

# 双源 CT 能谱参数在肠道肿瘤转移性淋巴结及反应增生性淋巴结鉴别中的应用

王俊, 王水, 王艳, 李辉

**【摘要】 目的:**探讨双源 CT 能谱参数在肠道肿瘤转移性淋巴结与反应性增生淋巴结鉴别诊断中的价值。**方法:**对 25 位患者在双源 CT 上行小肠造影检查,共 3 期扫描,即常规平扫、动脉期和静脉期对比增强双能量扫描 100 kV/140 kV,将双能量扫描 2 组数据 (140 kV, 100 kV) 调入 Dual-Energy 后处理软件。利用 Liver-VNC 选项卡,调整融合比例为 100% 得到碘分布伪彩图,测量碘图中肠道肿瘤原发病灶与腹部区域淋巴结的碘值;选取 Mono Energetic 选项卡对其进行能谱曲线分析。比较原发病灶、转移性淋巴结与反应性增生淋巴结碘含量及能谱曲线斜率的差异。得到所有数据后,采用 SPSS 21.0 软件进行统计分析,计量资料以均数±标准差表示,采用单个样本 *t* 检验比较 3 组图像的碘值及能谱曲线斜率,若有统计学差异,再采配对 *t* 检验两两之间进行比较。**结果:**术后病理证实 25 例肠道肿瘤患者中,原发病灶 25 个,共发现腹部区域淋巴结 50 枚,其中转移性淋巴结 29 枚,反应性增生淋巴结 21 枚。原发病灶与反应性增生淋巴结、转移性淋巴结碘含量分别为 (1.544±0.302) mg/mL、(2.157±0.505) mg/mL、(1.355±0.254) mg/mL,曲线斜率分别为 0.683±0.374、0.553±0.120、0.710±0.351,三者碘含量及曲线斜率的差异均有统计学意义 (*P* 均 < 0.05);两两之间仅原发病灶与转移性淋巴结间碘含量及曲线斜率的差异无统计学意义 (*P* 均 > 0.05)。**结论:**患者小肠造影的检查中双源 CT 双能量扫描碘含量及能谱曲线斜率对肠道肿瘤转移性淋巴结及反应性增生淋巴结鉴别诊断具有一定的价值。

**【关键词】** 消化系统肿瘤; 体层摄影术, X 线计算机; 小肠

**【中图分类号】** R735; R814.42; R322.45 **【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1000-0313(2018)06-0593-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2018.06.010 开放科学(资料服务)标识码(OSID)



**Application of dual-source CT energy spectrum parameters in differential diagnosis of the metastatic lymph nodes and the hyperplastic lymph nodes** WANG Jun, WANG Shui, WANG Yan, et al. People's Hospital of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Wulumuqi 830001, China

**【Abstract】 Objective:** To explore the value of dual-source CT energy spectrum parameters in differential diagnosis of the metastatic lymph nodes and the reactive hyperplasia lymph nodes in intestinal tumors. **Methods:** Twenty-five patients were examined by double-source CT of the small intestine including conventional plain scan using arterial phase and venous phase contrast enhanced dual-energy scan 100kV/140kV. The two-energy scan 2 sets of data (140kV, 100kV) analysis were used by the dual-energy post-processing software. Using the liver-VNC tab, the fusion ratio of 100% was adjusted to obtain iodine distribution pseudo-color map to measure the iodine value of the primary tumor of the intestine and the lymph node in the abdominal area; the Mono Energetic tab was adopted to analyze the spectrum. The iodine content of primary lesion, metastatic lymph node and reactive hyperplasia lymph node and the slope of the difference were compared. After the data were obtained, SPSS 21.0 software was used for statistical analysis. The measured data were expressed as mean±standard deviation. The iodine value and slope of the energy spectrum of the three groups were compared by a single sample *t* test. If there were statistical differences, the comparison was made between the two *t*-test tests. **Re-**

作者单位: 830001 乌鲁木齐, 新疆维吾尔自治区人民医院放射影像中心(王俊、王艳、李辉); 新疆维吾尔自治区人民医院北院放射科(王水)

作者简介: 王俊(1991-), 女, 河南人, 硕士研究生, 主要从事影像医学与核医学工作。

通讯作者: 李辉, E-mail: lihui0035@163.com

基金项目: 新疆自然科学基金项目(2015211C189)

**sults:** Postoperative pathology confirmed that in 25 cases of intestinal cancer patients, with 25 primary tumors, 50 lymph nodes were found in the regional area; from these, there were 29 metastatic lymph nodes and 21 reactive hyperplasia lymph nodes. The content of iodine in the primary lesion, reactive lymph nodes and metastatic lymph nodes were  $(1.544 \pm 0.302)$  mg/mL,  $(2.157 \pm 0.505)$  mg/mL, and  $(1.355 \pm 0.254)$  mg/mL respectively. The slopes of the curve was  $0.683 \pm 0.374$ ,  $0.553 \pm 0.120$ , and  $0.710 \pm 0.351$ . The differences in iodine content and slopes of the curve among the primary lesion, reactive lymph nodes and metastatic lymph nodes were statistically significant ( $P < 0.05$ ). There was no significant difference in iodine content and slope of curve between primary lesion and metastatic lymph nodes ( $P > 0.05$ ). **Conclusion:** The iodine content and slope of energy spectrum curve of Dual-energy CT scanning has certain value in the differential diagnosis of metastatic lymph nodes and reactive hyperplasia lymph nodes in patients with small bowel tumor.

**【Key words】** Digestive system neoplasms; Tomography, X-ray computed; Intestine, small

肠道肿瘤是消化系统常见的恶性肿瘤之一,严重威胁人类的健康和生命。近年来其发病率和死亡率均有上升趋势。手术是一种有效的治疗肠道肿瘤的方法,如果在手术前较准确的对肿瘤进行分期,将决定手术方式,并可较准确的得知患者的预后情况。淋巴结是肠道肿瘤转移的好发部位。而常规形态学方法难于鉴别直径 $<1$  cm的转移性淋巴结及 $>1$  cm的反应性增生淋巴结。双源CT双能量成像实现了物质分离技术,可得到碘分布伪彩图,测得物质的碘含量,可以反映组织内血流灌注的情况以及其自动生成的能谱曲线图像可以反映不同能量下病变的特征。虽然通过碘含量、能谱曲线等能谱参数的研究在国内外都有过相关报道,近年来,临床上通过双源CT双能量扫描技术对胃癌术前分期的有相关报道研究,而有关肠道肿瘤的研究相对较少。

本研究旨在探索双源CT能谱参数在肠道肿瘤转移性淋巴结及反应增生性淋巴结鉴别中的价值,提高利用CT诊断转移性淋巴结的准确率,达到更加准确的术前分期,为临床诊疗提供更加详细的信息。

## 材料与方 法

### 1. 一般资料

搜集2016年5月—2017年2月在我院行DSCT小肠造影检查的患者25例,其中男15例,女10例,年龄30~79岁。纳入标准:①患者无其他腹部疾病;②患者术前未行放疗、化疗;③病灶周围发现淋巴结并经手术病理证实;④检查日期与手术日期间隔不超过一周的患者。排除标准:①病灶周围无淋巴结病变者;②无完整手术资料者。

### 2. 扫描前准备

所有患者检查前禁食至少6 h,检查前至少45 min,以70 mL肠道阴性对比剂(2.5%甘露醇溶液)+500 mL温水混匀,共3份,嘱患者每15 min匀速口

服一份,在候诊室等候并憋尿,对于无禁忌证的患者在开始检查前静脉注射山莨菪碱20 mg。上机前以40 mL 2.5%甘露醇溶液+210 mL温开水嘱患者口服,喝完即上机进行双能量扫描。

### 3. 扫描参数

Siemens Somatom FLASH双源CT机。扫描范围自肝顶起始至生殖器结束,扫描序列包括平扫期,双能量动、静脉增强期。平扫参数:120 kV,螺距0.7,0.5 s/r,准直器的宽度 $128 \times 0.6$  mm,重建层厚1 mm,间距0.7 mm。完成平扫后,经肘前静脉的留置针,注入碘帕醇(350 mg I/mL)90 mL,流率4.0 mL/s。采用对比剂示踪法(bolus tracking)确定动脉期延迟时间,在降主动脉内放置感兴趣区(ROI),ROI的阈值为100 HU,达到阈值后,延迟7 s自动触发动脉期扫描。延迟35 s进行静脉期扫描。双能量扫描参数:A、B管球分别为140 kVp、178 mAs和100 kVp、230 mAs,视野32 cm,余同平扫参数。

### 4. 碘图及能谱曲线的获得

双能扫描可获得100 kV、Sn140 kV、融合图像(融合比0.5)。采用Siemens MMWP(Syngo MMWP, Siemens Medical Solutions)工作站,将动脉期及静脉期双能量薄层(100 kV、Sn140 kV)图像调入双能选项卡(Dual-Energy),选择Abdomen(CA),再启动Liver VNC,通过下方滑块,使调整融合比例为100%得到碘分布伪彩图;启动Mono Energetic,可以得到40~190 keV的单能量图像,自动生成对应的能谱曲线。

### 5. 图像客观评估数据的测量

病灶及腹部区域淋巴结碘值及能谱曲线斜率。观察范围为肠道肿瘤发生的部位以及与手术清扫范围一致的所有可见区域淋巴结。结肠的淋巴管穿出肠壁后伴随血管分布,其中有4组淋巴结:①肠壁上淋巴结:数量极少;②结肠旁淋巴结:沿结肠边缘血管分布;③中间淋巴结:沿肠系膜,各结肠动脉走行分布;④肠系

膜上、下淋巴结:主要位于肠系膜根部。由于结肠壁上淋巴结分布很少,所以本研究淋巴结分为3站:I站为肠旁淋巴结,II站为中央淋巴结,III站为肠系膜根部淋巴结。手术患者均全结肠系膜切除,取材时同样分为3站,在与靶平面ROI一致的区域行淋巴结取材,对每一站分别装入编号号码的袋中,分别行病理学检查,以确保每个区域进行病检的淋巴结与所测定的淋巴结一一对应。ROI选择标准:选取原发病灶及淋巴结实性部分,避开血管、坏死、钙化及组织边缘,若淋巴结较大时则选取2个以上同样大小的ROI,取平均值,感兴趣区的测量由两位医师共同商讨完成。可分别得到原发灶与二种不同性质淋巴结碘含量及40~190 keV下CT值变化的能谱曲线,计算曲线斜率,斜率=(40keV CT值-190keV CT值)/100,当斜率为负值时认为曲线为“上升型”,为正值时,则为“下降型”。

## 6. 统计学分析

采用单个样本  $t$  检验比较3组图像的碘值及能谱曲线斜率,若有统计学差异,再采配对  $t$  检验两两之间进行比较;采用配对  $t$  检验对两位医师分别在所选淋巴结上画取ROI的结果进行对比;所有数据均采用SPSS 21.0软件分析,检验水准  $\alpha=0.05$ ,以  $P \leq 0.05$  认为差异有统计学意义。

## 结果

25例行双源CT小肠造影的患者。术后病理证实,25例肠道肿瘤患者中,原发灶25个,共发现腹部区域淋巴结50枚,其中转移性淋巴结29枚,反应性增生淋巴结21枚(图1)。表1中两两比较,仅原发病灶与转移性淋巴结间碘含量及曲线斜率的差异无统计学意义( $P$ 均 $>0.05$ )。表2中原发病灶与反应性增生淋巴结、转移性淋巴结碘含量分别为 $(1.544 \pm 0.302)$  mg/mL、 $(2.157 \pm 0.505)$  mg/mL、 $(1.355 \pm 0.254)$  mg/mL,曲线斜率分别为 $0.683 \pm 0.374$ 、 $0.553 \pm 0.120$ 、 $0.710 \pm 0.351$ (图2),三者碘含量及曲线斜率的差异均有统计学意义( $P$ 均 $<0.05$ )。

采用配对  $t$  检验对两位医师

表1 对碘值两两比较的结果

组别	$t$	$P$
原发病灶 & 反应增生性淋巴结	5.347	$<0.05$
原发病灶 & 转移性淋巴结	2.008	$>0.05$
转移性淋巴结 & 反应增生性	6.296	$<0.05$

分别在所选淋巴结上画取ROI的结果进行对比,共50个淋巴结,每一个淋巴结均由两位医师分别画取ROI,对其结果进行配对  $t$  检验( $t=2.131$ ,  $P=0.264$ ),其差异不具有统计学意义。虽然ROI的变动会对结果造成影响,但是本研究结果经过对比,排除了由于人为测量差异造成的误差。

## 讨论

淋巴结情况的评估是术前评估的重要内容之一,以往研究表明CT判断肠道肿瘤分期的准确度为22%~72%<sup>[1,2]</sup>,因此可见效果并不理想。因为目前还没有判断淋巴结转移的相对准确的形态学标准,以及单从形态学这一方面,判断一个增大的淋巴结为转移性还是炎性有时候十分困难,以往诊断医师通常将直径 $>1$  cm的淋巴结视为转移性淋巴结<sup>[3]</sup>,但是在临床工作中发现较多直径 $<1$  cm的淋巴结最终病理证实也是转移性淋巴结,这就给鉴别诊断带来了很大的困难。

不同病变和组织对X线衰减系数不同,根据不同的衰减系数,每一种物质都有其特有的能谱曲线,这种曲线以CT值的改变为依托表现出来,每个能量水平

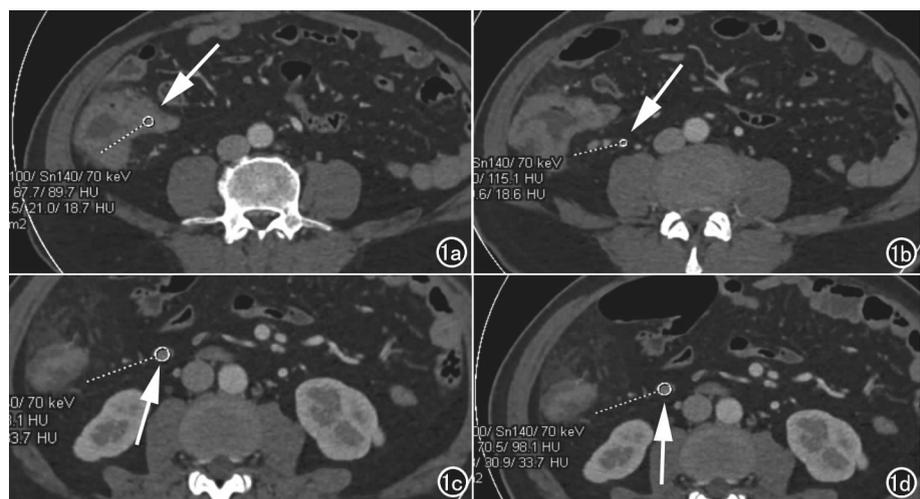


图1 升结肠溃疡型腺癌患者。a)回盲部管壁明显不均匀增厚,周围多发渗出;b~d)分别为图2中编号19、20、28增大淋巴结。

表2 对原发病灶、反应增生性淋巴结及转移性淋巴结碘值与能谱曲线斜率进行比较

能谱参数	原发病灶	反应增生性淋巴结	转移性淋巴结	$P$
碘值	$1.544 \pm 0.302$	$2.157 \pm 0.505$	$1.355 \pm 0.254$	$<0.05$
斜率	$0.683 \pm 0.374$	$0.553 \pm 0.120$	$0.710 \pm 0.351$	$<0.05$

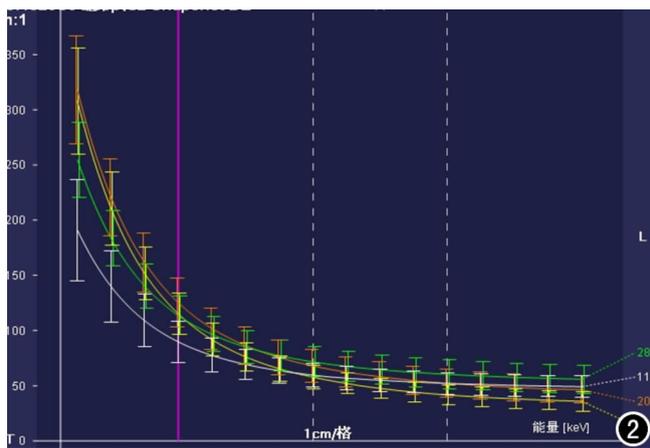


图2 能谱曲线图像,序号11为病变,其余皆为病变周围肿大淋巴结,淋巴结曲线均呈“速降型”,而病变的斜率明显低于肿大淋巴结。故可以认为皆为非转移淋巴结。

都有相对应的CT值<sup>[4,5]</sup>,根据不同组织结构相似的物质,其能谱曲线也会表现十分相似或者一致。本研究应用此原理,观察淋巴结与肠道肿瘤的能谱曲线,将与肠道原发病灶能谱曲线斜率一致或者接近的淋巴结视为转移性淋巴结。原因主要是由于大量肿瘤细胞破坏并替代了淋巴结的正常结构及免疫细胞,肿瘤细胞可在淋巴结内停留、分裂增生,导致相应的淋巴结肿大<sup>[6]</sup>,所以转移性淋巴结的组织结构就与原发病灶相似,得到的结果是能谱曲线斜率一致或者接近。而反应增生性淋巴结其实质上是正常淋巴结组织,所以与原发病灶不具有同源性,导致他们的能谱曲线斜率有差异。本项研究通过计算斜率来量化能谱曲线,原发病灶与转移性病灶斜率基本一致,而反应性淋巴结增生斜率明显低于前两者,统计学有显著性差异。说明利用能谱曲线及斜率来诊断转移淋巴结的准确性较高。

CT增强扫描可大致推断肿瘤血管数目及通透性高低,微血管数目越多,强化程度越高,但普通CT成像X线存在康普顿效应和光电效应,CT值测定不一定准确。而双源CT不同于单能CT,其根据不同keV下物质衰减值的差异,区分不同物质,并获得碘分布伪彩图,识别实质性病变内含量极少的碘剂并定量分析碘浓度,对细微强化显示非常敏感,所以比普通CT强化值更能反映病灶微血管数目、管壁通透性及血管生成等情况<sup>[7,8]</sup>。

本项研究共计50枚淋巴结,原发病灶与反应性增生淋巴结、转移性淋巴结碘含量分别为 $(1.544 \pm 0.302)$  mg/mL、 $(2.157 \pm 0.505)$  mg/mL、 $(1.355 \pm 0.254)$  mg/mL,转移性淋巴结碘含量低于反应性淋巴结增生,经统计学分析两者有显著性差异,与以往文献报道结果一致。本研究中转移性淋巴结的碘值要低于

反应增生性淋巴结,主要是因为肿瘤细胞转移至淋巴结、侵袭淋巴结时,先从皮质边缘的网状淋巴窦开始,然后沿着淋巴道直至破坏整个淋巴组织,肿瘤细胞替代髓质,因无充足血供,髓质坏死,导致其摄碘能力较低<sup>[9]</sup>。

在该研究中,部分假阳性的病例,其原因可能如下:①本次研究病例中有2位患者,邻近病灶处无肿大淋巴结,但回盲部有部分肿大淋巴结,而回盲部本就是反应增生性淋巴结好发部位,所以较难确定其性质,会造成假阳性。往往影像诊断上可疑的淋巴结,临床均主张术中切除;②部分患者长期肠道慢性炎症病程,所以临床怀疑其为恶性病变。但实际是由于长期慢性炎症性刺激促使淋巴结肿大,并非为肿瘤性病变转移导致;③有转移的淋巴结大多数会增大变硬,但出现肿瘤病变后,局部粘膜屏障出现缺陷,会引发炎症反应,也会刺激淋巴结肿大,有梗阻发生时,淋巴结会因为炎症肿大,则检出数量会增加。假阴性病例原因可能如下:①部分患者在第I站、II站都未发现符合标准的淋巴结,但是第III站发现了肿大淋巴结,我们经测定后认为它非转移性,但最后病例结果是转移性淋巴结。淋巴结转移根据路程先到达距离肿瘤最近的淋巴结,然后再转移到距离较远的淋巴结,瘤细胞在每一站淋巴结内浸润生长,同时也向同站内邻近淋巴结扩展。但部分患者也可经短路绕过距离肿瘤近的淋巴结而直接转移到较远的淋巴结,称为跳跃式转移;②部分淋巴结 $< 5$  mm,我们认为非转移,但最后病理结果是转移性淋巴结。对于这种病理微转移,是影像学长期以来的盲端,但是这通常所占比例不大,对于大部分的病例,还是存在一致性的;③在大网膜、小网膜处发现的淋巴结,我们认为可能是网膜种植转移结节,其实是淋巴结转移导致的。

本研究不足在于样本量过少,并且未对不同病理组织类型进行区分分析,CT扫描不能分辨肠壁各层结构,很难明确病灶的准确边界。

#### 参考文献:

- [1] 杨雪君,赵珍,赵卫. 能谱曲线与常规形态学方法对结直肠癌转移淋巴结诊断准确性的对比[J]. 昆明医科大学学报, 2015, 36(12):107-111.
- [2] 张正华,黄建强,韩丹. 双源CT平扫碘值鉴别甲状腺良性恶性结节的临床应用[J]. 肿瘤防治研究, 2015, 42(1):52-55.
- [3] 应伟荣,陈松宽. 双源CT扫描在淋巴瘤与淋巴转移瘤鉴别诊断中的应用[J]. 中国现代医生, 2015, 53(27):104-108.
- [4] 李雪霜,王贝贝,何花,等. 双源CT碘含量定量分析肾脏占位病变的强化[J]. 中国医学影像技术, 2016, 32(6):937-940.
- [5] Rubin GD. Computed tomography: revolutionizing the practice of medicine for 40 years[J]. Radiology, 2014, 10(2):45-74.
- [6] David J. Grand imaging inflammatory bowel disease with CT and MR enterography piotr starakiewicz curr[J]. Radiol Rep, 2013, 22

(1):277-285.

- [7] Sudha A. Anupindi, Daniel J. Podberesky, Alexander J. Towbin, et al. Pediatric inflammatory bowel disease: imaging issues with targeted solutions[J]. *Abdominal Imaging*, 2015, 40(3):975-992.
- [8] Athanasakos & Argyro Mazioti & Nikolaos Economopoulos & Christina Kontopoulou. Inflammatory bowel disease-the role of cross-sectional imaging techniques in the investigation of the small

bowel[J]. *Insights Imaging*, 2015, 14(6):73-83.

- [9] Zhang LJ, Wu S, Wang M, et al. Quantitative dual energy CT measurements in rabbit VX2 liver tumors; comparison to perfusion CT measurements and histopathological findings[J]. *Eur J Radiol*. 2012, 81(9):1766-1775.

(收稿日期:2017-04-19 修回日期:2017-10-16)

## 《放射学实践》杂志微信公众平台开通啦!

2015年6月,《放射学实践》杂志入选北京大学和北京高校图书馆期刊工作研究会共同主持的国家社会科学基金项目“学术期刊评价及文献计量学研究”研究成果——《中国核心期刊要目总览》。这是继1999,2008年之后的第3次入选临床医学/特种医学类核心期刊。

《放射学实践》杂志微信公众平台立足于准确地传递医学影像领域的最新信息,致力于为关注医学影像领域的广大人士服务。欢迎大家通过微信平台,以文字、图片、音频和视频等形式与我们互动,分享交流最新的医学影像资讯。您还可以通过微信平台免费阅读及搜索本刊所有发表过的论文,投稿作者可以查询稿件状态等。

您可以通过以下方式关注《放射学实践》杂志微信公众平台:

1. 打开微信,通过“添加朋友”,在搜索栏里直接输入“放射学实践”进行搜索。
2. 在“查找微信公众号”栏里输入“放射学实践”即可找到微信公众号,点击“关注”,添加到通讯录。
3. 打开微信,点击“扫一扫”,手机镜头对准下面的二维码,扫出后点击关注即可。



期待您的加入!