示率均高于 A 组, 其中 AIPDA、PIPD、DPA、TPA、PMA、CPA 的差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )。**结论** 当注射 370 mgI/ml 对比剂检查胰腺动脉时, 胰腺各动脉可获得较好的显示。

**关键词:** 胰腺动脉; 体层摄影术, X 线计算机; 血管造影

中图分类号: R814 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2021)01-0099-04

## Application on different contrast media concentration in the pancreatic CT angiography scanning

LI Zhiwei, ZHANG Wanjun

Department of Radiology, the Second Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215004 China

**Abstract:** **Objective** To compare the effects of the different contrast media concentration on the visualization of pancreatic arteries using 64-Detector Spiral CT. **Methods** 120 cases who underwent abdominal enhancement CT scanning were randomly divided into group A ( $n = 60$ ) and B ( $n = 60$ ). The contrast media concentration was 300 mgI/ml for group A and 370 mgI/ml for group B respectively, both groups shared the same contrast media dose algorithm and injection speed, with 0.5 gI/kg body weight and 4 ml/s respectively. Reforming the pancreatic arteries via MIP (maximum intensity projection), VR (volume rendering) and MPR (multi-planar reconstruction). **Results** The CT value of the abdominal aortic celiac opening of group B is significantly higher than A ( $P < 0.01$ ). The visualization scores of pancreatic arteries in Group B are significantly higher than A ( $P < 0.05$ ). The visualization ratios of pancreatic arteries in Group B are higher than A, the differences of AIPDA, PIPDA, DPA, TPA, PMA, CPA between the 2 Groups have statistically significant ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Pancreatic arteries could have a better visualization by using 370 mgI/ml contrast media in pancreatic artery scanning.

**Keywords:** Pancreatic Arteries; Tomography, X-ray Computed; Angiography

**Corresponding author:** ZHANG Wanjun, E-mail: w8422801@163.com

胰腺血供丰富, 常形成动脉网, 同时变异较多<sup>[1]</sup>, 而部分胰腺疾病的诊治与胰腺动脉关系密切, 因此诊疗前熟悉胰腺动脉解剖, 显得尤其重要<sup>[2-4]</sup>。数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)一直是血管检查的金标准, 而其应用受到了有创性的限制, 然而 CT 血管造影(CT angiography, CTA)不存在这方面的限制, 随着 CT 不断发展, 其在血管检查方面的应用越来越广泛。胰腺动脉也不例外, 但是胰腺

动脉管径细小, 部分走行迂曲, 如何提高其显示, 值得进一步研究<sup>[1, 4, 5]</sup>。本研究尝试不同浓度对比剂对胰腺动脉进行 CT 显像并比较其差异, 为优化胰腺动脉 CTA 提供参考。

### 1 材料与方法

1.1 临床资料 搜集我院 2019 年 7 月 1 日至 2019 年 9 月 1 日临床怀疑腹部疾患拟行腹部 CT 增强的

基金项目: 江苏省苏州市“科教兴卫”青年科技项目(基金编号: KJXW2017017)

作者简介: 李志伟(1982—), 男, 江苏盐城人, 学士, 主管技师, 主要从事 CT 影像技术工作。E-mail: 914007600@qq.com

通信作者: 张万军, E-mail: w8422801@163.com

120 例患者纳入本研究。随机分为 A、B 两组, 每组 60 例, 分别注射 300 mgI/ml (A 组) 和 370 mgI/ml (B 组) 2 种浓度对比剂。男 67 例, 女 53 例, 年龄 21~75 岁, 平均年龄 61 岁。本研究通过本院伦理委员会审核, 所有患者知情同意。排除标准: 碘造影剂过敏病史/甲亢, 肾功能不全, 既往有影响胰腺动脉手术史, 呼吸运动伪影, 腹主动脉强化 CT 值低于 250 Hu。

**1.2 检查方法** 采用 GE 64 排 LightSpeedVCT 机, 腹部容积扫描程序, 管电压 120 kV, 管电流采用自动毫安技术, 螺距 0.984:1, 球管转速 0.5 s/圈。扫描范围自剑突扫到髂棘。动脉期扫描采用追踪智能触发技术(bolus tracking), 注射对比剂后 10 s 开始监测, 当腹主动脉 CT 值达 150 Hu 后, 延迟 10 s 自动触发扫描。扫描结束后行图像重建, 重建层厚/间隔均为 0.625 mm, 并将重建图像传至 GE ADW4.4 工作站。对比剂注射技术: 对比剂为碘海醇注射液(300 mgI/ml) 和优维显注射液(370 mgI/ml), 扫描前加热对比剂至 37℃, 对比剂用量为 0.5 gI/kg 体重<sup>[6]</sup>, 对比剂速度为 4 ml/s。对比剂注射完成后用 15 ml 生理盐水以相同速度冲管。

**1.3 图像后处理** 在 GE 工作站上对病例的 0.625 mm 薄层图像进行胰腺动脉三维重建, 成像方法主要为容积成像(volume rendering, VR)、最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)及多平面重建(multiplanar reconstruction, MPR)。

**1.4 图像分析** 主观评价: 2 位从事 CTA 工作 3 年以上的放射科医师在 GE 工作站上根据重建图像结合横断面图像对胰腺动脉进行识别与评分, 评分进行一致性检验。胰腺动脉的评分标准: 0 分为血管未显示; 1 分为血管隐约显示, 管壁模糊, 管腔密度稍高于软组织; 2 分为血管显示尚佳, 管壁欠锐利, 管腔密度高于软组织; 3 分为血管清晰显示, 管壁锐利光滑, 管腔密度明显高于软组织。胰腺动脉主要包括<sup>[7]</sup>: 胰十二指肠上前动脉(anterior superior pancreaticoduodenal artery, ASPDA)、胰十二指肠下前动脉(posterior superior pancreaticoduodenal artery, PSPDA)、胰十二指肠上后动脉(anterior inferior pancreaticoduodenal artery, AIPDA)、胰十二指肠下后动脉(posterior inferior pancreaticoduodenal artery, PIPDA)、胰背动脉(dorsal pancreatic artery, DPA)、胰横动脉(transverse pancreatic artery, TPA)、胰大动脉(magnificent pancreatic artery, PMA)、胰尾动脉(caudal pancreatic artery, CPA)。客观评价: 测量腹主动脉腹腔干开口处

CT 值, 测值层面选择在腹腔干发出层面以及相邻的上下 2 层面, 共 3 个层面, 感兴趣区覆盖主动脉面积的 80% 左右, 最后取平均值。

**1.5 统计学方法** 所有数据采用 SPSS19.0 软件分析, 两组间的体重指数(BMI)、腹主动脉强化 CT 值、碘对比剂用量等计量资料采用 *t* 检验, 显示评分使用 mann-whitney 检验, 显示率采用卡方检验, 一致性采用 Kappa 检验,  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 患者的基本资料、腹主动脉强化 CT 值及对比剂使用情况** 两组患者的基本资料无统计学差异( $P > 0.05$ )。两组腹主动脉强化 CT 值差异均有统计学意义( $P < 0.001$ )。两组患者使用对比剂的含碘量差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。(表 1)

表 1 两组患者资料、腹主动脉 CT 值及对比剂使用情况的比较

Table 1 Comparison of CT values and contrast agent use in the abdominal aorta

	A组	B组	统计量	P值
男:女*	35:25	32:28	0.34 <sup>b</sup>	0.58
年龄/岁	59.7 ± 13.6	63.6 ± 12.3	-1.63 <sup>a</sup>	0.11
BMI/(kg/m <sup>2</sup> )	22.9 ± 3.0	23.3 ± 3.1	-0.62 <sup>a</sup>	0.78
腹主动脉强化CT值/HU	329.8 ± 46.3	391.3 ± 43.5	-7.51 <sup>a</sup>	<0.001
对比剂含碘量/g	31.3 ± 4.3	32.5 ± 4.7	-1.50 <sup>a</sup>	0.14

注: \*性别采用男女百分比数据, <sup>a</sup>为 $\chi^2$ 值, <sup>b</sup>为 $t$ 值。

**2.2 胰腺动脉显示率、评分的组间比较** B 组各动脉显示率均高于 A 组, 除 ASPDA、PSPDA 外其余 6 支组间差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )(表 2); 2 位医师主观评分一致性检验 Kappa 值为 0.82 ( $P < 0.05$ ), B 组各动脉显示评分均明显高于 A 组, 组间差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )(表 3)。胰腺动脉的 8 支血管的平均显示率: ASPDA、PSPDA 的平均显示率明显高

表 2 两组胰腺动脉显示率比较

Table 2 Visualization ratios of pancreatic arteries in two groups

	ASPDA	PSPDA	AIPDA	PIPDA	DPA	TPA	PMA	CPA
A组/%	98.3	90.0	68.3	66.7	78.3	73.3	71.7	25.0
B组/%	100.0	96.7	90.0	96.7	91.7	88.3	86.7	45.0
$\chi^2$ 值	1.008	2.143	8.539	18.033	4.183	4.357	4.093	5.275
P值	0.315	0.143	0.003	<0.001	0.041	0.037	0.043	0.022
显示率平均/%	99.2	93.4	79.2	81.7	85.0	80.8	79.2	35.0

表 3 两组胰腺动脉显示评分比较

Table 3 Visualization scores of pancreatic arteries in two groups

	ASPD	PSPD	AIPD	PIPD	DPA	TPA	PMA	CPA
A组	1.62	1.53	1.05	0.98	1.40	1.32	1.22	0.38
B组	2.37	2.27	1.88	1.90	2.12	1.83	1.8	0.68
Z值	-4.919	-4.308	-4.446	-5.135	-3.965	-2.623	-2.943	-2.210
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.009	0.003	0.027

于其它 6 支血管, 差异具有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); CPA 的显示率明显低于其它 7 支血管, 差异具有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 其他 5 支血管间差异没有统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

### 3 讨论

随着医疗技术的提升, 64 排螺旋 CT 因其扫描速度快、图像清晰度高、辐射剂量低、信息量大等优点而在临床上得到了广泛应用<sup>[8-10]</sup>。CTA 技术越来越受到青睐, 其中胰腺动脉 CTA 在胰腺癌术前评估、超选择性导管插管介入治疗重症胰腺炎、胰腺癌等方面有着广泛的应用前景<sup>[1-4]</sup>。然而胰腺动脉由于解剖复杂、变异多、管径细小, 往往得不到满意的显示。关于胰腺动脉的 CTA 显示, 国内外学者做了大量的研究, 发现胰腺动脉限制于多种影响显示的因素, 部分细小动脉及远段分支显示率普遍不高, 以胰腺体尾部供血动脉为甚, 尤其是 CPA, 部分文献报道其显示率仅为 8%<sup>[11]</sup>。

动脉 CT 显示受到很多技术的限制, 比如扫描方式、对比剂注射速度、对比剂浓度等<sup>[12]</sup>。其中对比剂浓度对胰腺动脉 CTA 显示的影响是本研究关注的重点。有研究报道血管强化程度主要受到血流速度、血管容积以及血管腔单位时间碘流量影响<sup>[13]</sup>。吴东等<sup>[14]</sup>也认为较高浓度对比剂在血管内呈团块状不易被无对比剂的血液稀释, 经一段循环后靶器官及靶血管仍可以维持较高浓度, 故可形成较高峰值。Fenchel S 等<sup>[13]</sup>使用 300 和 400 mgI/ml 两种对比剂浓度, 发现腹主动脉强化 CT 值从  $(260 \pm 52)$  Hu 提高到  $(375 \pm 69)$  Hu, 而本研究虽然使用对比剂浓度与前者不尽相同, 分别为 300 mgI/ml 和 370 mgI/ml 对比剂, 但同样发现使用高浓度对比剂可以明显提高腹主动脉强化 CT 值, 腹主动脉强化 CT 值从  $(329.8 \pm 46.3)$  Hu 提高到  $(391.3 \pm 43.5)$  Hu, 更高的强化值意味着密度分辨率的提高, 进而提高胰腺动脉的显示。

本研究发现高浓度组胰腺动脉的显示率及显示

评分都较低浓度组提高。对比文献发现, 黄萨等<sup>[15]</sup>研究了除 CPA 外, 其他胰腺动脉的显示率均较高 (83%~100%), 与本研究高浓度组胰腺动脉显示率接近。而朱捷等<sup>[8]</sup>研究显示 ASPDA 显示率为 96%, 与本研究高浓度组结果接近, 其余胰腺动脉显示率为 8%~62%, 明显低于黄萨等<sup>[15]</sup>与本研究高浓度组的结果, 可能因为两者均采用了团注跟踪技术及高浓度对比剂 (370 mgI/ml) 等有利于提高显示率的因素, 而朱捷等<sup>[8]</sup>恰恰相反, 使用了经验法 (固定动脉延迟时间 23 s)、低浓度对比剂 (300 mgI/ml)、低对比剂注射速率 (3 ml/s) 的技术, 这些都会影响胰腺动脉的显示率, 使其减低。虽然直接从不同对比剂浓度来分析胰腺动脉显示率的文章少见, 但通过上述几篇文献对比, 仍然可以发现, 使用高浓度对比剂可以提高胰腺动脉的显示, 与本研究结果一致。

虽然高浓度对比剂可以提高胰腺动脉显示率, 但本研究中 ASPDA、PSPDA 的显示率受对比剂浓度影响小, 差异并没有明显统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 在低浓度组两者显示率已经分别高达 98.3%、90.0%, 高浓度组两者显示率提高不明显, 分析其原因可能是 ASPDA、PSPDA 的管径大于其余 6 支动脉, 管径大意味着空间结构容易被 CT 机器识别, 相对受动脉强化 CT 值影响较小。值得注意的是, 虽然随着对比剂浓度的提高, CPA 的显示率及显示评分也会提高, 但高浓度组的 CPA 显示率、显示评分仍然相对较低, 考虑到 CPA 起源于脾动脉末端, 血管直径很细, 走行水平、迂曲, 显示比较困难。本研究高浓度组 CPA 显示率仅为 45%, 低于其他动脉, 如何进一步提高其显示率, 仍需进一步研究。

由于浓度增加, 370 mgI/ml 对比剂较 300 mgI/ml 更易降低肾小球滤过率, 导致其在肾脏滞留时间延长, 增加肾毒性的可能<sup>[16]</sup>, 而本研究在注射前将对比剂加热到 37℃, 检查后嘱患者再次大量饮水, 这些方法都可以降低高浓度对比剂的粘滞性, 降低其对肾脏的损害。本研究 120 例患者均未出现肾功能损伤。

本研究的局限性: ①胰腺动脉存在一定解剖变异, 未将这方面考虑在内。②只考虑了对比剂浓度对胰腺显示的影响, 没有从对比剂量及对比剂注射速率角度进行相关研究。就此而言, 本研究还需要进一步深化。

总之, 如何更好的显示胰腺动脉, 国内外学者做了大量的研究, 本研究通过研究不同浓度对比剂对胰腺动脉显示的影响, 发现使用浓度为 370 mgI/ml 的对



比剂, 胰腺各动脉可获得较好的显示, 这一结论为胰腺动脉 CTA 成像的优化提供有效的参考依据。

**利益冲突声明** 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展, 排名无争议。文章不涉及任何利益冲突

**作者贡献声明** 李志伟负责调研文献、设计论文框架、起草论文、修订论文、终审论文; 张万军负责提出研究选项立题、设计研究方案、实施研究过程

## 参考文献

- [1] 祖菲, 张晓锦, 史彦杰, 等. 多层螺旋CT血管造影评估糖尿病患者胰腺供血动脉的应用价值[J]. 临床放射学杂志, 2017, 36 (12): 1807-1810. DOI: 10.13437/j.cnki.jcr.2017.12.021.
- [2] Iede K, Nakao A, Oshima K, et al. Early ligation of the dorsal pancreatic artery with a mesenteric approach reduces intraoperative blood loss during pancreatoduodenectomy[J]. J Hepatobiliary Pancreat Sci, 2018, 25 (7): 329-334. DOI: 10.1002/jhbp.562.
- [3] Adamson D, Holzner ML, Wadhwa V, et al. Reconstruction of a pancreatic allograft with variant arterial anatomy for transplantation[J]. Transplant Direct, 2019, 5 (2): e425. DOI: 10.1097/txd.0000000000000863.
- [4] Patel BN, Giacomini C, Jeffrey RB, et al. Three-dimensional volume-rendered multidetector CT imaging of the posterior inferior pancreaticoduodenal artery: its anatomy and role in diagnosing extrapancreatic perineural invasion[J]. Cancer Imaging, 2013, 13 (4): 580-590. DOI: 10.1102/1470-7330.2013.0051.
- [5] 李卉, 曾蒙苏, 周康荣, 等. 多层螺旋CT胰腺检查: 多期增强扫描的最佳延迟时间研究[J]. 中华放射学杂志, 2004, 38 (3): 287-290. DOI: 10.3760/j.issn:1005-1201.2004.03.014.
- [6] Bae KT. Intravenous contrast medium administration and scan timing at CT: considerations and approaches[J]. Radiology, 2010, 256 (1): 32-61. DOI: 10.1148/radiol.10090908.
- [7] Okahara M, Mori H, Kiyosue H, et al. Arterial supply to the pancreas; variations and cross-sectional anatomy[J]. Abdom Imaging, 2010, 35 (2): 134-142. DOI: 10.1007/s00261-009-9581-0.
- [8] 张云轩, 张鹤, 信亚周, 等. 螺旋CT低剂量扫描对肺结核病情监测的应用价值[J]. 中国辐射卫生, 2019, 28 (1): 95-97. DOI: 10.13491/j.issn.1004-714x.2019.01.026.
- [9] Lee SL, Ku YM, Choi BG, et al. Multidetector-row computed tomography (MDCT) findings of adnexal torsion: an analysis of 116 patients[J]. Diagn Interv Imaging, 2016, 97 (9): 899-905. DOI: 10.1016/j.diii.2016.03.004.
- [10] 信亚周, 张云轩. 螺旋CT低剂量扫描在肺部疾病诊断中的应用进展[J]. 中国辐射卫生, 2019, 28 (1): 109-112. DOI: 10.13491/j.issn.1004-714x.2019.01.030.
- [11] 朱捷, 周翔平, 刘荣波, 等. 胰腺动脉螺旋CT解剖的研究——正常表现及临床意义[J]. 实用放射学杂志, 2005, 21 (3): 260-264. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1671.2005.03.010.
- [12] 张庆, 魏兆龙, 李琨, 等. 多排(层)螺旋CT动脉血管CTA扫描及其辐射防护探讨[J]. 中国辐射卫生, 2014, 23 (5): 441-443. DOI: 10.13491/j.cnki.issn.1004-714x.2014.05.027.
- [13] Fenchel S, Fleiter TR, Aschoff AJ, et al. Effect of iodine concentration of contrast media on contrast enhancement in multislice CT of the pancreas[J]. Br J Radiol, 2004, 77 (922): 821-830. DOI: 10.1259/bjr/19527646.
- [14] 吴东, 周康荣, 陈祖望. 螺旋CT门静脉造影: 不同注射速率的对比研究[J]. 中华放射学杂志, 2000, 34 (9): 637. DOI: 10.3760/j.issn:1005-1201.2000.09.018.
- [15] 黄萨, 袁庆海, 田新华. 64层CT胰腺直接供血动脉成像研究[J]. 临床放射学杂志, 2009, 28 (12): 1643-1646. DOI: CNKI:SUN:LCFS.0.2009-12-024.
- [16] 傅强, 王璐. 64排螺旋CT低电压、低浓度对比剂在门静脉系统成像中的应用研究[J]. 中国辐射卫生, 2017, 26 (5): 596-599. DOI: 10.13491/j.cnki.issn.1004-714x.2017.05.031.
- [17] Xin YZ, Zhang YX. Progress in the application of spiral CT low-dose scanning in the diagnosis of pulmonary diseases[J]. Chin J Radiol Heal, 2019, 28 (1): 109-112. DOI: 10.13491/j.issn.1004-714x.2019.01.030.
- [18] Zhu J, Zhou XP, Liu RB, et al. Study of pancreatic arterial anatomy with spiral CT scanning: normal appearances and clinical implications[J]. J Pract Radiol, 2005, 21 (3): 260-264. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1671.2005.03.010.
- [19] Zhang Q, Wei ZL, Li K, et al. The discussion of Multi-slice(row) spiral CT angiography (CTA) and its radiation protection[J]. Chin J Radiol Heal, 2014, 23 (5): 441-443. DOI: 10.13491/j.cnki.issn.1004-714x.2014.05.027.
- [20] Huang S, Yuan QH, Tian XH. Reserch on angiography of the direct feeding arteries of pancreas using 64-slice CT[J]. J Clin Radiol, 2009, 28 (12): 1643-1646. DOI: CNKI:SUN:LCFS.0.2009-12-024.
- [21] Fu Q, Wang L. Study on the application of 64-slice spiral CT contrast agent with low voltage and low concentration in portal vein system imaging[J]. Chin J Radiol Heal, 2017, 26 (5): 596-599. DOI: 10.13491/j.cnki.issn.1004-714x.2017.05.031.