

论 著

能谱CT定量分析在非小细胞肺癌术前诊断中的临床价值

河南省中医院核医学科
(河南 郑州 450000)

史志勇

【摘要】目的 分析能谱CT定量分析在非小细胞肺癌(NSCLC)术前诊断中的临床价值。**方法** 搜集河南省中医院经病理证实的120例NSCLC患者临床资料,分析其能谱CT定量参数[平扫能谱曲线 $40\sim 65\text{keV}$ 斜率($K_{40\sim 65\text{keV}}$)、有效原子序数(EffZ)、钙(水)浓度及动脉期 $K_{40\sim 65\text{keV}}$ 、碘(水)浓度、水(碘)浓度]与病理参数的关系,分析能谱CT定量参数对NSCLC评估价值。**结果** 腺癌患者平扫能谱曲线 $K_{40\sim 65\text{keV}}$ 、EffZ、钙(水)浓度及动脉期能谱曲线 $K_{40\sim 65\text{keV}}$ 、碘(水)浓度高于鳞癌,水(碘)浓度低于鳞癌($P<0.05$);低分化者平扫能谱曲线 $K_{40\sim 65\text{keV}}$ 、EffZ及动脉期能谱曲线 $K_{40\sim 65\text{keV}}$ 、碘(水)浓度低于中高分化者,而动脉期水(碘)浓度高于中高分化者($P<0.05$);TNM分期II~III期患者平扫能谱曲线 $K_{40\sim 65\text{keV}}$ 、EffZ及动脉期能谱曲线 $K_{40\sim 65\text{keV}}$ 、碘(水)浓度低于I期患者($P<0.05$);淋巴结转移患者平扫能谱曲线 $K_{40\sim 65\text{keV}}$ 、EffZ及动脉期能谱曲线 $K_{40\sim 65\text{keV}}$ 、碘(水)浓度较无淋巴结转移者低($P<0.05$);能谱CT定量参数中平扫 $K_{40\sim 65\text{keV}}$ 的AUC最高(0.897)。**结论** NSCLC患者术前进行能谱CT检查有利于判断其病理类型、分化程度、TNM分期及有无淋巴结转移,尤其是平扫 $K_{40\sim 65\text{keV}}$ 、EffZ、碘(水)浓度诊断效果较好。

【关键词】 能谱CT; 定量; 非小细胞肺癌; 诊断**【中图分类号】** R734.2; R445.3**【文献标识码】** A**DOI:** 10.3969/j.issn.1672-5131.2020.09.024

通讯作者: 史志勇

Clinical Value of Energy Spectrum CT Quantitative Analysis in Preoperative Diagnosis of Non-small Cell Lung Cancer

SHI Zhi-yong. Department of Nuclear Medicine, Henan Traditional Chinese Medicine Hospital, Zhengzhou 450000, Henan Province, China

[Abstract] Objective To analyze the clinical value of energy spectrum CT quantitative analysis in the preoperative diagnosis of non-small cell lung cancer (NSCLC). **Methods** The clinical data of 120 patients with NSCLC confirmed by pathology were collected. The relationship between energy spectrum CT quantitative parameters [plain scan energy spectrum curve $40\sim 65\text{keV}$ slope ($K_{40\sim 65\text{keV}}$), effective atomic number (EffZ), calcium (water) concentration, arterial phase $K_{40\sim 65\text{keV}}$, iodine (water) concentration, water (iodine) concentration] and pathological parameters was analyzed. The evaluation value of energy spectrum CT quantitative parameters for NSCLC was also analyzed. **Results** The plain scan energy spectrum curve $K_{40\sim 65\text{keV}}$, EffZ, calcium (water) concentration, arterial phase energy spectrum curve $K_{40\sim 65\text{keV}}$ and iodine (water) concentration in patients with adenocarcinoma were higher than those with squamous cell carcinoma, and water (iodine) concentration was lower than those with squamous cell carcinoma ($P<0.05$). The plain scan energy spectrum curve $K_{40\sim 65\text{keV}}$, EffZ, arterial phase energy spectrum curve $K_{40\sim 65\text{keV}}$ and iodine (water) concentration in patients with low differentiation were lower than those with moderate and high differentiation, while the arterial phase water (iodine) concentration was higher than those with moderate and high differentiation ($P<0.05$). The plain scan energy spectrum curve $K_{40\sim 65\text{keV}}$, EffZ, arterial phase energy spectrum curve $K_{40\sim 65\text{keV}}$ and iodine (water) concentration in patients with TNM stage II~III were lower than those with stage I ($P<0.05$). The plain scan energy spectrum curve $K_{40\sim 65\text{keV}}$, EffZ, arterial phase energy spectrum curve $K_{40\sim 65\text{keV}}$ and iodine (water) concentration in patients with lymph node metastasis were lower than those without ($P<0.05$). Among the CT quantitative parameters, the AUC of plain scan $K_{40\sim 65\text{keV}}$ was the largest (0.897). **Conclusion** Preoperative energy spectrum CT scan of patients with NSCLC can help with the judgement of pathological type, differentiation degree, TNM stage and lymph node metastasis. Besides, the diagnosis of $K_{40\sim 65\text{keV}}$, EffZ and iodine (water) concentration is relatively better.

[Key words] Energy Spectrum CT; Quantification; Non-small Cell Lung Cancer; Diagnosis

肺癌为临床常见肺部恶性肿瘤,其中非小细胞肺癌(Non-small cell lung cancer, NSCLC)占80%~85%,5年生存率低,早期诊断尤为重要^[1]。宝石能谱CT成像通过其特有能谱扫描及图像后处理技术,实现物质分离,并获得碘基物质密度(IC)及有效原子序数(EffZ),放大不同组织来源的细微差别,可对病变进行多参数、定量分析,客观评估病变组织特性及功能状态^[2-3]。已有研究^[4]报道能谱CT定量指标可较好诊断NSCLC转移淋巴结与非转移淋巴结。本文主要分析能谱CT定量分析在NSCLC术前诊断中的临床价值,结果如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2015年6月至2018年6月我院经病理证实的120例NSCLC患者临床资料,纳入标准:(1)均在入院后行能谱CT扫描检查,图像质量满意;(2)术前未接受放化疗或穿刺活检,病灶直径

>2cm; (3)无碘对比剂过敏史,能配合完成扫描,签署知情同意书。排除标准:(1)检查前未接受抗肿瘤治疗;(2)合并严重心、肝肾功能不全者;(3)存在碘对比剂过敏史。120例NSCLC患者中男63例,女57例,年龄40~76例。

1.2 方法

1.2.1 检查方法:均在术前行CT增强扫描,后进一步接受能谱CT检查。以GE Health Care discovery CT 750HD型能谱成像扫描仪行平扫及增强动脉期扫描,自肺尖至肋膈角。扫描参数:管电压80kVp及140kVp瞬时切换,管电流600mA,层厚5.0mm,层间距5.0mm,间隔5.0mm,矩阵512×512,增强扫描采用德国欧立奇双筒高压注射器,肘正中静脉注入优雅显80ml的370mgI/ml及30ml生理盐水,4.0ml/s,动脉期延迟30s。

1.2.2 图像后处理:将扫描所得图像重建为层厚0.625mm、层间距0.625mm的薄层图像,传送

至工作站,以2名高年资主治医师讨论达成的一致意见为准。于病灶最大截面处及邻近上、下共3个层面选择感兴趣区(ROI),避开血管、钙化、坏死与肺不张。数据测量及分析^[5]:①绘制平扫能谱曲线,计算40~65keV斜率($K_{40\sim65\text{keV}}$),并观察曲线走势,测量病灶有效原子序数(EffZ)、钙(水)浓度;②绘制动脉期能谱曲线。

1.2.3 相关标准:原发灶与淋巴结的 $K_{40\sim65\text{keV}}$ 之差<0.2,认为两者曲线走形一致,若原发灶与淋巴结同源,则该淋巴结为转移性淋巴结,反之不存在转移^[5]。金标准:手术清扫胸内淋巴结并进行标记,经病理诊断明确是否为转移性淋巴结。

1.3 统计学方法 采用SPSS19.0软件处理数据,计数资料以%表示,采取 χ^2 检验,计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,行独立样本t检验,绘制ROC曲线分析诊断效能, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

义。

2 结果

2.1 不同病理参数患者能谱CT定量参数比较 腺癌患者平扫能谱曲线II型占比及 $K_{40\sim65\text{keV}}$ 、EffZ、钙(水)浓度及动脉期能谱曲线 $K_{40\sim65\text{keV}}$ 、碘(水)浓度高于鳞癌,水(碘)浓度低于鳞癌($P < 0.05$);低分化者平扫能谱曲线 $K_{40\sim65\text{keV}}$ 、EffZ及动脉期能谱曲线 $K_{40\sim65\text{keV}}$ 、碘(水)浓度低于中分化者,而动脉期水(碘)浓度高于中分化者($P < 0.05$);TNM分期II~III期患者平扫能谱曲线 $K_{40\sim65\text{keV}}$ 、EffZ及动脉期能谱曲线 $K_{40\sim65\text{keV}}$ 、碘(水)浓度低于I期患者($P < 0.05$);淋巴结转移患者平扫能谱曲线 $K_{40\sim65\text{keV}}$ 、EffZ及动脉期能谱曲线 $K_{40\sim65\text{keV}}$ 、碘(水)较无淋巴结转移者低($P < 0.05$);其他参数比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表1。

2.2 能谱CT定量参数诊断

表1 不同病理参数患者能谱CT定量参数比较

病理参数	类型	例数	平扫			动脉期		
			$K_{40\sim65\text{keV}}$	EffZ	钙(水)浓度 (mg/cm ³)	$K_{40\sim65\text{keV}}$	碘(水)浓度 (mg/cm ³)	水(碘)浓度 (mg/cm ³)
病理分型	鳞癌	66	0.20 ± 0.04	7.58 ± 0.08	1.34 ± 0.18	2.16 ± 0.23	0.98 ± 0.12	1030.45 ± 106.43
	腺癌	54	0.65 ± 0.07	7.79 ± 0.09	4.10 ± 0.45	2.39 ± 0.04	1.04 ± 0.15	988.14 ± 98.59
	t值		44.173	13.522	45.601	7.254	2.435	2.256
	P值		0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.026
病理分化程度	低分化	57	0.35 ± 0.04	7.49 ± 0.79	3.19 ± 0.31	2.05 ± 0.24	0.98 ± 0.11	1038.15 ± 104.58
	中分化	63	0.54 ± 0.08	7.81 ± 0.78	3.24 ± 0.46	3.24 ± 0.35	1.46 ± 0.18	998.47 ± 104.87
	t值		16.189	2.231	0.691	21.497	17.403	2.073
	P值		0.000	0.028	0.491	0.000	0.000	0.040
TNM分期	I期	60	0.49 ± 0.06	7.75 ± 0.79	3.41 ± 0.35	3.52 ± 0.38	1.42 ± 0.16	1021.45 ± 103.87
	II~III期	60	0.34 ± 0.05	7.28 ± 0.75	3.38 ± 0.39	2.48 ± 0.26	1.05 ± 0.14	1017.14 ± 104.33
	t值		14.877	3.342	0.443	17.493	13.481	0.227
	P值		0.000	0.001	0.658	0.000	0.000	0.821
淋巴结转移	有	49	0.38 ± 0.05	7.31 ± 0.75	3.06 ± 0.31	2.20 ± 0.25	1.14 ± 0.15	1021.01 ± 103.55
	无	71	0.43 ± 0.06	7.82 ± 0.79	3.17 ± 0.41	3.14 ± 0.35	1.53 ± 0.19	1019.24 ± 110.43
	t值		4.795	3.548	1.590	16.160	12.011	0.089
	P值		0.000	0.000	0.115	0.000	0.000	0.930

表2 能谱CT定量参数诊断NSCLC的效能分析

能谱CT定量参数	最佳阈值	灵敏度(%)	特异度(%)	AUC
平扫				
K _{40~65keV}	0.43	91.46	80.52	0.897
EffZ	7.45	81.79	73.49	0.841
钙(水)浓度(mg/cm ³)	2.54	81.65	68.17	0.796
动脉期				
K _{40~65keV}	2.63	90.58	51.39	0.743
碘(水)浓度(mg/cm ³)	1.28	75.84	60.22	0.814
水(碘)浓度(mg/cm ³)	1029.56	59.43	61.37	0.632

NSCLC的效能分析 能谱CT定量参数中平扫K_{40~65keV}的AUC最高(0.897),其灵敏度、特异度最高,最佳阈值为0.43, EffZ、碘(水)浓度的AUC次之,分别为0.841、0.814。见表2。

2.3 典型病例分析 见图1-4。

3 讨论

NSCLC病理组织分型主要依赖纤支镜、穿刺活检、术后病理切片等有创方式获取,而术前病理切片无法获得,部分患者也不满足纤支镜、穿刺活检条件,因而急需一种术前准确有效诊断NSCLC的方法^[6-7]。能谱CT有扫描速度快、多参数成像等优势,其形成的高清晰图像利于早期发现肿瘤,该技术已使肺癌研究从形态学、病灶组织血液动力学深入至物质代谢等微循环方面^[8]。

因能谱CT对NSCLC分型主要集中于直径>2cm,且NSCLC能谱曲线于低能量段40~65keV水平时斜率变化大,因此本文选择直径>2cm病灶进行分析,结果显示腺癌患者K_{40~65keV}、EffZ、钙(水)浓度及动脉期能谱曲线K_{40~65keV}、碘(水)浓度高于鳞癌,水(碘)浓度较鳞癌低,这与李琦等^[9]的报道结果相近,可能因为腺癌呈腺样分化,腺管状与腺腔样结构较多,更容易发生钙化,因此其平扫能谱曲线K_{40~65keV}、EffZ、钙(水)浓度及动脉期能谱曲线K_{40~65keV}较高,而腺癌动脉期

碘(水)浓度高于鳞癌可能与腺癌微血管密度大于鳞癌,血供更加丰富有关,腺癌水(碘)浓度较鳞癌低,可能是因为鳞癌多呈堆积式生长,单位体积内肿瘤细胞较多、含水量更高,腺癌生长方式则多样化,间质较丰富,水(碘)浓度低^[10]。本研究中低分化者平扫能谱曲线K_{40~65keV}、EffZ及动脉期能谱曲线K_{40~65keV}、碘(水)浓度低于中高分化者,而动脉期水(碘)浓度高于中高分化者,这与罗天友等^[11]的研究结果相近,可能原因为低分化癌多呈实性片状或巢状生长,癌细胞密度更大,含水量更高。本研究也发现随TNM分期增加或发生淋巴结转移,患者平扫能谱曲线K_{40~65keV}、EffZ及动脉期能谱曲线K_{40~65keV}、碘(水)浓度低,这与既往杨峰峰等^[12]的研究结果一致。在TNM分期晚或转移性淋巴结患者中,肿瘤局部形态与功能学发生改变,新生血管大部分走行扭曲僵直,导致肿瘤组织缺血缺氧坏死,血供较差,因此能谱CT定量参数有差异^[13]。同时本研究ROC分析发现,能谱CT定量参数中平扫K_{40~65keV}的AUC最高(0.897),能谱CT能提供某化合物或混合物的EffZ,碘、水则是能谱CT中常用基物质,能准确反映病灶血供。

综上所述,能谱CT定量分析用于NCLC术前诊断,有较高辅助诊断价值,尤其是平扫K_{40~65keV}、EffZ、碘(水)浓度等定量参数诊断效能较好。

参考文献

- [1] 李知书, 马兵, 陈绍平, 等. 螺旋CT及能谱CT与PET-CT扫描诊断肺癌的临床价值比较[J]. 西部医学, 2017, 29(11): 1532-1536.
- [2] Paz-Ares L, Mezger J, Ciuleanu TE, et al. Necitumumab plus pemetrexed and cisplatin as first-line therapy in patients with stage IV non-squamous non-small-cell lung cancer (INSPIRE): an open-label, randomised, controlled phase 3 study [J]. Lancet Oncol, 2015, 16(3): 328-337.
- [3] Mannelli L, MacDonald L, Mancini M, et al. Dual energy computed tomography quantification of carotid plaques calcification: comparison between monochromatic and polychromatic energies with pathology correlation [J]. Eur Radiol, 2015, 25(5): 1238-1246.
- [4] 沈静娴, 谢传森, 习勉, 等. 能谱CT定量指标在鉴别诊断非小细胞肺癌转移淋巴结与非转移淋巴结中的价值[J]. 中山大学学报(医学科学版), 2014, 35(5): 738-743.
- [5] 陆中元, 陈兵, 刘焱, 等. CT能谱曲线对非小细胞肺癌胸内淋巴结转移诊断价值[J]. 临床军医杂志, 2016, 44(2): 200-201, 204.
- [6] 王玉婕, 黄遥, 唐威, 等. 宝石能谱CT在提高非小细胞肺癌术前淋巴结转移状态准确性中的初步研究[J]. 癌症进展, 2015, 13(2): 188-193.
- [7] 陈盈, 姚琼瑛, 郑昊, 等. 能谱CT在肺癌淋巴结转移诊断中的临床应用研究[J]. 肿瘤学杂志, 2016, 22(8): 632-638.
- [8] 王朝军, 张蕾, 马霞, 等. 能谱CT在肺癌诊断及病理分型中的应用价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2018, 16(3): 33-36.
- [9] 李琦, 罗天友, 吕发金, 等. 能谱CT定量分析在确定非小细胞肺癌病理类型中的价值[J]. 中华放射学杂志, 2017, 51(4): 257-261.
- [10] 周静宜, 刘芸, 黄劲柏, 等. 宝石能谱CT成像在不同病理类型肺癌分类诊断的价值探讨[J]. CT理论与应用研究, 2017, 26(3): 291-298.
- [11] 李琦, 黄兴涛, 等. 能谱CT定量参数评估非小细胞肺癌病理分化程度[J]. 中国医学影像技术, 2016, 32(11): 1678-1682.
- [12] 杨峰峰, 董杰, 闫晓龙, 等. 能谱CT定量参数: 术前诊断肺癌转移性淋巴结的价值[J]. 中国肺癌杂志, 2016, 19(11): 738-745.
- [13] 覃帮能, 刘触灵. CT诊断非小细胞肺癌TNM分期的临床价值[J]. 重庆医学, 2017, 46(31): 4406-4408.

(本文图片见封三)

(本文编辑: 刘龙平)

【收稿日期】2018-09-08

能谱CT定量分析在非小细胞肺癌术前诊断中的临床价值

(图片正文见第 76 页)

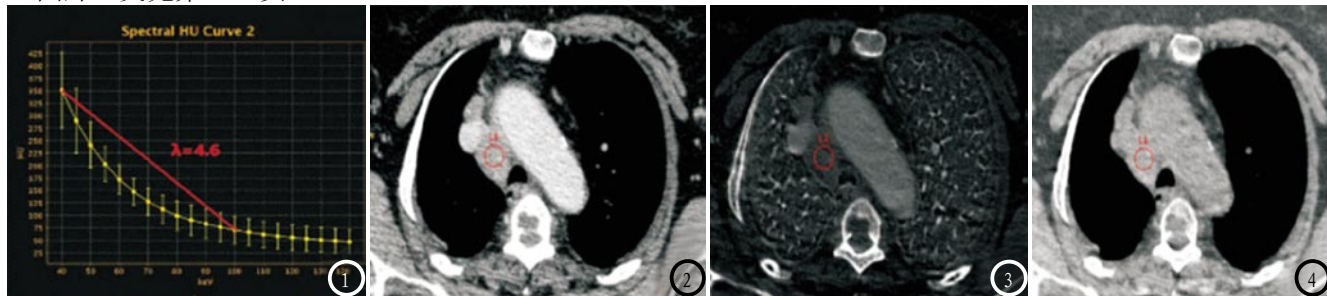


图1-4 患者女，50岁，病理证实右支气管腺癌，T₁N₂M₀期，有转移性淋巴结。图1 转移性淋巴结K_{40~65keV}为4.6；图2 60keV单能量增强图像动脉期显示7组淋巴结肿大，短直径9.0mm，CT值119.2HU；图3 动脉期碘基物质分离图像，碘浓度3.85mg/cm³，同层胸主动脉碘浓度14.89mg/cm³，该淋巴结标准化碘浓度0.26mg/cm³；图4 动脉期水基物质分离图像的水浓度为1023.10mg/cm³。