

论 著

## 能谱CT诊断肺癌病理类型的价值分析

王俊青\* 毛 瑞 肖战丽

周口市中心医院CT室(河南周口466000)

**【摘要】目的** 探究能谱CT对肺癌病理类型的诊断价值。**方法** 回顾性分析2021年1月~2022年1月本院收治的120例肺癌患者资料,患者均接受胸部能谱CT增强扫描,依据病理证实其中鳞癌、腺癌、小细胞癌例,比较不同病理类型的肺癌患者能谱CT相关定量参数差异,并分析能谱CT对肺癌病理类型诊断价值。**结果** 鳞癌组、腺癌组以及小细胞癌组水浓度比较差异无统计学意义( $P>0.05$ );小细胞癌组碘浓度、标准化碘浓度、平扫能谱曲线斜率、动脉能谱曲线斜率均低于鳞癌组、腺癌组( $P<0.05$ )。鳞癌组碘浓度、标准化碘浓度、平扫能谱曲线斜率、动脉能谱曲线斜率均低于腺癌组( $P<0.05$ )。碘浓度、标准化碘浓度、平扫能谱曲线斜率、动脉能谱曲线斜率诊断鉴别小细胞癌与非小细胞癌的AUC为0.875(0.802~0.928)、0.900(0.832~0.947)、0.892(0.822~0.941)、0.898(0.829~0.946),约登指数为0.663、0.649、0.750、0.856,临界值为9.033、0.225、0.457、2.008,敏感度为86.96%、78.26%、95.65%、100.00%;特异度为79.38%、86.60%、79.38%、85.57%。碘浓度、标准化碘浓度、平扫能谱曲线斜率、动脉能谱曲线斜率诊断鉴别鳞癌与腺癌的AUC为0.704(0.603~0.793)、0.767(0.671~0.847)、0.677(0.574~0.768)、0.786(0.691~0.863),约登指数为0.355、0.503、0.393、0.559,临界值为11.064、0.300、0.631、2.593,敏感度为61.11%、85.19%、55.56%、81.48%;特异度为74.42%、65.12%、83.72%、74.42%。**结论** 不同病理类型肺癌其各项能谱CT定量参数不同,能谱CT再肺癌病理类型的鉴别诊断中具有参考意义。

**【关键词】** 能谱CT; 肺癌; 病理类型; 定量参数; 诊断价值

**【中图分类号】** R734.2

**【文献标识码】** A

**DOI:**10.3969/j.issn.1672-5131.2023.11.018

## Value of Energy Spectrum CT in Diagnosing the Pathological Type of Lung Cancer

WANG Jun-qing\*, MAO Rui, XIAO Zhan-li.

CT Room of Zhoukou Central Hospital, Zhoukou 466000, Henan Province, China

## ABSTRACT

**Objective** To investigate the value of energy spectrum CT in diagnosing the pathological type of lung cancer. **Methods** The data of 120 lung cancer patients admitted to the hospital from January 2021 to January 2022 were analyzed retrospectively. All patients underwent enhanced chest energy spectrum CT scan, and pathological diagnosis was performed. The quantitative parameters of energy spectrum CT were compared among lung cancer patients of different pathological types, and the value of energy spectrum CT in diagnosing the pathological type of lung cancer was analyzed. **Results** The iodine concentration, standardized iodine concentration, slope of plain scan energy spectrum curve, and slope of arterial energy spectrum curve increased in sequence from the small cell cancer group, the squamous cell carcinoma group to the adenocarcinoma group ( $P<0.05$ ). The AUC values of above parameters for differential diagnosis of small cell cancer and non-small cell cancer were 0.875 (0.802-0.928), 0.900 (0.832-0.947), 0.892 (0.822-0.941) and 0.898 (0.829-0.946). Youden index was 0.663, 0.649, 0.750 and 0.856. The critical values were 9.033, 0.225, 0.457 and 2.008. The sensitivity was 86.96%, 78.26%, 95.65% and 100.00%. The specificity was 79.38%, 86.60%, 79.38% and 85.57%. The AUC values for differential diagnosis of squamous cell carcinoma and adenocarcinoma were 0.704 (0.603-0.793), 0.767 (0.671-0.847), 0.677 (0.574-0.768) and 0.786 (0.691-0.863). Youden index was 0.355, 0.503, 0.393 and 0.559. The critical values were 11.064, 0.300, 0.631 and 2.593. The sensitivity was 61.11%, 85.19%, 55.56% and 81.48%. The specificity was 74.42%, 65.12%, 83.72% and 74.42%. **Conclusion** The quantitative parameters of energy spectrum CT vary among different pathological types of lung cancer. Energy spectrum CT is helpful for differential diagnosis of different pathological types of lung cancer.

**Keywords:** Energy Spectrum CT; Lung Cancer; Pathological Type; Quantitative Parameter; Diagnostic Value

肺癌属临床上常发的恶性肿瘤之一,具有较高死亡率。肺癌在组织学分类中可分为四类,包括腺癌、鳞癌、小细胞肺癌以及大细胞肺癌,其中前三者发病率较高<sup>[1]</sup>。肺癌的发生进展是多因素、阶段以及基因突变累加的过程,在分子细胞学水平涉及原癌以及抑癌基因的变异。在肺癌患者的治疗中明确肺癌的病理学类型,有助于患者治疗方案的制定以及患者预后的准确评估<sup>[2]</sup>。目前临床诊断鉴别肺癌病理类型“金标准”为病理组织学检查,但病理组织学检查通常为手术切除或穿刺活检,上述方式均为侵入性操作,可引发患者诸多并发症,同时由于部分患者缺乏组织学检查条件,因此在临床上使用受限<sup>[3]</sup>。随医疗水平以及影像学技术发展,肺灌注成像、PET/CT等方式在肺癌病理类型诊断中效果良好,但肺灌注检查辐射较大,PET/CT诊断阳性率偏高、诊断费用较高,在临床诊断中存在不足<sup>[4-5]</sup>。而能谱CT作为新型成像模式,具有多参数、定量分析的优势,在甲状腺良恶性结节、胃癌以及食管癌等疾病的诊断评估中应用良好<sup>[6]</sup>。鉴于此,为探究能谱CT对肺癌病理类型的鉴别价值,本研究分析120例肺癌患者资料,旨在为临床肺癌病理类型的鉴别提供依据,现报道如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 收集2021年1月至2022年1月本院收治的120例肺癌患者资料。

**纳入标准:** 年龄 $>18$ 岁;符合肺癌诊断标准<sup>[7]</sup>;经病理组织学诊断确诊并确定分型;患者为初诊;均接受能谱CT检查;检查前未接受相关抗肿瘤治疗;肿瘤直径 $\geq 2$ cm;临床资料、影像学资料完整且能满足研究需求。排除标准:合并其他恶性肿瘤者;合并心、肝、肾等重要脏器功能障碍者;继发性肺癌者;影像学资料质量较差无法分析者。120例肺癌患者中,男性74例,女性46例;年龄范围44~73岁,平均年龄(63.38 $\pm$ 5.19)岁。病理组织学检查结果:腺癌54例,鳞癌43例,小细胞癌23例,其中腺癌与鳞癌合称为非小细胞癌共97例。本研究符合《赫尔辛基宣言》相关内容。

**1.2 检查方法** 仪器选用美国GE公司Discovery 750 HDCT,先行常规胸部平扫,再选择宝石能谱扫描模式进行增强扫描。胸部平扫参数:管电压150kV,管电流200mA,层厚5.0mm、层距2.0mm,视野250mm,矩阵512 $\times$ 512。增强扫描:团注法肘静脉注射对比剂,静脉注射碘佛醇注射液(规格:320mg:1mL)2mL/kg,注射速率3mL/s;扫描范围选取肺尖~肺低隔面,宝石能谱扫描参数:管电流600mA,管电压80kVp/140kVp瞬时切换(0.5ms),球管转速0.8s/r,视野400mm,层厚1.25mm,螺距1.375:1,间隔1.25mm。

**1.3 图像处理与分析** 采用美国GE公司AW4.5工作站并使用GSI viewer软件进行图像处理以及测量。于病灶较大层面勾画感兴趣区(ROI),避开血管、空洞、钙化、液化坏死以及肺不张。(1)测量40~140keV不同能量水平下平扫、增强能谱CT值,并计算能谱曲

**【第一作者】** 王俊青,女,主治医师,主要研究方向:胸部影像学。E-mail: 13939479375@163.com

**【通讯作者】** 王俊青

线斜率,以40keV与90keV为参照,斜率=(40keV CT值-90keV CT值)/(90-40)。(2)测量动脉增强扫描的病灶区碘浓度以及主动脉或锁骨下动脉碘浓度,并计算标准化碘浓度,公式:标准化碘浓度=病灶区碘浓度/主动脉或锁骨下动脉碘浓度。并在水基图像上测量水浓度。

**1.4 统计学方法** 采用SPSS 25.0软件进行数据统计与分析,符合正态分布或近似正态分布计量资料采用( $\bar{x} \pm s$ )表示,多组间比较采用单因素方差分析,两两比较采用SNK-q检验;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析能谱CT鉴别肺癌类型的价值;以 $P < 0.05$ 记为差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 不同病理类型的肺癌患者能谱CT检查结果比较** 鳞癌组、腺癌组以及小细胞癌组水浓度比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ );小细胞癌组碘浓度、标准化碘浓度、平扫能谱曲线斜率、动脉能谱曲线斜率均低于鳞癌组、腺癌组( $P < 0.05$ )。鳞癌组碘浓度、标准化碘浓度、平扫能谱曲线斜率、动脉能谱曲线斜率均低于腺癌组( $P < 0.05$ )。见表1。

**表1 不同病理类型的肺癌患者能谱CT检查结果比较**

组别	例数	水浓度(mg/cm <sup>3</sup> )	碘浓度(100μg/cm <sup>3</sup> )	标准化碘浓度	平扫能谱曲线斜率	动脉能谱曲线斜率
腺癌组	54	1016.55±10.48	12.66±3.25	0.32±0.07	0.65±0.17	2.87±0.56
鳞癌组	43	1014.79±9.37	10.12±2.44 <sup>#</sup>	0.26±0.05 <sup>#</sup>	0.54±0.12 <sup>#</sup>	2.39±0.58 <sup>#</sup>
小细胞癌组	23	1015.87±9.69	7.84±1.73 <sup>#*</sup>	0.18±0.05 <sup>#*</sup>	0.40±0.08 <sup>#*</sup>	1.92±0.07 <sup>#*</sup>
F值		0.376	27.265	44.241	26.781	20.423
P值		0.688	0.000	0.000	0.000	0.000

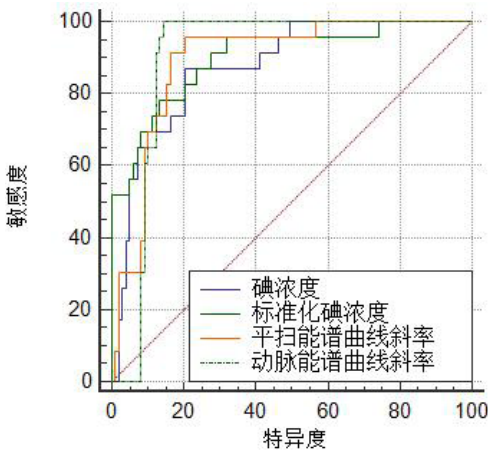
注:与腺癌组相比,<sup>#</sup> $P < 0.05$ ;与鳞癌组相比,<sup>\*</sup> $P < 0.05$ 。

**表2 能谱CT诊断鉴别小细胞癌与非小细胞癌的ROC曲线分析**

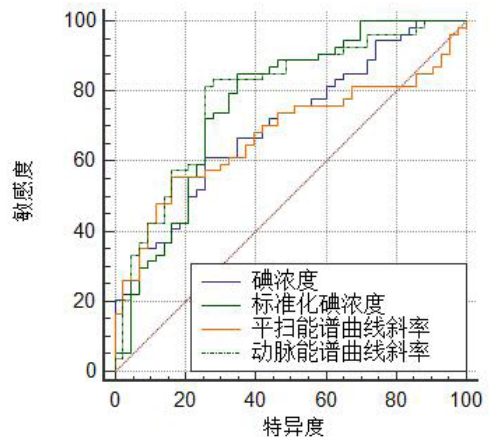
检测指标	AUC	Z	P	约登指数	cut-off	敏感度(%)	特异度(%)
碘浓度	0.875(0.802~0.928)	10.280	<0.001	0.663	≤9.033 (100μg/cm <sup>3</sup> )	86.96	79.38
标准化碘浓度	0.900(0.832~0.947)	10.609	<0.001	0.649	≤0.225	78.26	86.60
平扫能谱曲线斜率	0.892(0.822~0.941)	12.055	<0.001	0.750	≤0.457	95.65	79.38
动脉能谱曲线斜率	0.898(0.829~0.946)	13.578	<0.001	0.856	≤2.008	100.00	85.57

**表3 能谱CT诊断鉴别鳞癌与腺癌的ROC曲线分析**

检测指标	AUC	Z	P	约登指数	cut-off	敏感度(%)	特异度(%)
碘浓度	0.704(0.603~0.793)	3.914	<0.001	0.355	>11.064(100μg/cm <sup>3</sup> )	61.11	74.42
标准化碘浓度	0.767(0.671~0.847)	5.356	<0.001	0.503	≤0.300	85.19	65.12
平扫能谱曲线斜率	0.677(0.574~0.768)	3.226	<0.001	0.393	>0.631	55.56	83.72
动脉能谱曲线斜率	0.786(0.691~0.863)	6.048	<0.001	0.559	>2.593	81.48	74.42



①



②

**图1** 能谱CT诊断鉴别小细胞癌与非小细胞癌的ROC曲线  
**图2** 能谱CT诊断鉴别鳞癌与腺癌的ROC曲线



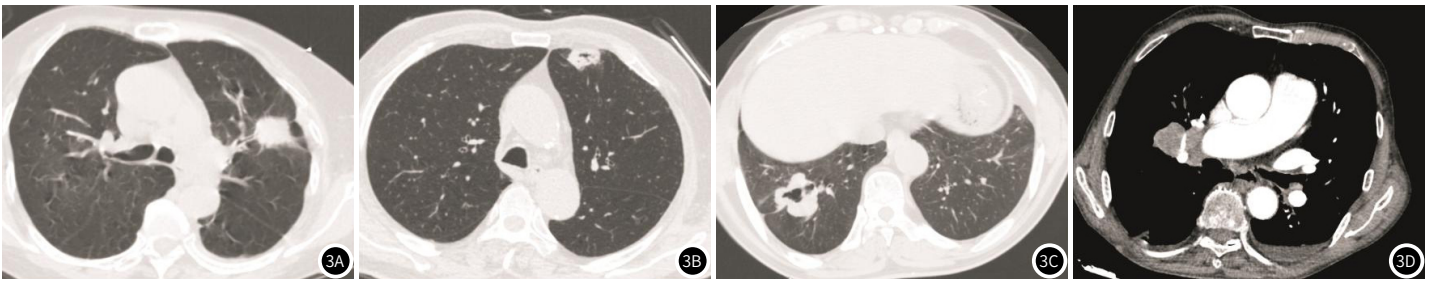


图3A-图3D 图3A、3B为腺癌，病灶边缘可见浅分叶状，细小毛刺，邻近胸膜受牵拉，病灶内可见多发小空泡征；图3C为鳞癌，病灶内癌性空洞影；图3D为小细胞肺癌，右肺门肿块，密度均匀，表面圆钝，血管包埋，临近脂肪间隙消失。

### 3 讨论

肺癌在组织学以及生物学领域被分为小细胞癌与非小细胞癌两类，其中非小细胞癌更为常见，占据所有肺癌患者的80%左右<sup>[8]</sup>。非小细胞癌中又以鳞癌以及腺癌最为常见，其对放射治疗、化学治疗敏感度较差，因此治疗方案常采用手术治疗并辅以放、化疗。而小细胞癌侵袭性更强，具有更高的复发率，更易出现转移。多数小细胞癌患者确诊时以处于广泛期，但小细胞癌对化疗敏感度较高，因此临床主要采用化放疗治疗<sup>[9-10]</sup>。以往常规CT对肺癌的诊断以病灶发现、良恶性为主，在肺癌病理类型方面鉴别能力有限<sup>[11]</sup>。能谱CT相较于常规CT采用了宝石作为探测材料，纯度较高，具有更快成像速度、更高成像清晰度以及稳定性<sup>[12]</sup>。能谱CT诊断原理在于选用不同能量的X线穿过指定物体时，X线能量将出现增减变化，引起在不同物质中其谱线存在差异；同时能谱CT可通过相关能谱曲线、碘浓度、水浓度等数据对患者病灶情况进行定量分析，对患者病情进行准确诊断<sup>[13]</sup>。相关研究显示<sup>[14]</sup>，在肺癌与肺炎鉴别中应用能谱CT的定量参数分析效果良好。

本研究分析能谱CT对肺癌病理类型诊断价值，结果显示鳞癌组、腺癌组以及小细胞癌组水浓度比较差异不显著；小细胞癌组碘浓度、标准化碘浓度、平扫能谱曲线斜率、动脉能谱曲线斜率均低于鳞癌组、腺癌组；鳞癌组碘浓度、标准化碘浓度、平扫能谱曲线斜率、动脉能谱曲线斜率均低于腺癌组，与朱永寅等<sup>[15]</sup>研究结果相似。能谱CT在扫描不同病灶时，其能量变化幅度存在差异由于小细胞癌、鳞癌以及腺癌的病灶组织血供以及结构不同，能量变化也不同，因此其能谱图斜率存在差异。此外相关能谱CT研究显示<sup>[16-17]</sup>，病灶密度越大，碘浓度越高，能谱CT碘浓度与病灶组织新生血管数以及进入细胞间隙对比剂含量有关。未变异的肺组织中毛细血管内皮细胞连接密切，上皮细胞基底膜完整，因此对比剂难以进入间隙。在肺癌患者肺部组织存在大量肿瘤新生血管，导致毛细血管内皮细胞连接松散，同时由于上皮细胞基底膜不完整，导致血管通透性改变，在上述因素下，对比剂更易进入细胞间隙，因此相较于正常肺组织，肺癌患者肺组织碘浓度较高。相关研究显示<sup>[18]</sup>，鳞癌患者肿瘤细胞生长迅速，呈现堆积式生长，因此组织结构较密，而病灶内微血管密度较低，因此其碘浓度较低；腺癌患者病灶组织结构不致密，微血管密度相对较大，血供更丰富，因此其碘浓度相对较高。但在以往研究中发现<sup>[19]</sup>，小细胞癌血供要强于非小细胞癌。而本研究结果中小细胞癌组患者碘浓度、标准化碘浓度、平扫能谱曲线斜率、动脉能谱曲线斜率均较低，考虑可能与下述因素相关：本研究小细胞癌组患者样本量较少，因此进行统计学计算可能存在误差；同时瘤体较小，测量时选取的ROI较小，因此测量的定量参数存在误差。基于以上因素，不同病理类型肺癌病灶血管密度存在差异，血供水平不一，对比剂进入细胞间隙情况存在差异，因此导致能谱曲线斜率以及碘浓度在不同病理类型肺癌中差异显著。

进一步对能谱CT诊断效能进行分析，碘浓度、标准化碘浓度、平扫能谱曲线斜率、动脉能谱曲线斜率为鉴别小细胞癌与非小细胞癌的敏感度为86.96%、78.26%、95.65%、100.00%；特异度为79.38%、86.60%、79.38%、85.57%。鉴别鳞癌与腺癌敏感度为61.11%、85.19%、55.56%、81.48%；特异度为

74.42%、65.12%、83.72%、74.42%。结果表明能谱CT各参数指标单一诊断鉴别小细胞癌与非小细胞的敏感度与特异度整体优于鳞癌与腺癌，但各参数在肺癌病理类型的鉴别中诊断效能均处于良好水平，因此能谱CT在对肺癌病理类型的诊断中具有指导意义。

综上所述，能谱CT检查具有多参数定量分析的优点，病理类型不同的肺癌患者其碘浓度、标准化碘浓度、平扫能谱曲线斜率、动脉能谱曲线斜率均存在差异，且上述参数对肺癌病理类型的鉴别诊断具有临床指导意义。

### 参考文献

- [1] 周再稳, 肖华, 江婷, 等. NSE、CA15-3联合CA125检测在肺癌诊断中的临床意义[J]. 罕少疾病杂志, 2022, 29(8): 39-41, 68.
- [2] 万晓旭, 马如飞, 刘秀春, 等. 原发性肺癌肿瘤部位和分期及病理类型对肺通气功能的影响[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2021, 28(12): 938-943.
- [3] 郑伟, 李迎, 程钢. 双源CT双能量参数联合血清miR-126、miR-204检测对肺癌诊断价值及与临床病理特征关联性[J]. 影像科学与光化学, 2021, 39(2): 224-229.
- [4] 张漫雪, 周锦, 汤治, 等. 原发性肺癌18F-FDG PET/CT代谢参数与其临床病理特征的关系[J]. 中国医学影像技术, 2021(11): 1674-1679.
- [5] 金德海, 彭磊, 彭伟. 胸部CT灌注成像对肺癌发生淋巴结转移的诊断效果研究[J]. 实用癌症杂志, 2020, 35(5): 782-785.
- [6] 侯浩宇, 杨毅. 宝石能谱CT成像技术在食管癌患者术前评估中的应用分析[J]. 中国肿瘤临床与康复, 2022, 29(5): 577-580.
- [7] 赵坤宇, 妍妍文, 秦国慧, 等. 中性粒细胞淋巴比值和淋巴细胞单核细胞比值对PD-1抑制剂治疗的晚期非小细胞肺癌患者预后的预测价值[J]. 郑州大学学报(医学版), 2022, 57(3): 379-382.
- [8] 陈志, 王玉红, 朱卫东, 等. 联合检测7种自身抗体在非小细胞肺癌中的诊断价值[J]. 临床与实验病理学杂志, 2021, 37(2): 182-185, 191.
- [9] 蔡东宇, 李井. 非小细胞肺癌患者肠道屏障功能与免疫治疗的研究进展[J]. 癌症, 2022, 41(10): 457-467.
- [10] 王维威, 张家齐, 李单青. 小细胞肺癌的免疫治疗临床进展[J]. 中国肺癌杂志, 2022, 25(6): 425-433.
- [11] 舒静, 张涵, 赵振国, 等. 肺炎性假瘤、周围型肺癌CT征象特征及其鉴别诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(5): 35-37.
- [12] 孔慧华, 连祥媛, 陈平, 等. 基于能谱CT的材料组分彩色表征研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2021, 41(11): 3612-3617.
- [13] 马拓, 曹立秀, 李会菊, 等. 小细胞肺癌纵隔淋巴结转移和纵隔淋巴结病能谱CT的表现差异[J]. 中国医学科学院学报, 2021, 43(1): 53-56.
- [14] 王君鑫, 牛丹丹, 孙玉清, 等. 能谱CT定量参数对结节/肿块样肺炎与肺癌的鉴别诊断价值[J]. 放射学实践, 2021, 36(7): 863-867.
- [15] 朱永寅, 姚晶晶, 雨托成, 等. 能谱CT成像定量分析在评估肺癌病理类型和分化程度中的应用价值[J]. 临床肺科杂志, 2022, 27(7): 1092-1096.
- [16] 宁先英, 唐文娟, 成兰, 等. 能谱CT定量分析在肺部肿瘤中的临床应用研究[J]. 中国医疗设备, 2022, 37(4): 94-97.
- [17] 王学玲, 袁青玲, 杨娟. 能谱CT用于肝细胞肝癌诊断的灵敏性及准确性分析[J]. 影像科学与光化学, 2022, 40(6): 1339-1342.
- [18] 张东升, 盛茂, 程庆红, 等. 双层探测器光谱CT定量参数与肺癌及其病理特征的关系[J]. 分子影像学杂志, 2022, 45(5): 759-762.
- [19] 王婷婷, 李忠华, 李慧峰, 等. 非小细胞肺癌中YAP1、SRPX2的表达与微血管密度及预后的相关性分析[J]. 临床与实验病理学杂志, 2020, 36(3): 264-269.

(收稿日期: 2023-09-18)

(校对编辑: 韩敏求)