

论 著

能谱CT单能量成像联合ASIR对胃癌图像质量的研究*

李思琪 陈殿森* 陈 望

许鑫鑫

河南科技大学第一附属医院放射科
(河南 洛阳 471000)

【摘要】目的 探讨能谱CT单能量成像技术联合自适应迭代重建算法在早期胃癌诊断中的价值。方法 前瞻性收集河南科技大学第一附属医院经胃镜检查诊断为胃癌患者25例。采用Revolution CT对患者行能谱扫描,将所有扫描结果行FBP、40-100keV 7组单能量重建,测量动、静脉期各患者肿瘤病灶的对比噪声比(CNR),信噪比(SNR),按照评分标准进行图像质量主观评分;选出图像质量组别与10%-100%ASIR联合进行重建,测量动、静脉相同部位肿瘤病灶的对比噪声比(CNR),信噪比(SNR),按照评分标准进行图像质量主观评分。结果 70keV联合50%ASIR组图像CNR、SNR及主观评分高于其他组,差异有统计学意义。结论 使用70 keV单能量联合50%ASIR重建可以得到质量优异的CT图像,可为临床诊断提供有效的信息。

【关键词】胃癌;图像质量;单能量成像;自适应迭代重建算法

【中图分类号】R322.4+4

【文献标识码】A

【基金项目】河南省医学科技攻关计划项目
(LHCJ20210891)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.04.043

Study on Image Quality of Gastric Cancer by Energy Spectrum CT Single Energy Imaging Combined with ASIR*

Li Si-qi, CHEN Dian-sen*, CHEN Wang, Xu Xin-xin.

Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of Henan University of Science and Technology, Luoyang 471000, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the value of energy spectrum CT single energy imaging combined with ASIR in early diagnosis of gastric cancer. **Methods** Twenty-five patients with gastric cancer diagnosed by gastroscopy in the first Affiliated Hospital of Henan University of Science and Technology were prospectively collected. Energy spectrum scan of patients was performed with Revolution CT, and all scan results were reconstructed with FBP and 7-group single energy reconstruction of 40-100keV. The contrast noise ratio (CNR) and signal to noise ratio (SNR) of tumor lesions of patients in the arteriovenous and arteriovenous stages were measured, and subjective image quality was scored according to the scoring criteria. The image quality groups were selected and combined with 10%-100%ASIR for reconstruction, respectively, to measure the contrast noise ratio (CNR) and signal to noise ratio (SNR) of tumor lesions at the same location of artery and vein. Subjective image quality was scored according to the scoring criteria. **Results** CNR, SNR and subjective score of 70keV combined with 50%ASIR group were higher than those of other groups, and the difference was statistically significant. **Conclusion** CT images of excellent quality can be obtained by using 70 keV single energy combined with 50%ASIR, which can provide effective information for clinical diagnosis.

Keywords: Gastric Cancer; Image Quality; Single Energy Imaging; Adaptive Iterative Reconstruction Algorithm

中国每年胃癌死亡病例占全球胃癌死亡总数的40%以上^[1]。早期胃癌多无症状,大部分患者在诊断时已处于晚期,因此错过最佳的手术时期。胃癌的早期诊断对患者治疗方式的选择及预后至关重要^[2]。能谱CT采用单球管双电压(80 kVp和140 kVp)的瞬时切换的模式来获得能谱成像,国内研究表明^[3],40%ASIR对腹部图像处理较FBP处理后的影像资料质量更好。但能谱CT在早期胃癌诊断中价值的相关报道尚少,本研究旨在比较能谱CT单能量成像技术联合ASIR技术对胃癌CT图像显示的差异,为早期胃癌诊断提供参考价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集2020年11月至2021年7月间河南科技大学第一附属医院经胃镜检查诊断确诊胃癌患者25例,其中男13例,女12例;年龄35~84岁,平均(62.43±11.22)岁;平均体重(62.34±9.42)千克;平均身高(1.66±0.13)米。

纳入标准:图像显示清晰,无较大伪影影响测量者;术前行能谱CT检查,且能谱CT检查前未行任何其他治疗;经胃镜和术后病理诊断为胃癌;临床和病理资料完整。所有检查均经医院伦理委员会审批同意,所有患者均签署知情同意书。

1.2 仪器与方法 使用GE Revolution CT对所有患者行上腹部增强扫描,患者采取脚先进体位,扫描范围膈肌-脐前上嵴,扫描模式GSI模式,管电流315 mA,螺距0.992:1,球管旋转速度0.8s/rot,扫描野32cm,扫描层距层厚5mm,重建层厚1.25mm,窗宽设置为350HU,窗位为50HU。扫描前5min患者进水500mL,扫描过程中进行甲状腺、胸部、盆腔放射屏蔽防护。增强扫描经双筒高压注射器经肘静脉注射碘海醇对比剂,剂量为1.2mL/kg体重,流率3.5mL/s,动脉期采用实时监控技术(smart prep)对主动脉进行监测,触发阈值为150 HU,延迟25s进行静脉期扫描,延迟150s进行延迟期扫描,扫描过程中针对可能出现的过敏反应做好应对措施。

1.3 图像处理 所有图像动静脉期采取FBP重建、GSI模式40-100keV单能量重建,重建层厚1.25mm。重建后将图像传至GE AW 4.7后处理工作站,ROI选取动、静脉期胃癌病灶三个相邻层面的CT值,取平均值记为CT1,记录相同三个层面正常胃壁组织的平均CT值记为CT2,同时记录相同三个相邻层面背部皮下脂肪平均CT值记为背景噪声值(SD),ROI大小为30~50 mm²。计算相应的对比噪声比CNR=(CT1-CT2)/SD,信噪比SNR=CT1/SD。将最佳单能量组别与10%-100%ASIR联合进行重建,选相同部位以同样方法进行测量,得出各组SNR与CNR并进行统计学分析。

1.4 图像主观评价 由两名具有7年以上诊断经验的医师(分别为7年、10年)对图像进行双盲主观评价。评分标准采用5分制^[4]:5分,图像质量好,细小结构显示清晰,边界清晰;4分,图像质量较好,细小解剖结构显示尚可,边界尚清晰;3分,图像质量中等,细小解剖结构显示尚可,边界不清;2分,图像质量较差,细小解剖结构显示不清,辨

【第一作者】李思琪,女,初级,主要研究方向:影像医学与核医学。E-mail: 18336718172@163.com

【通讯作者】陈殿森,男,主任医师,主要研究方向:影像医学与核医学。E-mail: ctdoctor6777@163.com

识困难;1分,图像质量极差,细小解剖结构及边界不能辨识。两名医师评分取平均值作为主观评分结果。

1.5 统计学方法 采用SPSS 23.0软件进行统计学分析。各组图像CNR、SNR采用单因素方差分析,计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示;主观评分分值采用秩和检验;两名医师主观评分一致性采用Kappa检验,K值 ≤ 0.4 表明一致性较差,0.40<k值<0.75表明一致性尚可,k值 ≥ 0.75 表明一致性较好。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 客观评价 70keV条件下,动静脉期重建图像的CNR、SNR分别为 2.52 ± 1.38 、 7.71 ± 1.49 、 2.52 ± 1.31 、 8.14 ± 3.27 ,高于

FBP组及其他单能量组,差异具有统计学意义($P < 0.05$),70keV联合不同ASIR重建时,动脉期及静脉期50%ASIR组图像CNR、SNR分别为 3.87 ± 1.48 、 9.94 ± 2.51 、 1.96 ± 1.14 、 6.93 ± 2.61 ,均高于其他各组,组间差异有统计学意义($P < 0.05$)。

2.2 主观评价 两位医师的评分具有较好的一致性,Kappa值为0.79,且两位医师一致认为40keV及50keV组无法满足诊断需求;动脉期及静脉期70keV组评分分别为 4.49 ± 0.17 、 4.37 ± 0.19 ,高于其他各组,组间差异有统计学意义($P < 0.05$)。将70keV联合不同ASIR进行重建时,动脉期及静脉期50%ASIR组图像评分分别为 4.67 ± 0.39 、 4.87 ± 0.46 ,高于其他各组,详见表1、表2。

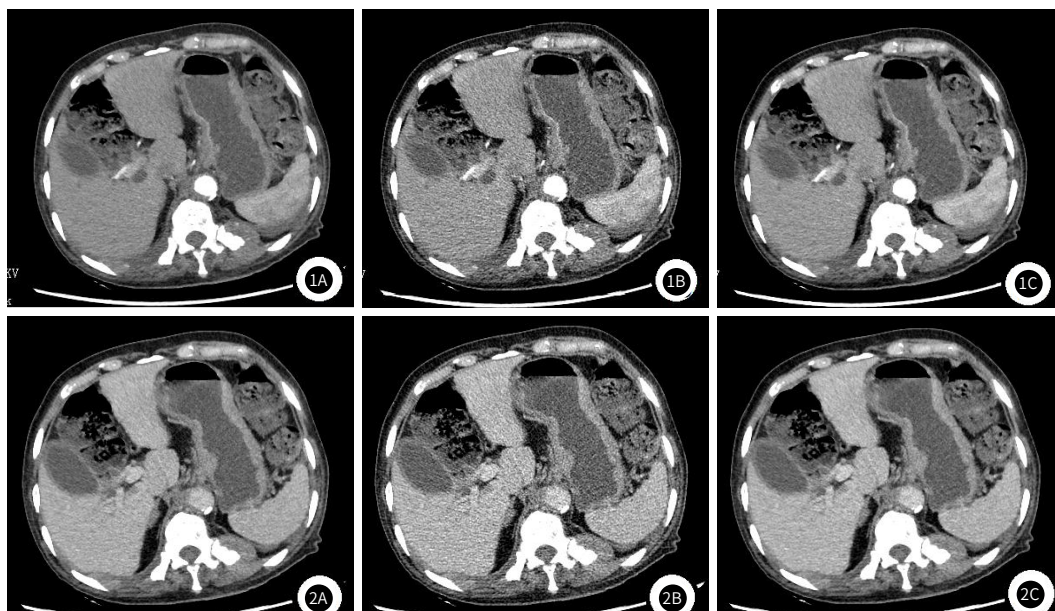


表1 FBP及不同单能量重建方法图像质量比较

组别	动脉期		静脉期		主观评分	
	CNR	SNR	CNR	SNR	动脉期	静脉期
FBP	1.84 ± 1.50	6.01 ± 1.58	1.63 ± 0.93	4.77 ± 1.83	4.39 ± 0.15	4.43 ± 0.49
40keV	1.69 ± 1.13	4.49 ± 0.98	0.91 ± 0.71	4.25 ± 1.71	3.02 ± 0.43	2.36 ± 0.50
50keV	1.99 ± 1.47	5.61 ± 1.51	1.44 ± 1.06	5.28 ± 2.59	3.32 ± 0.31	2.76 ± 0.59
60keV	2.43 ± 1.54	6.14 ± 1.28	1.63 ± 1.26	5.31 ± 1.94	4.18 ± 0.25	3.36 ± 0.53
70keV	2.52 ± 1.38	7.71 ± 1.49	2.52 ± 1.31	8.14 ± 3.27	4.49 ± 0.17	4.37 ± 0.19
80keV	2.23 ± 1.48	5.63 ± 1.10	1.89 ± 1.45	6.70 ± 2.46	4.35 ± 0.30	4.50 ± 0.83
90keV	2.08 ± 1.37	4.49 ± 0.98	1.57 ± 1.13	3.96 ± 1.33	3.99 ± 0.17	3.94 ± 0.87
100keV	1.80 ± 1.22	4.73 ± 0.99	1.19 ± 0.79	2.93 ± 1.10	3.86 ± 0.97	3.84 ± 0.24
P值	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05

表2 70keV联合不同ASIR重建方法图像质量比较

组别	动脉期		静脉期		主观评分	
	CNR	SNR	CNR	SNR	动脉期	静脉期
10%	1.31 ± 0.50	5.04 ± 1.28	0.38 ± 0.25	1.36 ± 0.47	3.35 ± 0.27	3.21 ± 0.29
20%	1.67 ± 0.74	5.51 ± 1.62	1.49 ± 0.99	4.41 ± 1.90	3.84 ± 0.60	3.56 ± 0.81
30%	1.72 ± 1.00	5.63 ± 1.20	1.08 ± 0.76	5.02 ± 1.95	4.25 ± 0.92	3.80 ± 0.26
40%	2.96 ± 1.79	8.20 ± 2.73	1.31 ± 0.97	5.47 ± 1.96	4.47 ± 0.57	4.45 ± 0.78
50%	3.87 ± 1.48	9.94 ± 2.51	1.96 ± 1.14	6.93 ± 2.61	4.67 ± 0.39	4.87 ± 0.46
60%	2.54 ± 0.83	7.07 ± 1.77	1.43 ± 1.15	6.12 ± 2.20	4.52 ± 0.18	4.72 ± 0.19
70%	2.22 ± 1.09	5.62 ± 1.35	1.46 ± 0.99	5.61 ± 2.05	4.50 ± 0.61	4.37 ± 0.40
80%	1.77 ± 0.73	5.23 ± 1.40	1.32 ± 1.04	5.55 ± 2.06	3.87 ± 0.43	4.08 ± 0.92
90%	1.55 ± 0.64	4.91 ± 0.81	1.38 ± 1.73	5.49 ± 2.04	3.37 ± 0.52	3.76 ± 0.42
100%	1.40 ± 0.85	4.19 ± 0.97	1.09 ± 0.79	4.56 ± 1.77	2.99 ± 0.43	3.65 ± 0.36
P值	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05

3 讨论

胃癌是消化系统常见的恶性肿瘤,其临床预后差,死亡率居各类肿瘤第二位^[4]。早期胃癌手术后5年生存率可以超过90%,而

晚期患者手术治疗后5年生存率不足30%^[5]。CT检查是胃癌患者术前病情评估重要手段,CT检查滤波反投影算法(FBP)是目前使用最广的重建方法,其具有扫描快、成像快等优点^[6],但FBP算

法图像清晰度有限,对病灶细节无法进行良好显示,无法对早期胃癌进行准确诊断。能谱CT作为一种全新的影像检查方法,主要通过单球管双电压(80 kVp和140 kVp)的瞬时切换来实现能谱成像,能够在更低的剂量下,获得更为清晰的图像质量,且已在多种肿瘤疾病诊断中表现出优异的应用价值^[7-9]。自适应迭代重建算法(ASIR)采用支持原始数据的噪声模型,将原始数据中的噪声投射到图像中,对所有投射数据进行多次选择迭代和矫正得到的图像噪声小,质量好。ASIR值范围可在0%-100%之间进行选择,ASIR值表示和FBP算法的混合值,FBP算法即为100%FBP联合0%ASIR。与传统FBP算法比较,ASIR算法在胸部扫描时可将辐射剂量降低50%以上,而图像噪声无显著提高^[10]。

对于所收集的25例患者首先通过能谱CT对早期胃癌的患者进行扫描,分别进行FBP重建、单能量重建,客观评价结果显示,70keV条件下,动静脉期重建图像的CNR、SNR均高于FBP组及其他单能量组,差异具有统计学意义($P<0.05$);主观评价结果显示随着能量值的升高,图像颗粒感逐渐减小,细腻感逐渐提升,40keV组图像颗粒粗大无法显示细小结构,100keV图像细腻但无法很好显示细小结构之间的差异,可见能量单位过高或过低时均不利于观察及诊断病变。在70keV条件下联合ASIR重建时,50%ASIR组图像动静脉期的CNR、SNR均高于其他组,且差异具有统计学意义($P<0.05$);主观评价显示70keV联合50%组图像能更好满足诊断需要。这与周悦等^[11]的研究结果一致,即70 keV单能量成像联合50%的ASIR技术运用于腹部增强扫描中可以获得高清的CT图像。另有很多报道表明ASIR重建可明显减降低图像噪声,提高图像清晰度^[12-15]。如下图所示:患者男,84岁,图1为该患者上腹部动脉期增强扫描,图2为该患者静脉期增强扫描,图2A~2C分别为FBP、70keV、70keV-50%ASIR重建得到的图像,可见图1A、图2A边缘较模糊,细小结构不易分辨;图1B、2B边界清晰,但图像颗粒粗大,不同组织间分界不清;图1C、2C边缘锐利,图像细腻,细小结构及不同组织鉴别明显。

综上所述,能谱CT行70keV单能量联合50%ASIR重建可获得高CNR、高SNR的高质量图像,对胃癌病灶更清晰的显示,能更好的满足医师诊断需要。但是虽然所选择的25例样本年龄、性别

分布一致,差别无统计学意义,但样本量不够充足,仍需大样本资料进一步支持;未对不同病理类型进行区别;本研究主要针对增强扫描,而平扫检查数量更多,还需进一步进行能谱模式平扫之间的研究。

参考文献

- [1]Bray F,Ferlay J,Soerjomataram 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):394-424.
- [2]Seevaratnam R,Cardoso R,McGregor C,et al.How useful is preoperative imaging for tumor,node,metastasis (TNM)staging of gastric cancer? A meta-analysis. Gastric Cancer.2012;15:S3-18.
- [3]李小明,胡晓云,刘忍飞.FBP和ASIR两种算法技术常规剂量腹部CT脏器图像质量的影响对比[J].贵州医药,2019,43(7):1158-1159.
- [4]GBD 2017 Stomach Cancer Collaborators. The global,regional,and national burden of stomach cancer in 195 countries,1990-2017:a systematic analysis for the Global Burden of Disease study 2017.Lancet Gastroenterol Hepatol, 2020;5(1):42-54.
- [5]左婷婷,郑荣寿,曾红梅,等.中国胃癌流行病学现状[J].中国肿瘤临床,2017,44(1):52-58.
- [6]刘士远,于红.积极推进胸部低剂量CT扫描的临床应用[J].中华放射学杂志,2010,44:6-7.
- [7]余华,林了一,华小兰,等.肺浸润性腺癌能谱CT定量参数与EGFR基因突变相关性研究[J].中国医学计算机成像杂志,2020,26(03):242-246.
- [8]王贵生,高建华,赵帅,等.肝脏增强扫描门静脉期能谱CT与传统多层螺旋CT辐射剂量和图像质量的比较[J].中华放射学杂志,2013,47(4):340-343.
- [9]傅耀斌.能谱CT成像在诊断胃癌及新辅助化疗疗效评估中的价值[J].医疗装备,2018,31(14):46-47.
- [10]贾楠,王新江,惠萍,等.适应性统计迭代重建技术降低胸部CT扫描剂量的初步临床研究[J].中国医学影像学杂志,2010,18(6):551-553.
- [11]周悦,高剑波,侯平,等.单能量成像联合自适应迭代重建技术对能谱CT腹部增强扫描图像质量的优化研究[J].临床放射学杂志,2016,35(8):1268-1272.
- [12]Prakash P,Kalra MK,Ackman JB,et al.Diffuse lung disease:CT of the chest with adaptive statistical iterative reconstruction technique[J].Radiology,2010,256(1):261-269.
- [13]Sun J,Yang L,Zhou Z,et al.Performance evaluation of two iterative reconstruction algorithms,MBIR and ASIR, in low radiation dose and low contrast dose abdominal CT in children[J].Radiol Med,2020,125(10):918-925.
- [14]Zhu Z,Zhao XM,Zhao YF,et al.Feasibility Study of Using Gemstone Spectral Imaging (GSI) and Adaptive Statistical Iterative Reconstruction (ASIR) for Reducing Radiation and Iodine Contrast Dose in Abdominal CT Patients with High BMI Values[J].PLoS One, 2015,10(6):e0129201.
- [15]Wang X,Zhong Y,Hu L,et al.A prospective evaluation of the contrast,radiation dose and image quality of contrast-enhanced CT scans of paediatric abdomens using a low-concentration iodinated contrast agent and low tube voltage combined with 70% ASIR algorithm[J].Int J Clin Pract, 2016, 70 Suppl 9B:B16-B21.

(收稿日期:2022-06-25)

(校对编辑:姚丽娜)

(上接第121页)

GS多呈渐进性强化模式,Li^[13]等认为强化程度对GS和GIST的鉴别有重要意义;但Choi等^[6]认为强化程度对GS和GIST的鉴别无统计学差异。本研究90.48%的GS病灶呈渐进性强化模式,动脉期多呈轻度强化(占66.67%),门脉期多呈中度强化(占76.19%),实质期多呈明显强化(占71.43%),这可能与病灶内供血血管多而纤细,对比剂从血管渗入周围组织间隙的速度缓慢有关^[14]。GS长径多 $\leq 10\text{cm}$ ^[14],本研究GS病灶的平均长径 $4.1\pm 0.9\text{cm}$ 。

3.3 鉴别诊断 GS主要与胃间质瘤、平滑肌瘤、息肉样胃癌鉴别。(1)胃间质瘤(gastric-intestinal stromal tumor, GIST)。GIST与GS都来源于胃粘膜下的间叶组织,GIST发病率明显高于GS,有恶变倾向,大多数GS术前易误诊为GIST。GIST的CT特征与肿瘤大小有关:较大的GIST多为恶性,呈腔外生长,易液化坏死、出血或囊变^[15],强化程度高于GS,且呈明显不均匀强化,当GIST突破浆膜时可有瘤周淋巴结肿大;较小的GIST多为良性,血供丰富,强化程度高于GS,明显均匀强化,一般无瘤周淋巴结,与GS鉴别困难^[16]。免疫组化:GIST的CD-117和DOG-1呈阳性,CD-34部分阳性,S-100呈阴性;而GS的S-100呈阳性,CD-117和DOG-1呈阴性。(2)胃平滑肌瘤。好发于胃贲门和食管胃交界处,呈内生性生长,CT平扫呈均匀等密度,强化均匀,但增强程度高于GS,强化峰值在静脉期,而GS呈渐进性强化,峰值在延迟期^[17]。(3)息肉样胃癌。多见于老年人,症状明显,多呈腔内生长,且伴有胃壁蔓延、血管浸润、胃周浸润及胃周淋巴结转移;而GS生长缓慢,症状不明显,与周围组织分界清晰。息肉样胃癌的病变区胃粘膜有破坏,强化程度高于GS,且动脉期病灶强化明显,而GS动脉期强化轻微,门脉期及实质期呈渐进性强化。

综上所述,GS的MSCT动态增强表现有一定特征性,胃粘膜下类圆形肿块,平扫密度稍低,均匀强化,且渐进性强化时,可考虑GS的可能。

参考文献

- [1]von Mehren M,Joensuu H.Gastrointestinal stromal tumors[J].Journal of clinical oncology : official journal of the American Society of Clinical Oncology,2018,36(2):136-143.
- [2]Hong HS,Ha HK,Won HJ,et al.Gastric schwannomas: radiological features with endoscopic and pathological correlation[J].Clinical Radiology,2008,63(5):536-542.
- [3]Agaimy A,Markl B,Kitz J,et al.Peripheral nerve sheath tumors of the gastrointestinal tract: a multicenter study of 58 patients including NF1-associated gastric schwannoma and unusual morphologic variants[J].Virchows Archiv,2010,456(4):411-422.
- [4]Young ED,Ingram D,Metcalfe-Doetsch W,et al.Clinicopathological variables of sporadic schwannomas of peripheral nerve in 291 patients and expression of biologically relevant markers[J].Journal of Neurosurgery,2018,129(3):805-814.
- [5]韩晓红,丁重阳.胃神经鞘瘤的CT及18F-FDG PET/CT表现[J].中国医学影像学杂志,2018,26(11):849-852,859.
- [6]Choi JW,Choi D,Kim KM,et al.Small submucosal tumors of the stomach: differentiation of gastric schwannoma from gastrointestinal stromal tumor with CT[J].Korean journal of radiology,2012,13(4):425-433.
- [7]Takeda M,Amano Y,Machida T,et al.CT,MRI, and PET findings of gastric schwannoma[J].Japanese journal of radiology,2012,30(7):602-605.
- [8]孟美玲,房良,刁泽园,等.胃肠道间质瘤CT表现与Ki-67指数及危险分层相关性[J].青岛大学学报(医学版),2020,56(1):17-21.
- [9]Mohanty SK,Jena K,Mahapatra T,et al.Gastric GIST or gastric schwannoma-A diagnostic dilemma in a young female[J].International Journal of Surgery Case Reports,2016,28:60-64.
- [10]Wang W,Cao K,Han Y,et al.Computed tomographic characteristics of gastric schwannoma. [J].The Journal of international medical research,2019,47(5):1975-1986.
- [11]刘明亮,高玉青,刘斌.胃神经鞘瘤与胃间质瘤的CT诊断与鉴别诊断[J].中国CT和MRI杂志,2019,17(2):25-28.
- [12]He MY,Zhang R,Peng Z,et al.Differentiation between gastrointestinal schwannomas and gastrointestinal stromal tumors by computed tomography[J].Oncology letters,2017,13(5):3746-3752.
- [13]Li RM,Gan HL,Ni SJ,et al.Differentiation of Gastric Schwannoma From Gastric Gastrointestinal Stromal Tumor With Dual-Phase Contrast-Enhanced Computed Tomography[J].Journal of Computer Assisted Tomography,2019,43(6):741-746.
- [14]白延军,李铁丰,贺吉,等.胃神经鞘瘤CT、MRI表现[J].临床放射学杂志,2018,37(05):817-821.
- [15]周刚,樊斌,熊永发,等.MSCT平扫、增强扫描在诊断胃神经鞘瘤中临床价值[J].中国CT和MRI杂志,2017,15(6):110-113.
- [16]马菊香,韩军利,李斌斌,等.多层螺旋CT对胃神经鞘瘤与胃间质瘤的鉴别诊断价值[J].国际医学放射学杂志,2020,43(2):156-161.
- [17]Lee MJ,Lim JS,Kwon JE,et al.Gastric true leiomyoma: computed tomographic findings and pathological correlation[J].Journal of computer assisted tomography,2007,31(2):204-208.

(收稿日期:2022-02-05)

(校对编辑:姚丽娜)