

论 著

能谱CT对霍奇金淋巴瘤纵隔肿大淋巴结诊断价值*

任红亮* 曹立秀 李会菊
马拓 陈大鹏 高媛
李志东

唐山市人民医院CT室(河北唐山 063000)

【摘要】目的 本文主要研究能谱CT定量分析对霍奇金淋巴瘤的纵隔肿大淋巴结诊断价值。方法 选取2020年1月至2023年1月,于我院就诊霍奇金淋巴瘤患者100例,对其行能谱CT定量分析,评估其对霍奇金淋巴瘤的纵隔肿大淋巴结诊断价值。结果 100例霍奇金淋巴瘤患者,60例为纵隔肿大淋巴结,占比60%,其中单发淋巴结肿大13例,包括血管前间隙9例,气管旁4例,多发淋巴结肿大47例,血管前、气管旁、主动脉旁、肺门等处均有分布;能谱CT检出纵隔肿大淋巴结56例,占比56%,准确率为93.33%(56/60),其中单发淋巴结肿大10例,多发淋巴结肿大46例;56例纵隔肿大淋巴结患者,淋巴结边缘形态多为圆形或椭圆形,边界较为清晰,其中未出现明显钙化及坏死情况,41例患者出现淋巴结融合,占比73.21%,27例患者邻近组织受压改变,占比48.21%;增强扫描结果显示,39例患者为轻-中度强化,占比69.64%,43例患者为渐进性强化,占比76.79%;纵隔肿大淋巴结动脉期及静脉期的NIC分别为 0.15 ± 0.01 、 0.43 ± 0.06 ,NWC分别为 1.06 ± 0.09 、 1.11 ± 0.10 ,Eff-Z分别为 7.24 ± 0.86 、 6.87 ± 0.75 ,λHU分别为 0.78 ± 0.06 、 1.22 ± 0.14 ;纵隔肿大淋巴结的能量曲线及λHU、IC、WC、均呈正相关($P<0.05$),且动脉期及静脉期的平均能谱曲线CT值随kV的增加而减小;能谱CT检测霍奇金淋巴瘤纵隔肿大淋巴结的灵敏度为80.54%,特异度为74.21%,AUC为0.781。结论 能谱CT定量分析具有较高的检出率,可有效检测出患者纵隔肿大淋巴结,具有诊断价值。

【关键词】能谱CT;定量分析;霍奇金淋巴瘤;纵隔肿大淋巴结
【中图分类号】R445.3
【文献标识码】A
【基金项目】2019年度河北省医学科学研究重点课题计划(20191622)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.07.025

Value of Energy Spectrum CT in Diagnosis of Enlarged Mediastinal Lymph Nodes in Hodgkin's Lymphoma*

REN Hong-liang*, CAO Li-xiu, LI Hui-ju, MA Tuo, CHEN Da-peng, GAO Yuan, LI Zhi-dong.
Tangshan People's Hospital CT Room, Tangshan 063000, Hebei Province, China

ABSTRACT

Objective To study the diagnostic value of energy spectrum CT in the diagnosis of enlarged mediastinal lymph nodes in Hodgkin's lymphoma. **Methods** 100 patients with Hodgkin's lymphoma were selected from our hospital from January 2020 to January 2023. Quantitative analysis of energy spectrum CT was performed to evaluate the diagnostic value of mediastinal enlarged lymph nodes in Hodgkin's lymphoma. **Results** Of the 100 patients with Hodgkin's lymphoma, 60 cases were mediastinal enlarged lymph nodes, accounting for 60%, among which 13 cases were single lymph node enlargement, 9 cases were anterior capsular space, 4 cases were paratracheal, and 47 cases were multiple lymph node enlargement, which were distributed in prevascular, paratracheal, paraorta, hilum of lung, etc. 56 cases of mediastinal lymph node enlargement were detected by energy spectrum CT, accounting for 56%, with an accuracy of 93.33% (56/60), of which 10 cases had single lymph node enlargement and 46 cases had multiple lymph node enlargement. In 56 patients with enlarged mediastinal lymph nodes, the lymph node margin was mostly round or oval with clear boundaries, among which there was no obvious calcification and necrosis. Lymph node fusion occurred in 41 patients, accounting for 73.21%, and the adjacent tissue was changed under pressure in 27 patients, accounting for 48.21%. The results of enhanced scanning showed that 39 patients had mild to moderate enhancement, accounting for 69.64%, and 43 patients had progressive enhancement, accounting for 76.79%. The NIC of arterial and venous phases of mediastinal enlarged lymph nodes were 0.15 ± 0.01 and 0.43 ± 0.06 , NWC were 1.06 ± 0.09 and 1.11 ± 0.10 , and Eff-Z were 7.24 ± 0.86 and 6.87 ± 0.75 , respectively. λHU 0.78 ± 0.06 , 1.22 ± 0.14 , respectively; The energy curves of the enlarged mediastinal lymph nodes were positively correlated with λHU, IC and WC ($P<0.05$), and the CT values of the mean energy spectrum curves of the arterial and venous phases decreased with the increase of kV. The sensitivity, specificity and AUC of energy spectrum CT were 80.54%, 74.21% and 0.781 for detecting the enlarged mediastinal lymph nodes of Hodgkin's lymphoma. **Conclusion** Quantitative analysis of energy spectrum CT has a high detection rate and can effectively detect the enlarged mediastinal lymph nodes in patients, which has diagnostic value.

Keywords: Energy Spectrum CT; Quantitative Analysis; Hodgkin's Lymphoma; Enlarged Mediastinal Lymph Nodes

霍奇金淋巴瘤是常见淋巴瘤类型,起源于淋巴造血组织,该病在全世界内发病具有明显的地域差异,多见于欧美、澳洲等西方国家,在中国等亚洲国家相对少见,据数据显示我国的发病率约为5/10万,低于世界平均水平(1%)^[1]。近年来研究发现,霍奇金淋巴瘤患者的生存率相对较高,我国患者5年生存率超过80%,且随着治疗手段的多样化,该病有望得到治愈,但治愈后仍有部分患者可能会出现复发或进展,这不仅严重影响着患者的生活质量,也给家庭及社会造成了持续的经济负担^[2]。因此,积极探寻霍奇金淋巴瘤病因及发病机制至关重要,这可使临床医师提早进行治疗干预,对提高患者生活质量,改善患者预后具有深远意义^[3]。众所周知,霍奇金淋巴瘤主要以淋巴结病变起病,原发结外病变一般少见,因此其最常见的临床表现为无痛性淋巴结肿大,绝大多数患者也是因此而就诊,其中颈部淋巴结肿大及纵隔淋巴结肿大最为多见^[4]。而纵隔淋巴结的结构相对复杂,位置也比较特殊,故其是临床医师检查的重点及难点,且纵隔淋巴结肿大的原因复杂,明确纵隔淋巴结情况,作出正确诊断对霍奇金淋巴瘤的临床分期及诊断后再分期具有重要作用^[5]。目前,对于纵隔肿大淋巴结,纵隔镜检查是诊断的“金标准”,但其是有创性检查,操作难度及风险均较大,因此探寻一种安全、有效的检测手段是目前临床亟需解决的问题^[6]。能谱CT是近年来新兴的影像学诊断手段,其有别于普通CT,可通过能谱成像技术,将单参数CT扫描成像转换成多参数成像,从而定量分析病变组织特征,可显著提高疾病诊断的准确性,故其有望成为诊断霍奇金淋巴瘤纵隔肿大淋巴结的重要方法^[7]。因此,本文就能谱CT定量分析对霍奇金淋巴瘤的纵隔肿大淋巴结诊断价值进行探讨,旨在为临床诊断、评估霍奇金淋巴瘤的纵隔肿大淋巴结的研究提供临床依据。

1 对象和方法

1.1 研究对象和分组 选取2020年1月至2023年1月,于我院就诊霍奇金淋巴瘤患者100例,其中男患者65例,女患者35例,年龄18-70周岁,平均年龄为(43.89±25.92)岁;临床表现为不同程度的淋巴结肿大、隐痛、面部浮肿、吞咽困难、胸骨后不适,并伴随

【第一作者】任红亮,女,主治医师,主要研究方向:胸部肿瘤的诊断。E-mail: gdfa789@163.com
【通讯作者】任红亮

发热、盗汗等症状；符合我院伦理委员会批准标准(批准文号：20190924)，监护人同意、并签署同意书。

纳入标准：经纵隔镜确诊为霍奇金淋巴瘤的患者；初次患病的患者；年龄 ≥ 18 周岁的患者；生命体征稳定及临床资料完整的患者；排除标准：有严重心脑血管疾病及肾功能异常的患者；合并其他恶性肿瘤的患者；有凝血功能障碍的患者；存在免疫缺陷病史的患者；存在严重意识障碍或精神病史的患者；伴随全身严重感染或恶病质的患者；妊娠或哺乳期妇女。

1.2 检测设备及方法

1.2.1 检测设备 购自美国GE公司的Discovery HD750型能谱CT机。

1.2.2 检测方法 (1)检测时，使患者取仰卧位，然后从胸廓入口扫描至肾上腺行胸部CT平扫及两期增强能谱CT检查。首先以120 kVp管电压、自动毫安管电流、螺距1.375、转速0.7 s/r的常规螺旋模式获平扫图像，然后经肘前静脉以3.5 mL/s的速度注射90 mL 350 mg/mL碘佛醇，将主动脉监测触发阈值调至100 HU，间隔18 s和43 s分别进行动脉期、静脉期的双期能谱增强扫描，这时管电压为高低能量瞬时切换(140/80 kV)，时间为0.5 ms，管电流为600 mA，螺距为0.983，转速为0.7 s/r，重建层厚、层间距、准直器宽度为0.625 mm。(2)检测完成后，将数据传至GE AW 4.7工作站，图像由2名工作经验在10年以上的影像科主治医师进行处理及分析。每个病变感兴趣区(Region of interest, ROI)测量3次取平均值，且在测量过程中应保证ROI放置层面、位置及大小一致。(3)Region of interest, ROI选择条件：病灶中间或最大层面；选取面积 $>$ 病灶面积1/3；避开病变、坏死、钙化、空洞及临近大血管区；选取密度相对均匀的区域。

1.3 观察指标 观察能谱CT对患者淋巴结的位置、大小、形态、坏死、钙化、强化方式及程度等的扫描情况，并将诊断结果与纵隔镜检查比较，分析其诊断准确率。测量并记录40-140 keV的纵隔肿大淋巴结和主动脉单能量CT值(HU)、碘浓度(IC)、水浓度(WC)及平扫有效原子序数(Eff-Z)，并计算标准化碘浓度(NIC)、标准化水浓度(NWC)及能谱曲线的斜率(λ HU)。计算公式为： $NIC=IC_{\text{病灶}}/IC_{\text{主动脉}}$ ， $NWC=WC_{\text{病灶}}/WC_{\text{主动脉}}$ ， $\lambda HU=(HU_{100\text{ keV}}-HU_{50\text{ keV}})/(100-50)$ 。

1.4 统计学分析 采用SPSS 23.0进行统计分析，组间进行卡方 χ^2 检验、 χ^2 检验，描述采用均数 $\pm$ 标准差($M\pm SD$)，以ROC曲线绘制评估检测手段， $P<0.05$ 表示有差异。

2 结果

2.1 能谱CT诊断结果 100例霍奇金淋巴瘤患者，60例为纵隔肿大淋巴结，占比60%，其中单发淋巴结肿大13例，包括血管前间隙9例，气管旁4例，多发淋巴结肿大47例，血管前、气管旁、主

动脉旁、肺门等处均有分布；能谱CT检出纵隔肿大淋巴结56例，占比56%，准确率为93.33%(56/60)，其中单发淋巴结肿大10例，多发淋巴结肿大46例。

2.2 能谱CT纵隔肿大淋巴结定性分析结果 56例纵隔肿大淋巴结患者，淋巴结边缘形态多为圆形或椭圆形，边界较为清晰，其中未出现明显钙化及坏死情况，41例患者出现淋巴结融合，占比73.21%，27例患者邻近组织受压改变，占比48.21%；增强扫描结果显示，39例患者为轻-中度强化，占比69.64%，43例患者为渐进性强化，占比76.79%，见表1。

2.3 能谱CT纵隔肿大淋巴结定量分析结果 纵隔肿大淋巴结动脉期及静脉期的NIC分别为 0.15 ± 0.01 、 0.43 ± 0.06 ，NWC分别为 1.06 ± 0.09 、 1.11 ± 0.10 ，Eff-Z分别为 7.24 ± 0.86 、 6.87 ± 0.75 ， λ HU分别为 0.78 ± 0.06 、 1.22 ± 0.14 ；纵隔肿大淋巴结的能量曲线及 λ HU、IC、WC、均呈正相关($P<0.05$)，且动脉期及静脉期的平均能谱曲线CT值随kV的增加而减小，见表2。

2.4 能谱CT检测霍奇金淋巴瘤纵隔肿大淋巴结ROC结果 能谱CT检测霍奇金淋巴瘤纵隔肿大淋巴结的灵敏度为80.54%，特异度为74.21%，AUC为0.781，见表3，图1。

2.5 案例分析 刘某，21岁，男，因发现颈部肿物就诊，胸部CT示纵隔多大肿大淋巴结影，见图2；患者病理活检病理见图3，确认为霍奇金淋巴瘤。

表1 能谱CT纵隔肿大淋巴结定性分析结果(n, %)

CT表现	n	占比(%)
边界	清晰	50
	模糊	6
钙化	是	2
	否	54
坏死	是	4
	否	52
强化程度	轻-中度	39
	中-重度	17
强化方式	渐进性	43
	持续性	13
淋巴结融合	是	41
	否	15
邻近组织受压改变	是	27
	否	29

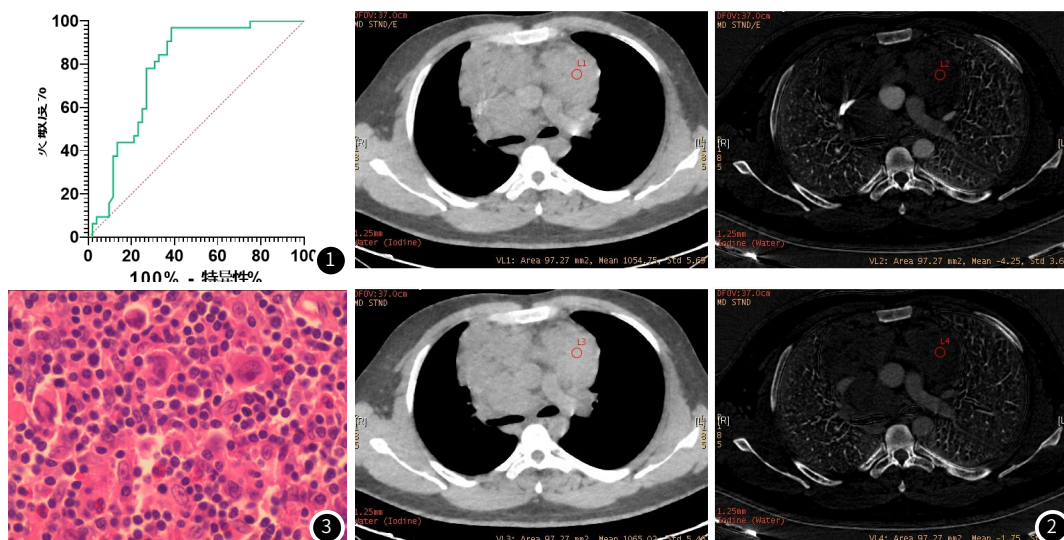


图1 ROC曲线分析。图2 胸部CT影像图。L1动脉期碘基值：1054.75；L2动脉期水基值：-4.25；L3静脉期碘基值：1065.02；L4静脉期水基值：-1.75。图3 霍奇金淋巴瘤病理图(40 $\times$ 10)。

表2 能谱CT纵隔肿大淋巴结定量分析结果

能谱CT参数	动脉期	静脉期
IC(100 mg/L)	20.37±2.11	28.56±2.49
NIC	0.15±0.01	0.43±0.06
WC(mg/cm ³)	1054.26±10.89	1086.33±11.02
NWC	1.06±0.09	1.11±0.10
Eff-Z	7.24±0.86	6.87±0.75
λHU	0.78±0.06	1.22±0.14

表3 能谱CT检测霍奇金淋巴瘤纵隔肿大淋巴结的ROC分析

检测手段	灵敏度(%)	特异度(%)	AUC	95%CI
能谱CT	80.54	74.21	0.781	0.682-0.880

3 讨论

近年来,我国霍奇金淋巴瘤的发病率有上升趋势,虽然随着我国科学及医疗技术的不断发展,该病已成为可治愈性肿瘤,但复发及并发症的产生使得其死亡率仍远高于正常人,且严重影响患者的生活质量^[8]。霍奇金淋巴瘤的发病机制目前尚未完全明确,故积极寻找其发病的关键因素就显得十分重要,是临床工作中亟待解决的问题,但提早明确诊断也同样重要,这对治疗方案的选择及预后均有积极意义^[9]。而霍奇金淋巴瘤一定会伴有颈部及附近的淋巴结病变,患者也多数因淋巴结肿大而就诊,其中尤以纵隔肿大淋巴结最为严重,也比较常见,因为纵隔肿大淋巴结早期无明显不适症状,就诊时病情已经较为严重,这时治疗难度显著增加,因此对霍奇金淋巴瘤的纵隔肿大淋巴结早期诊断尤为重要^[10]。能谱CT是近年来新兴的一种检测手段,其可弥补普通CT的缺陷,使能量成像跃变为能谱成像,从而进行多参数、定量分析,对病变的早期诊断、精确定位等均具有重要的诊断价值,值得深入研究^[11]。因此,为了更全面的对霍奇金淋巴瘤患者进行诊断,本文就能谱CT定量分析对霍奇金淋巴瘤的纵隔肿大淋巴结诊断价值进行研究探讨,以期明确其在霍奇金淋巴瘤纵隔肿大淋巴结病变中的应用价值。

纵隔是重要生命器官所在地,有心脏、食管、气管、神经、淋巴组织等重要器官,也有丰富的血液循环和淋巴回流,位置相对特殊和复杂,而纵隔肿大淋巴结的诊断遵循一般疾病诊断的程序及步骤,须同时对其定位和病种特征有所认识,但因起病位置导致其成为临床医生的检查难点部位^[12]。且霍奇金淋巴瘤纵隔肿大淋巴结临床病症无特异性,诊断取决于病理检查,但病理活检风险较高无法广泛应用,故临床诊断多数依赖于临床症状及影像学手段,然而单纯影像学检查确诊率较低,导致极易发生延误或过度治疗,因此探寻一种安全、有效的诊断方法是目前研究的重中之重^[13]。能谱CT作为一种新型的成像模式,已在肺癌等疾病的早期诊断及鉴别中得到初步应用,其可客观反映病变组织特征,发现常规CT不能发现的病灶,可显著提高疾病诊断及鉴别的准确性,对确定病变组织来源、范围、鉴别诊断等均具有研究价值,这提示其在霍奇金淋巴瘤纵隔肿大淋巴结的诊断中也应具有有良好的诊断价值^[14]。本文结果显示,100例霍奇金淋巴瘤患者,60例为纵隔肿大淋巴结,占比60%,其中单发淋巴结肿大13例,包括血管前间隙9例,气管旁4例,多发淋巴结肿大47例,血管前、气管旁、主动脉旁、肺门等处均有分布;能谱CT检出纵隔肿大淋巴结56例,占比56%,准确率为93.33%(56/60),其中单发淋巴结肿大10例,多发淋巴结肿大46例,这说明能谱CT具有较高的的准确性,这与马拓^[15]等结果类似。

研究表明,CT对病变的检出率主要取决于图像的对比显示能力,而传统CT往往对软组织没有足够的对比度分辨率,但能谱CT具有碘图、能量衰减曲线、虚拟平扫等多种成像优势,可显著提高图像密度分辨率,从而有利于病变的显示^[16]。结合相关文献,并总结本文56例纵隔肿大淋巴结,其CT主要表现为:(1)淋巴结边缘形态多为圆形或椭圆形,形态不规则,并多数相互融合成团;(2)单发结节状肿块多位于气管旁或血管前间隙,且邻近的血管气管结构被病变推挤包绕;(3)CT平扫密度低于软组织,增强后中-轻度强化^[17-18]。能谱CT可快速得到40-140 KeV的101个单能量CT图像,从而形成CT值随keV值变化而变化的能谱衰减曲

线,不同组织具有不同的能谱衰减曲线,故其可特异性、定量性代表不同的组织和病理类型^[19]。本文能谱CT结定量分析结果显示,纵隔肿大淋巴结动脉期及静脉期的NIC分别为0.15±0.01、0.43±0.06,NWC分别为1.06±0.09、1.11±0.10, Eff-Z分别为7.24±0.86、6.87±0.75,λHU分别为0.78±0.06、1.22±0.14;纵隔肿大淋巴结的能量曲线及λHU、IC、WC、均呈正相关,且动脉期及静脉期的平均能谱曲线CT值随kV的增加而减小,这与曹立秀等^[20]研究结果类似。此外本文结果还显示,能谱CT检测霍奇金淋巴瘤纵隔肿大淋巴结的灵敏度为80.54%,特异度为74.21%,AUC为0.781,这说明具有良好的诊断效果,准确性较高。虽然能谱CT现在并没有广泛的应用于临床,但相信随着科学技术的进一步发展,其一定具有广阔的发展前景。

综上所述,能谱CT定量分析具有较高的检出率,可有成效检测出患者纵隔肿大淋巴结,具有诊断价值,可以为临床提供更多、更可靠的诊疗依据。但本文研究仍然存在一定局限性,比如本次研究样本量较小,且仅为初步研究等,在以后的实验中会逐步完善研究,继续进一步探讨能谱CT检测霍奇金淋巴瘤的价值,以期临床诊断提供更全面的诊疗依据。

参考文献

- [1]Fornecker LM,Lazarovici J,Aurer I,et al.LYSA-FIL-EORTC Intergroup. Brentuximab Vedotin Plus AVD for First-Line Treatment of Early-Stage Unfavorable Hodgkin Lymphoma (BREACH):A Multicenter,Open-Label,Randomized,Phase II Trial[J].J Clin Oncol,2023 Jan 10;41(2):327-335.
- [2]Fayette D,Juríček V,Kozák T,et al.Cognitive impairment associated with Hodgkin's lymphoma and chemotherapy[J].Neurosci Lett.2023 Jan 21;797:137082.
- [3]Bonhomme-Faivre L,Guarino V,Misra SC.Nivolumab-induced pneumonitis and cardiopathy in a patient with relapsed Hodgkin's lymphoma[J].J Oncol Pharm Pract,2023 Mar;29(2):479-483.
- [4]魏雯,李仁琴,高东,等.经典型霍奇金淋巴瘤伴纵隔大肿块患者接受不同强度心脏保护方案化疗序贯放疗的心脏毒性分析[J].肿瘤预防与治疗,2022,35(11):1001-1008.
- [5]Filippi AR,Meregalli S,DI Russo A,et al.Fondazione Italiana Linfomi (FIL) Radiotherapy Committee. Fondazione Italiana Linfomi (FIL) expert consensus on the use of intensity-modulated and image-guided radiotherapy for Hodgkin's lymphoma involving the mediastinum[J].Radiat Oncol,2020 Mar 12;15(1):62.
- [6]Cao L,Wu H,Liu Y.Value of CT spectral imaging in the differential diagnosis of sarcoidosis and Hodgkin's lymphoma based on mediastinal enlarged lymph node:A STARD compliant article[J].Medicine(Baltimore),2022 Nov 25;101(47):e31502.
- [7]何琛波,黄海华,龙江涛,等.能谱CT定量参数对于鉴别胸腺良恶性肿瘤病变的价值研究[J].中国CT和MRI杂志,2023,21(6):78-80.
- [8]Eikeland SA,Smeland KB,Simensen VC,et al.Chronic fatigue in long-term survivors of Hodgkin's lymphoma after contemporary risk-adapted treatment[J].Acta Oncol,2023 Jan 30:1-9.
- [9]Juhl SJ,Kicinski M,Schaapveld M,et al.Comparison of outcomes between Hodgkin's lymphoma patients treated in and outside clinical trials:A study based on the EORTC-Dutch late effects cohort-linked data[J].Eur J Haematol,2023 Mar;110(3):243-252.
- [10]朱月媛.60例初治霍奇金淋巴瘤患者的临床特征及预后分析[D].长春中医药大学,2022.
- [11]闫娅男,郑吟诗,李玉舟,等.双能CT能谱成像增强定量参数在颈动脉粥样硬化斑块性质评估中的应用[J].罕少疾病杂志,2022,29(12):36-37.
- [12]黄潭玉,崔冰.纵隔内淋巴瘤的CT诊断与鉴别研究[J].中国CT和MRI杂志,2017,15(04):68-70.
- [13]Houlihan OA,Ntents G,Cutter DJ,et al.Predicted cardiac and second cancer risks for patients undergoing VMAT for mediastinal Hodgkin lymphoma[J].Clin Transl Oncol,2022 Dec 31.
- [14]Ma T,Cao LX,Li HJ,et al.[Differences of Energy Spectrum CT Findings between Small Cell Lung Cancer with Mediastinal Lymph Node Metastasis and Mediastinal Sarcoidosis[J].Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Xue Bao,2021 Feb 28;43(1):53-56. Chinese.
- [15]马拓.基于能谱CT纵隔淋巴瘤的影像诊断及鉴别[D].华北理工大学,2020.
- [16]张强,高琪敏,崔文学等.基于能谱CT定量参数构建Nomogram模型在预测肺实性结节良恶性的价值[J].临床放射学杂志,2022,41(12):2215-2218.
- [17]崔元龙,许毛荣,文智.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.
- [18]桂丹,余奎.68例纵隔淋巴瘤CT诊断特征及坏死的相关因素分析[J].中国CT和MRI杂志,2022,20(1):101-103+157.
- [19]刘倩.能谱CT在鉴别肺癌病理类型及预测非小细胞肺癌纵隔淋巴结转移方面的应用价值[D].河北医科大学,2022.
- [20]曹立秀,李会菊,马拓,等.能谱CT鉴别结节病与霍奇金淋巴瘤纵隔肿大淋巴结的初步研究[J].中国煤炭工业医学杂志,2022,25(2):141-146.

(收稿日期:2023-02-25)

(校对编辑:孙晓晴)