



能谱CT成像定性评估不同分化食管癌转移淋巴结的应用价值

卫军, 马宣传

引用本文:

卫军, 马宣传. 能谱CT成像定性评估不同分化食管癌转移淋巴结的应用价值[J]. 蚌埠医学院学报, 2021, 46(1): 25-28,32.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2021.01.007>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

能谱CT在结直肠癌分化程度中的应用价值研究

Application value of spectral CT in the evaluation of the differentiation degree of colorectal cancer

蚌埠医学院学报. 2021, 46(1): 29-32 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2021.01.008>

多排螺旋CT术前诊断胃癌淋巴结转移的价值

Value of 64-slice spiral computed tomography in diagnosing lymph node metastasis of gastric cancer before operation

蚌埠医学院学报. 2015, 40(10): 1378-1381 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2015.10.029>

基于能谱CT纹理分析在预测胃癌术前淋巴结转移中的价值

Value of texture analysis based on spectral CT in predicting preoperative lymph node metastasis of gastric cancer

蚌埠医学院学报. 2021, 46(1): 21-24 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2021.01.006>

纳米碳示踪前哨淋巴结检测技术在腹腔镜下早期子宫内膜癌手术中的应用

Application value of nano carbon tracing sentinel lymph node detection technique in laparoscopic surgery of early endometrial cancer

蚌埠医学院学报. 2020, 45(6): 735-738 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2020.06.009>

MMP-2、TIMP-2在食管鳞状细胞癌的表达与临床意义

Expression of MMP-2 and TIMP-2 in esophageal squamous cell carcinoma and its clinical significance correlations

蚌埠医学院学报. 2017, 42(3): 297-301 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2017.03.005>

能谱 CT 成像定性评估不同分化食管癌转移淋巴结的应用价值

卫 军,马宣传

[摘要] **目的:**探讨能谱 CT 成像在定性评估不同分化食管癌转移淋巴结中的应用价值。**方法:**回顾性分析 48 例经内镜病理证实的食管鳞癌病人,术前均接受能谱 CT 胸部平扫及双期增强扫描,测量纵隔内淋巴结短径、动脉期 70 keV 下的 CT 值($CT_{70\text{ keV}}$)、动脉期及静脉期碘浓度,计算标准化碘浓度,并且与手术后病理结果相比较。**结果:**48 例食管鳞癌病人中,食管癌手术及病理证实伴淋巴结转移 32 例,无淋巴结转移 16 例。经术后病理结果确认转移淋巴结 79 枚,其中高、中、低分化鳞癌转移淋巴结分别为 14 枚、27 枚和 38 枚;非转移性淋巴结 32 枚,能谱 CT 成像诊断淋巴结转移与手术后病理结果差异无统计学意义($P > 0.05$)。高中分化食管鳞癌转移性淋巴结短径、动脉期 $CT_{70\text{ keV}}$ 、动静脉期标准化碘浓度均高于非转移性淋巴结($P < 0.05 \sim P < 0.01$)。低分化食管鳞癌转移性淋巴结短径、动脉期 $CT_{70\text{ keV}}$ 、动静脉期 NIC 均高于非转移性淋巴结($P < 0.05 \sim P < 0.01$)。ROC 曲线分析显示,动脉期 $CT_{70\text{ keV}}$ 、动脉期标准化碘浓度及能谱曲线斜率联合诊断食管癌转移淋巴结的敏感度和特异度分别为 86.1% 和 87.5%。**结论:**CT 能谱成像在定性评估不同分化食管癌淋巴结中具有重要价值,能够为食管癌的 N 分期、临床诊断及治疗方案的选择提供帮助。

[关键词] 食管肿瘤;转移淋巴结;体层摄影术,X 线计算机

[中图法分类号] R 735.1

[文献标志码] A

DOI:10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2021.01.007

Application value of the spectral CT imaging in the qualitative evaluation of metastatic lymph nodes of differently differentiated esophageal cancer

WEI Jun, MA Yi-chuan

(Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of Bengbu Medical College, Bengbu Anhui 233004, China)

[Abstract] **Objective:** To explore the application value of spectral CT imaging in the qualitative evaluation of metastatic lymph nodes of differently differentiated esophageal cancer. **Methods:** The clinical data of 48 patients with esophageal squamous cell carcinoma confirmed by endoscopic pathology were retrospectively analyzed. All cases were detected using spectral CT chest plain scan and dual-phase enhanced scan before surgery. The short diameter of mediastinal lymph nodes, CT value at 70 keV arterial and iodine concentration in arterial and venous phases were measured, the normalized iodine concentration was calculated, and which was compared with the postoperative pathological results. **Results:** Among the 48 patients with esophageal squamous cell carcinoma, 32 cases with lymph node metastasis and 16 cases without lymph node metastasis were confirmed by operation and pathology. The postoperative pathological results showed that 79 metastatic lymph nodes were found (including 14 highly differentiated squamous cell carcinoma metastatic lymph nodes, 27 moderately differentiated squamous cell carcinoma metastatic lymph nodes and 38 poorly differentiated squamous cell carcinoma metastatic lymph nodes), and there were 32 non-metastatic lymph nodes. There was no statistical significance in the diagnosis of lymph node metastasis between spectral CT imaging and pathological results after surgery ($P > 0.05$). The short diameter, $CT_{70\text{ keV}}$ and arterial phase normalized iodine concentration in highly and moderately differentiated esophageal squamous cell carcinoma metastatic lymph nodes were higher than those in non-metastatic lymph nodes ($P < 0.05$ to $P < 0.01$). The short diameter, $CT_{70\text{ keV}}$ and arterial phase normalized iodine concentration in poorly differentiated esophageal squamous cell carcinoma metastatic lymph nodes were higher than those in non-metastatic lymph nodes ($P < 0.05$ to $P < 0.01$). The ROC curve analysis showed that the sensitivity and specificity of the combined of $CT_{70\text{ keV}}$, normalized iodine concentration and spectral curve slope in arterial phase in the diagnosis of metastatic lymph node of esophageal cancer were 86.1% and 87.5%, respectively. **Conclusions:** The spectral CT imaging has important value in qualitative valuating the lymph nodes of differently differentiated esophageal cancer. It is helpful for N staging, clinical diagnosis and choice of treatment option of esophageal cancer.

[Key words] esophageal neoplasms; metastatic lymph node; tomography, X-ray computer

[收稿日期] 2020-04-15 [修回日期] 2020-06-23

[作者单位] 蚌埠医学院第一附属医院 放射科,安徽 蚌埠 233004

[作者简介] 卫 军(1989-),男,硕士研究生,住院医师。

[通信作者] 马宣传,硕士研究生导师,主任医师,副教授。E-mail:

57688754@qq.com

食管癌是消化系统常见的恶性肿瘤之一,据 2018 年公布的统计数据,我国食管癌发病率居恶性肿瘤中的第 6 位^[1]。临床上具有早期症状不明显,误诊率和漏诊率高的特点。食管癌最易出现淋巴结

转移,一旦发生转移,治疗难度增大,严重影响病人的生活质量及生存时间^[2]。因此,术前明确病人是否存在淋巴结转移以及转移数目和范围,直接影响临床治疗方案的选择和预后评估。当前食管癌常用的影像学检查主要是X线钡餐造影、传统CT平扫及增强等。X线钡餐造影可较直观地显示病变部位、大小、形态,但无法显示腔外侵犯和淋巴结转移情况。传统CT扫描是诊断食管癌淋巴结转移最常用的方法,通常依据淋巴结的大小及形态学来判断是否存在淋巴结转移,但敏感性不高,存在较高的漏诊率和误诊率^[3];且传统CT的X线属于混合能量射线,图像的判读容易受射线束硬化伪影的影响^[4]。近来随着CT技术的不断发展,能谱CT成像因其多参数成像的优势,在食管癌术前诊断中的应用逐渐增多^[5-6]。本研究旨在探究CT能谱成像在定性判断不同分化食管癌淋巴结转移中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2019年3-12月在蚌埠医学院第一附属医院进行手术的48例食管癌病人作为研究对象,其中男31例,女17例,年龄48~76岁。纳入标准:(1)经胃镜病理检查诊断为食管鳞癌;(2)行CT扫描前均未进行任何治疗,且扫描结束后1周内行外科手术治疗;(3)无其他恶性肿瘤病史;(3)无碘过敏史及其他相关检查禁忌证。排除标准:(1)伴肝、肾等严重功能不全者;(2)影像学或病理资料不全者;(3)伴甲状腺功能亢进者;(4)图像质量差不满足诊断要求者。

1.2 检查方法 能谱CT检查前3d禁行上消化道造影检查,检查当天禁食6~8h,扫描前10~15min内肌肉注射消旋山莨菪碱20mg,检查前饮水800~1000mL以充盈上消化道,检查取仰卧位后,用吸管饮水200~300mL以充盈食管。采用GE公司Revolution 256排CT的GSI模式行平扫+动脉期增强双期扫描,管电压以0.5ms在80keV、140keV之间瞬时切换,管电流550mA,扫描范围自锁骨上区至肝脏下缘水平,对比剂选用碘海醇(欧乃派克,350mg/mL)80~100mL,利用高压注射器经右侧前臂肘静脉注入对比剂,速率为3.0mL/s,于对比剂注入后30s行动脉期增强扫描,60s行静脉期扫描,层厚5mm、层间距5mm,后处理自动重建成层厚0.625mm、层间距0.625mm的能谱序列图像。

1.3 图像分析 扫描完成后相关数据自动传至GE AW 4.7工作站,选中相应能谱序列数据,用GSI

Protocols general 软件进行分析和观测,纵隔淋巴结分组参照美国癌症联合会联合国际抗癌联盟标准^[7],标记胸内各组淋巴结,测量、记录大小,同时测量其动脉期70keV单能量下的CT值($CT_{70\text{keV}}$)和碘基图上淋巴结动、静脉期碘浓度,并与同层面主动脉碘浓度相比,计算淋巴结动、静脉期标准化碘浓度(normalized iodine concentration, NIC)。结合食管癌病灶及淋巴结能谱曲线,诊断淋巴结性质,并与手术后病理结果进行比较。

1.4 统计学方法 采用t检验、配对 χ^2 检验和ROC曲线分析。

2 结果

2.1 48例食管癌病人的基本情况 48例食管癌病人中,病变位于上段5例,中上段4例,中段17例,中下段8例,下段14例。高分化鳞癌11例,中分化鳞癌15例,低分化鳞癌22例。

2.2 能谱CT诊断食管癌淋巴结转移的总体情况

48例食管癌病人中,食管癌手术及病理证实伴淋巴结转移32例,无淋巴结转移16例。在食管癌CT能谱图像上相应标记淋巴结总共111枚,手术后经病理结果证实转移淋巴结共79枚,其中高、中、低分化鳞癌转移淋巴结分别是14枚、27枚和38枚;非转移性淋巴结32枚,能谱CT成像诊断淋巴结转移与手术后病理结果差异无统计学意义($P > 0.05$) (见表1)。

表1 能谱CT成像诊断淋巴结转移与手术后病理结果比较(n)

分组	病理转移	病理非转移	合计	χ^2	P
能谱CT转移	68	4	72		
能谱CT非转移	11	28	39	3.27	>0.05
合计	79	32	111		

2.3 高中分化、低分化食管鳞癌不同性质淋巴结短径、动脉期 $CT_{70\text{keV}}$ 、动脉期及静脉期NIC比较 高中分化食管鳞癌转移性淋巴结短径、动脉期 $CT_{70\text{keV}}$ 、动静脉期NIC均高于非转移性淋巴结($P < 0.05 \sim P < 0.01$) (见表2)。低分化食管鳞癌转移性淋巴结短径、动脉期 $CT_{70\text{keV}}$ 、动静脉期NIC均高于非转移性淋巴结($P < 0.05 \sim P < 0.01$) (见表3)。

2.4 ROC曲线分析 动脉期 $CT_{70\text{keV}}$ 、动脉期NIC和能谱曲线斜率诊断食管癌转移性淋巴结的AUC值(95%CI)分别为0.75(0.69~0.82)、0.82(0.78~0.91)、0.80(0.73~0.86),当动脉期 $CT_{70\text{keV}}$ 的阈值为

65.22 HU 时,敏感度和特异度分别为 73.8%、82.2%;当动脉期 NIC 阈值为 0.19 时,敏感度和特异度分别为 82.9%、85.4%;当动脉期能谱曲线斜率阈值为 1.32 时,敏感度和特异度为 78.6%、81.1%。动脉期 $CT_{70\text{ keV}}$ 、动脉期 NIC 及能谱曲线斜率联合诊断食管癌转移淋巴结的敏感度和特异度分别为 86.1% 和 87.5%。

表 2 高中分化食管鳞癌不同性质淋巴结参数比较($\bar{x} \pm s$)

分组	n	短径/mm	动脉期 $CT_{70\text{ keV}}/\text{Hu}$	动脉期 NIC	静脉期 NIC
转移淋巴结	41	9.37 ± 2.95	69.52 ± 18.23	0.24 ± 0.07	0.63 ± 0.10
非转移淋巴结	32	6.52 ± 3.02	51.79 ± 14.48	0.15 ± 0.05	0.44 ± 0.15
t	—	2.12	4.50	6.15	6.48
P	—	<0.05	<0.01	<0.01	<0.01

表 3 低分化食管鳞癌不同性质淋巴结参数比较($\bar{x} \pm s$)

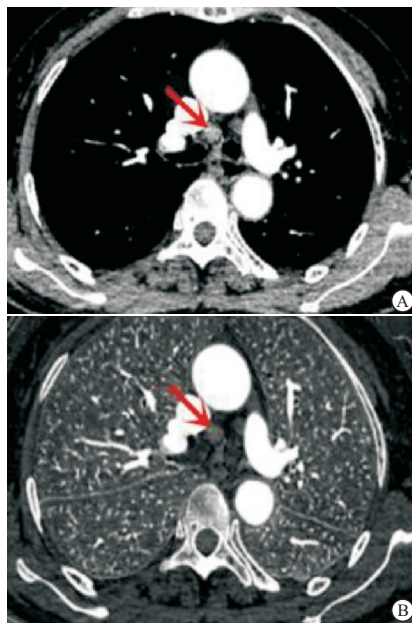
分组	n	短径/mm	动脉期 $CT_{70\text{ keV}}/\text{Hu}$	动脉期 NIC	静脉期 NIC
转移淋巴结	38	9.48 ± 3.24	76.64 ± 23.21	0.31 ± 0.09	0.52 ± 0.12
非转移淋巴结	32	6.52 ± 3.02	51.79 ± 14.48	0.15 ± 0.05	0.44 ± 0.15
t	—	3.93	5.25	8.95	2.48
P	—	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05

2.5 典型病例 病例 1,男,64 岁,食管中下段低分化鳞癌,主肺动脉窗淋巴结转移(见图 1)。病例 2,女,55 岁,食管下段高分化鳞癌,气管隆突下淋巴结转移(见图 2)。病例 3,男,67 岁,食管中上段高分化鳞癌,气管旁非转移淋巴结(见图 3)。

3 讨论

全世界每年死于食管癌的病人超过 22 万^[8],我国更是食管癌的高发国家,严重威胁着人类的健康和 生活质量。在食管癌的治疗中,准确判断淋巴结的转移数量和转移范围是食管癌 N 分期的关键,也是临床医师一直关注的重点,因其与病人治疗方案的选择及预后评价息息相关。临床工作中通常用的常规 CT 检查来诊断食管癌淋巴结转移情况,常将除气管食管旁沟淋巴结短径 >5 mm 外,其他各区域淋巴结短径 >10 mm 时,定性为转移性淋巴结,但其对食管癌术前淋巴结转移诊断灵敏度仅为 62.86%^[9],研究中发现仍有部分病人出现淋巴结术前分期不准的情况,其误诊或漏诊的原因主要是一方面食管癌中晚期病人常会出现良性反应性淋巴结肿大;另一方面一些短径较小的淋巴结也可能是转移性淋巴结。能谱 CT 成像利用不同 X 线能量下物

质吸收不同的原理,提供相比传统 CT 更多的影像学图像信息,经过运算可以获得 101 个单能量图像(40 ~ 140 keV)、能谱曲线、基物质图及有效原子序数等^[10],从而可以对食管癌进行多参数分析。依据食管癌病灶与其转移性淋巴结之间的同源性,本研究通过能谱 CT 成像对不同分化程度食管鳞癌转移性淋巴结与非转移性淋巴结的动脉期 $CT_{70\text{ keV}}$ 、动脉期及静脉期 NIC 多参数的分析,发现能谱 CT 诊断转移性淋巴结的优越性,其敏感度明显高于传统 CT,打破了传统 CT 仅依赖淋巴结大小及形态的诊断模式。

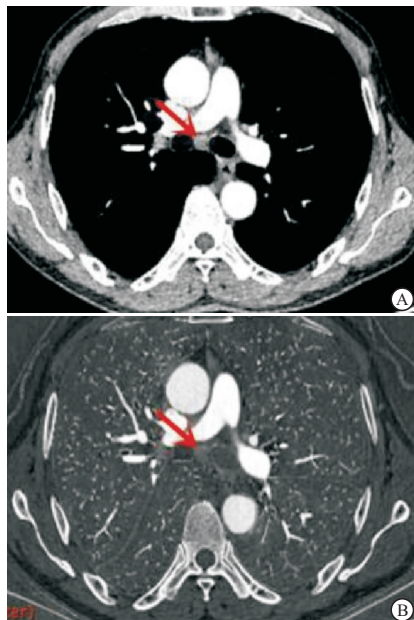


A: 食管中下段低分化鳞癌转移性淋巴结动脉期 70 keV 单能量图; B: 碘基图,淋巴结 $CT_{70\text{ keV}}$ 为 79.83 Hu, NIC 为 0.32

图 1 食管中下段低分化鳞癌能谱 CT 图像

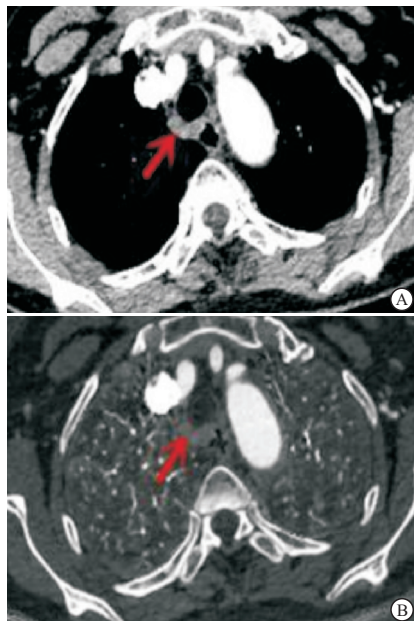
转移性淋巴结与非转移性淋巴结有不同的病理表现,食管鳞癌转移性淋巴结因肿瘤细胞浸润,正常组织细胞被取代,淋巴结原有组织结构及血供发生了改变;非转移性淋巴结包括正常淋巴结或由感染引起的炎性细胞增生或反应性肿大的淋巴结。这些不同的病理表现造成了转移性淋巴结与非转移性淋巴结不同的 X 衰减系数的变化。然而传统 CT 难以检测出这些变化。能谱 CT 成像作为一种新兴的多参数成像的影像检查方法,其特有的单能量图像可以反映淋巴结不同病理变化所致的 X 线衰减系数的变化。单能量图像最大的优势是根据成像条件来改善 CT 值的漂移获得最佳的图像,有研究^[11]指出 70 keV 时的单能量图可以提高组织之间的对比性,获得较好的信噪比,显示转移性淋巴结最清晰。动脉期 $CT_{70\text{ keV}}$ 、动静脉期 NIC 可以间接地反映不同性

质的淋巴结血供的变化^[12]。本研究高中分化食管鳞癌、低分化食管鳞癌的转移性淋巴结与非转移性淋巴结的动脉期 $CT_{70\text{keV}}$ 、动脉期及静脉期 NIC 差异均有统计学意义,说明转移性淋巴结与非转移性淋巴结之间强化程度存在差异,这与丁聪等^[13]的研究结果一致。



A: 食管下段高分化鳞癌转移性淋巴结动脉期70 keV单能量图; B: 碘基图, 淋巴结 $CT_{70\text{keV}}$ 为66.49 Hu, NIC为0.23

图2 食管下段高分化鳞癌能谱CT图像



A: 食管中上段高分化鳞癌非转移性淋巴结动脉期70 keV单能量图; B: 碘基图, 淋巴结 $CT_{70\text{keV}}$ 为52.25 Hu, NIC为0.16

图3 食管中上段高分化鳞癌能谱CT图像

不同分化食管鳞癌转移性淋巴结能谱参数存在差异。不同分化食管鳞癌转移性淋巴结组织中血供

情况和组织机构的不同可能是造成能谱 CT 参数差异的重要原因;恶性程度越高及组织分化越差的肿瘤,其转移性淋巴结组织中微血管密度越高,碘浓度就越高^[14-15]。食管癌不同病理分级会有不一样的单能量 CT 值,癌组织分化程度越好对应的单能量 CT 值越低,癌组织分化程度越差对应的单能量 CT 值则相对较高^[16]。能谱 CT 碘基图能够定量分析组织中碘的分布及浓度,间接反映组织的血流动力学情况^[17]。本组研究用淋巴结动脉期 $CT_{70\text{keV}}$ 以及动脉期和静脉期 NIC 参数对不同分化食管鳞癌转移性淋巴结进行观测,并与术后病理结果进行比对,结果证实了不同分化食管鳞癌转移性淋巴结能谱参数存在差异。研究中也发现小部分转移性淋巴结的动脉期 $CT_{70\text{keV}}$ 及动静脉期 NIC 均较低,其原因可能与部分低分化食管鳞癌的转移性淋巴结出现明显坏死,导致血供差,摄碘能力低有关;另外病人的自身循环因素及扫描条件的差异也可能影响淋巴结 $CT_{70\text{keV}}$ 和碘浓度。

综上所述,CT 能谱成像在定性评估不同分化食管癌转移性淋巴结中具有较高价值,可以为临床诊断食管癌淋巴结转移提供更加有效的方法,从而为病人制定治疗方案提供有利治疗依据,值得在临床中推广。

[参 考 文 献]

- [1] CHEN WQ, SUN KX, ZHENG RS, *et al.* Cancer incidence and mortality in China, 2014 [J]. Chinese Journal of Cancer Research, 2018, 30(1): 1.
- [2] ZENG H, ZHENG R, ZHANG S, *et al.* Esophageal cancer statistics in China, 2011; Estimates based on 177 cancer registries [J]. Thoracic Cancer, 2016, 7(2): 232.
- [3] TAWFIK AM, MI CHAEL, BUCHER A, VOGL TJ. Dual-energy computed tomography applications for the evaluation of cervical lymphadenopathy [J]. Neuroimaging Clin N Am, 2017, 27(3): 461.
- [4] 陈学力, 王战. 宝石能谱 CT 低剂量扫描对早期肺癌诊断的临床价值 [J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2018, 16(3): 30.
- [5] 刘小静, 苗重昌, 周胜利. 双源 CT 能谱曲线在食管癌诊断及病理分级中的应用价值 [J]. 临床和实验医学杂志, 2016, 15(7): 692.
- [6] 王全来, 温平贵, 王峰. 宝石能谱 CT 成像技术对食管癌术前分期的临床价值 [J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2019, 17(3): 33.
- [7] AMIN MB, EDGE S, GREENE FL, *et al.* AJCC Cancer Staging Manual [M]. 8th ed. New York: Springer, 2017: 185.
- [8] CHAO YK, CHUANG WY, CHANG HK, *et al.* Prognosis of patients with esophageal squamous cell carcinoma who achieve major histopathological response after neoadjuvant chemoradiotherapy [J]. Eur J Surg Oncol, 2017, 43(1): 234.
- [9] 尹春国, 韩久付, 蔡宝坡. 食管癌不同区域淋巴结转移特征及 CT 诊断效能 [J]. 现代仪器与医疗, 2018, 24(2): 5.

此外,本研究还对低分化和中高分化结直肠癌的临床病理之间的关系进行了研究,发现低分化的结直肠癌更容易发生转移。肿瘤的分化程度低,意味着更早地侵犯肌层,侵袭性也就比较高,淋巴结的转移概率就越高^[17]。所以分化程度越低,晚期组(T3、T4)的数量就比早期组(T1、T2)越多,在本研究中,结直肠癌早期组与晚期组之间差异无统计学意义,但是可以看到低分化组的早期癌的比例(2/18)要低于中高分化组(7/32)。有研究^[3]证实不同肿瘤部位的预后不同,且左半结肠与右半结肠之间分化程度也有一定的差异。但本研究中肿瘤部位与结直肠癌分化程度没有明显关系,可能与病人数量较少有关,需要扩大样本量、进行多中心探究。

Revolution CT 能谱 CT 参数 IC、NIC 以及 K 在结直肠癌分化程度中有较高的应用价值,可以在术前对结直肠癌的分化程度做出预测,以帮助临床制定诊疗方案。

[参 考 文 献]

- [1] BRAY F, FERLAY J, SOER JOMATARAM I, *et al.* Global cancer statistics 2018; GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. *CA Cancer J Clin*, 2018, 68(6):394.
- [2] 黄陈,戎泽印. 结直肠癌诊治新进展[J]. 蚌埠医学院学报, 2018, 43(10):40.
- [3] 韩晶,王贵英,张难,等. 肿瘤部位及临床病理特征对不同 TNM 分期行结直肠癌根治性切除术患者预后的影响研究[J]. *中国全科医学*, 2020, 23(18):2275.
- [4] 王传彬,程涛. 能谱 CT 等渗甘露醇胃肠低张造影诊断直肠癌分期[J]. *中国医学影像学杂志*, 2015, 23(11):839.
- [5] 冯长明,徐慧慧,霍英杰,等. 双能量 CT 能谱图像对结直肠癌的诊断及术前分期中的运用价值[J]. *湖南师范大学学报(医学版)*, 2019, 16(1):165.
- [6] KATO T, UEHARA K, ISHIGAKI S, *et al.* Clinical significance of

dual-energy CT-derived iodine quantification in the diagnosis of metastatic LN in colorectal cancer[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2015, 41(11):1464.

- [7] ZHANG L, ZHAO Y, DAI Y, *et al.* Immune landscape of colorectal cancer tumor microenvironment from different primary tumor location[J]. *Front Immunol*, 2018, 9:1578.
- [8] WU X. Monochromatic CT image representation via fast switching dual kVp[J]. *Proc Spie*, 2009, 72(58):725.
- [9] MATSUMOTO K, JINZAKI M, TANAMI Y, *et al.* Virtual monochromatic spectral imaging with fast kilovoltage switching: improved image quality as compared with that obtained with conventional 120-kVp CT[J]. *Radiology*, 2011, 259(1):257.
- [10] PEREZ-LARA A, FORGHANI R. Spectral computed tomography: Technique and applications for head and neck cancer[J]. *Magn Reson Imaging Clin N Am*, 2018, 26(1):1.
- [11] 陈丽红,薛蕴菁,段青,等. 能谱成像定量评估胃癌分化程度[J]. *中国医学影像技术*, 2013, 29(2):225.
- [12] GONG HX, ZHANG KB, WU LM, *et al.* Dual energy spectral CT imaging for colorectal cancer grading: A preliminary study[J]. *PLoS One*, 2016, 11(2):1.
- [13] 王传彬,韦树华,张萍,等. 能谱 CT 术前定量评估直肠癌分化程度的应用价值[J]. *实用放射学杂志*, 2017, 33(3):451.
- [14] ZHANG J, TIAN ZL, ZHANG WT, *et al.* Clinicopathological and prognostic significance of miR-4317 expression in gastric cancer patients[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2019, 23(7):2803.
- [15] DU JR, JIANG Y, ZHANG YM, *et al.* Vascular endothelial growth factor and microvascular density in esophageal and gastric carcinomas[J]. *World J Gastroenterol*, 2003, 9(7):1604.
- [16] 唐琪,谢东,苏丹柯,等. 能谱 CT 定量参数鉴别诊断原发性胃淋巴瘤和胃癌[J]. *中国医学影像技术*, 2017, 33(2):221.
- [17] 曹立强,杨国军,刘思达,等. 结直肠癌术前淋巴结转移相关危险因素分析[J]. *世界最新医学信息文摘*, 2019, 19(99):25.

(本 文 编 辑 赵 素 容)

(上 接 第 28 页)

- [10] PEREZ-LARA A, FORGHANI R. Spectral computed tomography: Technique and applications for head and neck cancer[J]. *Magn Reson Imaging Clin N Am*, 2018, 26(1):1.
- [11] FORGHANI R, KELLY H, YU E, *et al.* Low-energy virtual monochromatic dual-energy computed tomography images for the evaluation of head and neck squamous cell carcinoma: A study of tumor visibility compared with single-energy computed tomography and user acceptance[J]. *J Comput Assist Tomogr*, 2017, 41(4):565.
- [12] 张武. 宝石能谱 CT 成像在不同组织来源、病理类型肿瘤及其转移淋巴结中的诊断价值[J]. *临床和实验医学杂志*, 2016, 15(8):813.
- [13] 丁聪,余莹莹,文智. 能谱 CT 在食管癌转移性淋巴结诊断中

的应用价值[J]. *山东医药*, 2018, 62(22):41.

- [14] 骆孟,顾艳,苗重昌,等. 双源 CT 双能成像、微血管密度与实性肺腺癌分化程度和淋巴结转移的关系[J]. *实用医学杂志*, 2018, 34(19):3242.
- [15] 时军利,王磊,李萍,等. 血管生成抑制蛋白 1 与肿瘤血管及内镜下的表现关系分析[J]. *蚌埠医学院学报*, 2018, 43(12):1606.
- [16] 王志宏,赵松,杨洋,等. 胸段食管鳞癌隆突下淋巴结转移的诊断[J]. *中国老年学杂志*, 2016, 36(6):1365.
- [17] LIU G, LI M, LI G, *et al.* Assessing the blood supply status of the focal ground-glass opacity in lungs using spectral computed tomography[J]. *Korean J Radiol*, 2018, 19(1):130.

(本 文 编 辑 赵 素 容)