

# 能谱CT增强动、静脉标准化碘浓度在结肠癌转移性淋巴结鉴别中的价值

董修明<sup>1</sup>, 张为<sup>2</sup>, 马东东<sup>1</sup>, 唐莉<sup>1</sup>, 章辉庆<sup>1</sup>, 邱晓晖<sup>1</sup>

1. 亳州市人民医院 影像中心, 安徽 亳州 236800; 2. 安徽医科大学附属六安医院 影像中心, 安徽 六安 237006

**[摘要]** 目的 探讨能谱CT增强中动、静脉标准化碘浓度在结肠癌转移性淋巴结鉴别中价值。方法 34例结肠癌患者均行全腹部动、静脉标准化碘浓度增强CT扫描, 观察原发性病灶、反应性增生淋巴结、转移性淋巴结在碘含量值和CT能谱曲线斜率的差异, 分析能谱CT增强中动、静脉标准化碘浓度参数在鉴别转移性淋巴结和反应性增生淋巴结中的准确率、敏感性、特异性。结果 34例结肠癌患者术中探查共发现淋巴结504枚, 其中转移性淋巴结78枚, 反应性增生淋巴结426枚。反应性增生淋巴结、原发性病灶、转移性淋巴结的平均CT能谱曲线斜率依次提升 ( $P<0.05$ ), 而它们的平均碘含量值最高依次降低 ( $P<0.05$ )。碘含量值联合CT能谱曲线斜率值在鉴别转移性淋巴结和反应性增生淋巴结中的准确率 (86.98%)、敏感性 (87.21%)、特异性 (89.83%) 均高于单纯碘含量值、单纯CT能谱曲线斜率值的准确率 (73.48%、74.63%)、敏感性 (73.09%、73.54%)、特异性 (70.18%、71.35%) ( $P<0.05$ )。结论 碘含量值联合CT能谱曲线斜率值在结肠癌转移性淋巴结与反应性增生淋巴结鉴别中具有较高的临床价值。

**[关键词]** 增强体层摄影术; 标准化碘浓度; 结肠癌; 淋巴结

## Value of Standardized Iodine Concentration in Artery and Vein of Enhanced CT in Differential Diagnosis of Metastatic Lymph Nodes in Colon Cancer

DONG Xiuming<sup>1</sup>, ZHANG Wei<sup>2</sup>, MA Dongdong<sup>1</sup>, TANG Li<sup>1</sup>, ZHANG Huiqing<sup>1</sup>, QIU Xiaohui<sup>1</sup>

1. Image Center, Bozhou People's Hospital, Bozhou Anhui 236800, China;

2. Image Center, Lu'an Hospital of Anhui Medical University, Lu'an Anhui 237006, China

**Abstract:** Objective To evaluate the value of estandardized iodine concentration in artery and vein of enhanced CT in differential diagnosis of metastatic lymph nodes in colon cancer. **Methods** All 34 colon cancer patients underwent full abdominal artery and vein standardized iodine concentration-enhanced CT scan. The differences of iodine content and the slope of CT energy spectrum curve among primary lesions, reactive proliferative lymph nodes and metastatic lymph nodes were observed. And the arterial and venous standardized iodine concentration parameters in the energy spectrum CT enhancement to distinguish metastatic lymph nodes and reactive hyperplasia accuracy, sensitivity, and specificity in lymph nodes were analyzed. **Results** A total of 504 lymph nodes were found during intraoperative exploration in 34 patients with colon cancer, including 78 metastatic lymph nodes and 426 reactive hyperplastic lymph nodes. The slope of the average CT energy spectrum curves of reactive hyperplastic lymph nodes, primary lesion and metastatic lymph nodes increased sequentially ( $P<0.05$ ), while their average iodine content values decreased sequentially ( $P<0.05$ ). The accuracy (86.98%), sensitivity (87.21%) and specificity (89.83%) of iodine content combined with the slope value of CT energy spectrum curve were higher than those of iodine content alone and slope value of CT energy spectrum curve (73.48%, 74.63%), sensitivity (73.09%, 73.54%) and specificity (70.18%, 71.35%) respectively ( $P<0.05$ ). **Conclusion** The value of iodine content combined with with CT energy spectrum curve slope value has high clinical value in differentiating metastatic lymph nodes from reactive hyperplasia lymph nodes of colon cancer.

**Key words:** enhanced CT; standardized iodine concentration; colon cancer; lymph node

[中图分类号] R739.91; R730.42

[文献标识码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2021.11.021

[文章编号] 1674-1633(2021)11-0094-04

## 引言

结肠癌是一种常见的肠道恶性肿瘤, 发病率在我国居于第三位, 其致死率位居第五位, 尤其是Ⅲ B 及Ⅲ C 期结

肠癌患者的5年生存率不足60%<sup>[1-2]</sup>。当前Ⅲ B 及Ⅲ C 期的晚期结肠癌常规治疗方案仍然为手术切除治疗, 但临床研究手术疗效影响因素较多, 其中结肠癌淋巴结转移就是其中一个重要方面<sup>[3-4]</sup>。在手术前就可较为准确地对结肠癌患者淋巴结性质进行准确评估, 对于手术方案制定和手术预后效果的提升均具有重要意义<sup>[5-6]</sup>。CT是临床结肠癌淋巴

收稿日期: 2020-12-16

通信作者: 张为, 副主任医师, 主要研究方向为胸腹部影像诊断。

通信作者邮箱: 290878352@qq.com

结转移诊断的常用方法,但从常规CT形态学方面难以鉴别直径小于1 cm的淋巴结性质,即难对转移性淋巴结和反应性增生淋巴结进行有效鉴别<sup>[7]</sup>。动、静脉标准化碘浓度增强CT成像技术可实现物质分离,可较为简便地得到感兴趣区域(Region of Interest, ROI)碘浓度分布特征,同时也可得到反应病灶组织和淋巴结组织血流灌注情况的能谱曲线图像。虽然动、静脉标准化碘浓度增强CT成像技术的碘含量值、能谱曲线等参数在肿瘤淋巴结性质鉴别中的研究国内外均有所报道<sup>[8-10]</sup>,但能谱增强CT成像技术在结肠癌转移性淋巴结与反应性增生淋巴结鉴别中的价值还未见。鉴于此,本研究探讨能谱CT增强中动、静脉期标准化碘浓度在结肠癌转移性淋巴结与反应性增生淋巴结鉴别中价值,以期在结肠癌术前淋巴结性质准确判定提供更加详细的信息。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性以34例结肠癌病例(收治时间:2018年4月至2019年12月)为研究对象,年龄47~85(63.1±11.8)岁;男24例,女10例。纳入标准:所有病例均行结肠癌根治术,且经病理探查证实为单发性恶性肿瘤病灶,病灶周围至少发现1枚淋巴结。排除标准:①排除多发性恶性肿瘤病灶患者;②排除手术资料不完整病例患者;③排除病灶周围无淋巴结病例。本研究获取伦理委员会批准。

### 1.2 研究方法

所选34例病例均行全腹部动、静脉期增强CT扫描,获取原发病灶及病灶周围淋巴结的碘含量值和CT能谱曲线斜率,CT扫描前医师并不知晓病灶周围淋巴结性质。

(1)扫描准备。所选34例病例扫描前均禁食6 h,于候诊室憋尿等候。

(2)扫描方法。以GE Revolution CT机进行扫描,扫描范围包括整个结肠段,扫描序列包括平扫期及GSI模式动、静脉期增强。平扫期扫描参数设置:电压:120 kV;电流:自动;层厚:5 mm。完成平扫后,经肘静脉注入碘海醇350 mgI/mL,流率设置为4.0 mL/s。以对比剂示踪法在降主动脉内感兴趣区达到100 HU后,延迟10、25 s分别行动脉期、静脉期扫描。动、静脉期扫描参数设置:管电压采用140 kV和80 kV的0.5 s瞬时切换,管电流320 mA,层厚5 mm。

(3)碘浓度值和CT能谱曲线斜率获取。选取能谱图像Data数据序列进入能谱成像浏览器(GSI viewer),将混合能量图像处理为keV的单能量图像,传输至AW 4.71工作站,从中选择原发病灶实质均匀部分及淋巴结区作为ROI;分别测量ROI的碘浓度值、CT能谱曲线,计算出CT能谱曲线斜率。

### 1.3 统计学分析

采用SPSS 22.0数据包进行统计学分析。碘含量值、CT能谱曲线斜率等正态分布资料采用均值±标准差( $\bar{x} \pm s$ )

表示,以 $t$ 检验、单因素方差LSD法分析差异。以受试者特征(Receiver Operating Characteristic, ROC)曲线法分析单纯碘含量值、单纯CT能谱曲线斜率、碘含量值在转移性淋巴结和反应性增生淋巴结鉴别中的准确率、敏感性、特异性。 $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 34例结肠癌术中病理检测结果统计

34例结肠癌患者术中探查共发现淋巴结504枚,其中术后病理检测证实转移性淋巴结共78枚,反应性增生淋巴结共426枚。典型病例如图1所示。

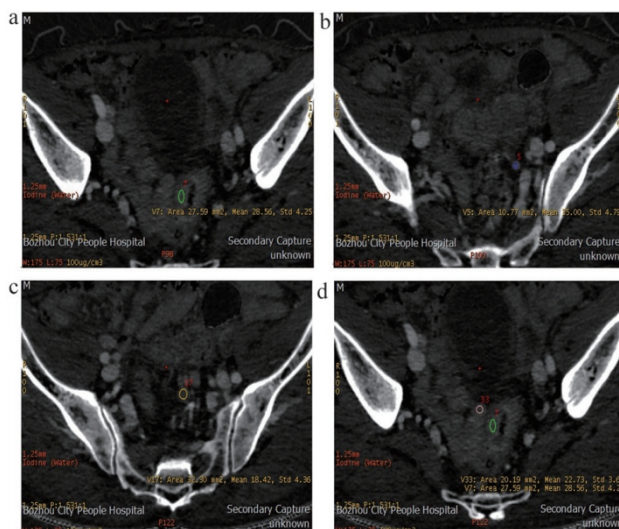


图1 结肠腺癌患者的能谱CT碘浓度图

注:a.结肠管壁增厚原发性肿瘤病灶(编号7#);b~d.病灶周围可见渗出淋巴结3枚(编码5#、17#、33#),术后病理检查证实17#、33#淋巴结为转移性淋巴结,5#淋巴结为反应性增生淋巴结。

### 2.2 34例结肠癌患者原发病灶及淋巴结的CT能谱曲线表现分析

426枚反应性增生淋巴结的CT能谱曲线斜率最低,34例原发病灶的CT能谱曲线斜率次之,78枚转移性淋巴结的CT能谱曲线斜率最高,单因素方差LSD法分析差异具有显著性( $P<0.001$ ),见表1、图2。

表1 34例结肠癌患者原发病灶及淋巴结的CT能谱曲线斜率比较表现分析

探查感兴趣区	n/个	CT能谱曲线斜率
原发病灶	34	$0.63 \pm 0.16$
结肠癌转移性淋巴结	78	$0.79 \pm 0.28$
结肠癌反应性增生淋巴结	426	$0.45 \pm 0.13$
F值		89.634
P值		<0.001

### 2.3 34例结肠癌患者原发病灶及淋巴结的碘含量值分析

78枚反应性增生淋巴结的碘含量值最高,34例原发病灶的碘含量值次之,426枚转移性淋巴结的碘含量值最低,单因素方差LSD法分析差异有显著性( $P<0.05$ ),见表2。



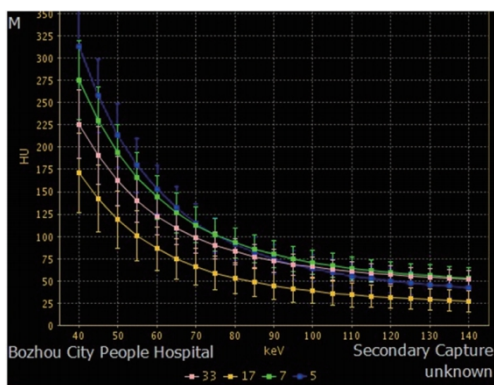


图2 典型结肠癌病例的原发病灶及淋巴结CT能谱曲线图

注：患者为图1病例，图中绿色曲线为原发病灶(编号7#)的CT能谱曲线，黄色和粉色曲线为结肠癌转移性淋巴结(编号17#、编号33#)的CT能谱曲线，蓝色曲线为反应性增生淋巴结(编号5#)的CT能谱曲线。

表2 34例结肠癌患者原发病灶及淋巴结的碘含量值分析表

探查感兴趣区	n/个	碘含量值/(mg/mL)
原发性病灶	34	1.54 ± 0.31
结肠癌转移性淋巴结	78	0.91 ± 0.19
结肠癌反应性增生淋巴结	426	2.87 ± 0.69
F值		107.815
P值		<0.001

#### 2.4 碘含量值联合CT能谱曲线斜率在鉴别转移性淋巴结和反应性增生淋巴结中的效能分析

以34例病例病理检查结果为金标准，以CT检查中淋巴结碘含量值高于原发性病灶判定为反应性增生淋巴结，反之则为转移性淋巴结；以CT检查中CT能谱曲线斜率低于原发性病灶判定为反应性增生淋巴结，反之则为转移性淋巴结。绘制鉴别结果ROC曲线显示(图3)：碘含量值联合CT能谱曲线斜率值在鉴别转移性淋巴结和反应性增生淋巴结中的准确率(86.98%)、敏感性(87.21%)、特异性(89.83%)均高于单纯碘含量值、单纯CT能谱曲线斜率值的准确率(73.48%、74.63%)、敏感性(73.09%、73.54%)、特异性(70.18%、71.35%)( $P < 0.05$ )。

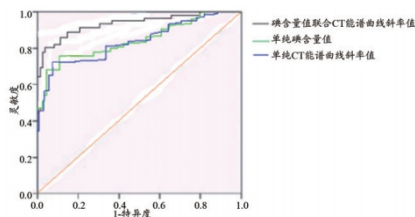


图3 碘含量值联合CT能谱曲线斜率在鉴别转移性淋巴结和反应性增生淋巴结的ROC曲线图

### 3 讨论

近年来，我国结肠癌发病率呈现不断上升趋势，近5年年均发病人数均达20万以上，死亡率已居所有癌症的第5位<sup>[11-12]</sup>。腹腔镜直肠癌根治术是目前应用较广泛的临床术式，具有疗效确切、手术创伤较小、应用安全性较高的临床应用优势<sup>[13]</sup>。淋巴结性质情况是结肠癌术前评估的重要内容，既往研究显示，常规CT对肿瘤转移性淋巴结

和反应性增生淋巴结鉴别的准确度较低，仅在60%左右<sup>[14]</sup>。同时目前临床也并未有通过常规CT鉴别淋巴结转移的统一形态学标准，仅从常规CT影像方面判定结肠癌淋巴结转移性还是反应性增生是十分困难的事，既往临床医师通常将直径大于1 cm的淋巴结视为转移性淋巴结，但在临床工作中发现较多直径小于1 cm淋巴结的病理检测结果也为转移性淋巴结<sup>[15]</sup>。因此结肠癌转移性淋巴结和反应性增生淋巴结鉴别一直以来就是临床研究的难点。

动、静脉标准化碘浓度增强CT技术的临床应用，可通过不同病变程度组织对CT扫描X线衰减系数的不同，来绘制特有的CT能谱曲线，这种CT能谱曲线可以较容易获取到组织结构的碘浓度值和能谱曲线斜率，从而根据碘浓度值和能谱曲线斜率来进行物质性质鉴别<sup>[16-17]</sup>。本研究根据动、静脉期标准化碘浓度增强CT技术的原理，观察了结肠癌患者原发病灶及淋巴结的CT能谱曲线表现和碘浓度值情况，结果显示：反应性增生淋巴结、原发性病灶、转移性淋巴结的CT能谱曲线斜率和碘浓度值比较存在明显的差异( $P < 0.05$ )。在碘浓度值上比较，反应性增生淋巴结最高，原发性病灶的次之，转移性淋巴结最低。在CT能谱曲线斜率值上比较，反应性增生淋巴结最低，原发性病灶的次之，转移性淋巴结最高。其原因主要在于：反应性增生淋巴结是一种炎症反应所导致的增生淋巴组织，而原发性病灶和转移性淋巴结均是肿瘤细胞停留、侵袭、分裂所导致的病变组织<sup>[18]</sup>；相对来说，反应性增生淋巴结较接近于正常结肠组织结构，而原发性病灶和转移性淋巴结均是病变组织结构，因此这三种组织结构在CT能谱曲线斜率和碘浓度值上比较有明显的差异<sup>[19-20]</sup>。本研究尝试以每一例病例结肠癌原发病灶的碘含量值和CT能谱曲线斜率值为基准点进行转移性淋巴结和反应性增生淋巴结鉴别，即以CT检查中淋巴结碘含量值高于原发性病灶判定为反应性增生淋巴结，反之则为转移性淋巴结；以CT检查中CT能谱曲线斜率低于原发性病灶判定为反应性增生淋巴结，反之则为转移性淋巴结。结果显示：碘含量值联合CT能谱曲线斜率值在鉴别转移性淋巴结和反应性增生淋巴结中的准确率、敏感性、特异性均高于单纯碘含量值、单纯CT能谱曲线斜率值( $P < 0.05$ )。单纯碘含量值、单纯CT能谱曲线斜率值在结肠癌转移性淋巴结与反应性增生淋巴结鉴别中具有较高的临床价值，但与之相比较的是，碘含量值联合CT能谱曲线斜率值在结肠癌转移性淋巴结与反应性增生淋巴结鉴别中具有更高的临床价值。

淋巴结性质情况是结肠癌术前评估的重要内容，但常规CT在结肠癌转移性淋巴结和反应性增生淋巴结鉴别中存在较大的困难。本研究中，结肠癌原发病灶、转移性淋巴结、反应性增生淋巴结的动、静脉标准化碘浓度增强CT扫描参数碘含量值和CT能谱曲线斜率存在明显的差异，碘含量值联合CT能谱曲线斜率值在结肠癌转移性淋巴结与反应性增生淋巴结鉴别中具有较高的临床价值，可以为临床术前评估结肠癌患者的淋巴结情况及后续治疗方案的

制定提供有效参考,但本研究存在样本量较少的不足,故这仍需后续进一步研究。

#### [参考文献]

- [1] 闫涛,苏俐,张星光,等.结直肠癌流行病学特征及其危险因素[J].疾病监测与控制,2017,9(4):241-243.
- [2] 鲍萍萍,吴春晓,张敏璐,等.2015年上海市恶性肿瘤流行特征分析[J].中国癌症杂志,2019,29(2):81-99.
- [3] 谭兴颖,唐翠萍,陈杜可,等.局部晚期直肠癌术前新辅助治疗的研究进展[J].现代肿瘤医学,2019,27(5):892-895.
- [4] 蔡宁,闵泽,腹腔镜,等.结直肠癌根治术与开腹结直肠癌根治术治疗不同分期结直肠癌效果对比[J].医学理论与实践,2019,18(11):104-108.
- [5] 袁继全,赵兰君.淋巴结检出对Ⅱ期结肠癌根治术患者预后的影响[J].中外医学研究,2019,17(30):27-28.
- [6] 宋微,郭桐汇,齐永海,等.多层螺旋CT在结肠癌诊断及术前分期中的临床价值分析[J].中国现代医生,2019,57(23):103-105.
- [7] 李胜开,李林蔚,代海洋,等.结肠癌CT诊断临床价值研究及展望[J].现代医用影像学,2019,28(5):978-979.
- [8] 张帆,张隐笛,郑冬,等.双源CT鉴别诊断炎症性肠病反应性增生淋巴结与结直肠癌转移性淋巴结[J].中国医学影像学杂志,2017,25(9):662-665.
- [9] Sudha A, Anupindi DJ, Podberssky AJ, et al. Pediatric inflammatory bowel disease: imaging issues with targeted solutions[J]. *Abdominal Imaging*, 2016, 40(3): 975-992.
- [10] 王俊,王水,王艳,等.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[J].放射学实践,2018,33(6):593-597.
- [11] 张永智,王安,王光辉,等.病变部位和病理分期对直肠癌根治性切除术的治疗效果影响[J].中华普外科手术学杂志(电子

版),2019,13(4):400-402.

- [12] Azuma K, Hirashima T, Yamamoto N, et al. Phase II study of erlotinib plus tivantinib (ARQ 197) in patients with locally advanced or metastatic EGFR mutation-positive non-small-cell lung cancer just after progression on EGFR-TKI, gefitinib or erlotinib[J]. *ESMO Open*, 2018, 14(4): 345-349.
- [13] 张晓飞,李永强.腹腔镜与开腹手术治疗结直肠癌术后肠梗阻的效果对比分析[J].当代医学,2019,13(23):14-16.
- [14] 朱丽丽,郑玉飞,徐辉,等.能谱CT在不同分化胃癌转移性淋巴结定性诊断中的价值[J].中国临床新医学,2019,32(12):108-112.
- [15] 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,2017,53(27):104-108.
- [16] 崔元龙,许毛荣,文智,等.能谱CT定量参数对非小细胞肺癌纵隔淋巴结转移中的应用价值[J].临床放射学杂志,2019,38(5):825-829.
- [17] 郭油油,李咏梅,王静杰,等.双源CT能谱参数定性诊断甲状腺乳头状癌后颈部转移淋巴结[J].中国医学影像技术,2019,35(5):669-672.
- [18] Sivapatham S, Ficht X, Barreto DA, et al. Initial viral inoculum determines kinapse-and synapse-like T cell motility in reactive lymph nodes[J]. *Front Immunol*, 2019, 10(44): 2214-2231.
- [19] Sweetey SV, Narayankar AS. Evaluation of lymph node ratio and morphologic patterns of nodal reactive hyperplasia in primary organ malignancy[J]. *Indian J Pathol Microbiol*, 2019, 62(2): 216-221.
- [20] 张梁,沈加林,王军,等.能谱纯化技术在降低CT引导下肺肿瘤微波消融术中辐射剂量的应用研究[J].中国医疗设备,2020,35(10):155-159.

本文编辑 皮志超

## 参考文献格式编排举例

### (6) 技术报告 (文献类型标识: R)

[序号] 主要责任者. 报告题名[R]. 编号, 出版年.

- [11] 冯西桥. 核反应堆压力管道与压力容器的 LBB 分析[R]. 北京: 清华大学核能技术设计研究院, 1997.
- [12] Kyungmoon N. Automatic landing system design using fuzzy logic[R]. AIAA-98-4484, 1998.

### (7) 专利 (文献类型标识: P)

[序号] 专利所有者. 专利题名: 专利国别, 专利编号[P]. 公告日期.

- [13] 姜锡洲. 一种温热外敷药制备方案: 中国, 88105607.3[P]. 1989-07-06.
- [14] Kramer DP. Hermetic Fiber Optic to Metal Connection Technique: USP, 5143531[P]. 1992.

### (8) 报纸文章 (文献类型标识: N)

[序号] 主要责任者. 文献题名[N]. 报纸名, 出版日期(版次).

- [15] 谢希德. 创造学习的新思路[N]. 人民日报, 1998-12-25(10).
- [16] Guo AB. Auto Show Revs up Customers' Desire[N]. China Daily, 2002-06-07(1).