

· 论著 · 胸部 ·

## 能谱CT定量参数鉴别胸腺肿瘤良恶性及与病理分期的关系

高远\*

南阳市中心医院CT影像诊断科(河南 南阳 473000)

**【摘要】目的** 探讨分析能谱CT定量参数鉴别胸腺肿瘤良恶性及与病理分期的关系。**方法** 选取2022年3月至2024年9月我院收治的97例胸腺肿瘤患者,均接受能谱CT扫描检查,并经手术病理检查确诊,根据世界卫生组织分型标准分为低危组40例、高危组33例、胸腺癌组24例,并根据Masaoka-koga分期标准将患者分为I期29例、II期25例、III/IV期43例,比较不同分型及病理分期患者能谱CT定量参数,观察能谱CT定量参数鉴别良恶性质的价值,并分析其与病理分期的关系。**结果** 低危组、高危组及胸腺癌组患者在动脉期和静脉期的标准化碘浓度(NIC)、能谱曲线斜率(k)、70keV CT值的比较上存在明显差异( $P<0.05$ )。不同分期患者的NIC、k、70keV CT值存在明显差异( $P<0.05$ )。Spearman相关性分析显示,NIC、k、70keV CT值与病理分期呈显著负相关( $P<0.05$ )。**结论** 能谱CT定量参数在胸腺肿瘤良恶性的鉴别诊断中有一定价值,且能谱CT定量参数与病理分期呈显著负相关,有助于病理分期的评估。

【关键词】能谱CT定量参数;胸腺肿瘤;良恶性质;病理分期

【中图分类号】R736.3

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2026.4.038

## Differential Diagnosis of Benign and Malignant Thymic Tumors Using Quantitative Parameters of Spectral CT and Their Relationship with Pathological Staging

GAO Yuan\*

Department of CT Imaging Diagnosis, Nanyang Central Hospital, Nanyang 473000, Henan Province, China

**Abstract: Objective** To explore and analyze the quantitative parameters of spectral CT in distinguishing benign and malignant thymic tumors and their relationship with pathological staging. **Methods** Ninety-seven patients with thymus tumor admitted to our hospital from March 2022 to September 2024 were selected, all of whom were examined by energy spectrum CT scan and confirmed by surgical and pathological examination. According to the World Health Organization classification criteria, they were divided into low-risk group (40 cases), high-risk group (33 cases) and thymic cancer group (24 cases). According to Masaoka-koga staging criteria, the patients were divided into stage I (29 cases), stage II (25 cases), and stage III/IV (43 cases). Quantitative parameters of energy spectrum CT were compared among patients with different types and pathological stages, and the value of quantitative parameters of energy spectrum CT in distinguishing benign and malignant was observed, and the relationship between these parameters and pathological stages was analyzed. **Results** There were significant differences in standardized iodine concentration (NIC), slope of energy spectrum curve (k) and CT value of 70keV between arterial stage and venous stage in low-risk group, high-risk group and thymus cancer group ( $P<0.05$ ). There were significant differences in NIC, k, and 70keV CT values among patients of different stages ( $P<0.05$ ). Spearman correlation analysis showed that NIC, k, and 70keV CT values were significantly negatively correlated with pathological staging ( $P<0.05$ ). **Conclusion** Spectral CT quantitative parameters have certain value in the differential diagnosis of benign and malignant thymic tumors, and there is a significant negative correlation between spectral CT quantitative parameters and pathological staging, which is helpful for the evaluation of pathological staging.

**Keywords:** Spectral CT Quantitative Parameters; Thymic Tumor; Good and Evil Nature; Pathological Staging

胸腺肿瘤是起源于胸腺上皮细胞的常见肿瘤,是最常见的前上纵膈原发性肿瘤,其发病机制复杂,多认为与自身免疫紊乱、既往放射治疗史等有关,早期多无明显症状,随着病情的发展,患者可表现出咳嗽、胸部疼痛以及呼吸困难等症状<sup>[1]</sup>。胸腺肿瘤的侵袭性与病理分型密切相关,A型、AB型通常为良性,而B型、C型则具有侵袭性,不同病理分型患者的治疗方式及预后效果存在差异<sup>[2]</sup>。研究显示,不同病理分期的胸腺肿瘤也对治疗方式选择及预后有重要影响<sup>[3]</sup>。因此准确鉴别胸腺肿瘤良恶性,有效评估其病理分期,具有重要意义。能谱CT成像是一项新技术,能通过测定进入胸腺组织内对比剂碘含量,反映胸腺组织供血情况,为胸腺肿瘤良恶性质的定性鉴别

诊断提供参考<sup>[4]</sup>。基于此,本研究探讨分析能谱CT定量参数鉴别胸腺肿瘤良恶性及与病理分期的关系,现报道如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 于2022年3月至2024年9月期间,选取我院收治的97例胸腺肿瘤患者,根据世界卫生组织分型标准分为3组。低危组(A、AB、B1型):男22例,女18例,年龄26~67(45.83±7.42)岁。高危组(B2、B3型):男18例,女15例,年龄28~69(46.75±6.92)岁。胸腺癌组(C型):男13例,女11例,年龄25~69(47.05±8.21)岁。同时根据Masaoka-koga分期标准将患者分为I期29例、II期25例、III/IV期43

【第一作者】高远,男,主治医师,主要研究方向:CT诊治工作。E-mail: yuangaony@163.com

【通讯作者】高远

例。I期：男16例，女13例，年龄27~65(47.38±8.41)岁。II期：男14例，女11例，年龄28~67(46.81±7.63)岁。III/IV期：男23例，女20例，年龄26~68(47.01±7.34)岁。不同分组、分期患者的一般资料无明显差异( $P>0.05$ )，存在可比性。

纳入标准：符合《中国胸腺上皮肿瘤临床诊疗指南(2021版)》<sup>[5]</sup>中的标准，经手术病理检查确诊；首次就诊，未接受过手术或放化疗；能有效配合能谱CT检查；知情同意。排除标准：合并精神疾病、认知障碍；存在碘过敏；已接受相关治疗；复发癌；图像质量差或资料缺失；已接受相关治疗。

**1.2 方法** 运用美国GE公司制造的64排螺旋CT成像设备，对患者实施扫描检查。扫描区域设定为自肺尖部延伸至肺底部，扫描过程中，患者保持仰卧体位，在能谱模式下对其进行平扫+增强扫描。平扫时管电压120keV，增强扫描时低(80keV)、高电压(140keV)瞬时切换，设置管电流、层厚、转速、螺距分别为600mA、0.625mm、0.6s/r、0.983。以3.5mL/s速率经静脉注射碘海醇1.5mL/kg进行增强扫描，获取动、静脉期图像。最后将数据传入工作站，由高年资影像科医师测量数据，测量3次取平均值为最终值。获取病灶在70keV能量条件下的

单能量CT数值、病灶位置碘浓度( $I_{病}$ )、同一扫描层面中降主动脉区域的碘浓度( $I_{降}$ )，并对能谱曲线的斜率值( $k$ )以及标准化碘浓度(NIC)进行计算。 $k=(CT_{40keV}-CT_{100keV})/(100-40)$ ； $NIC=I_{病}/I_{降}$ 。

**1.3 统计学方法** 采用SPSS 23.0分析，计量、计数资料分别描述为( $\bar{x} \pm s$ )、 $[n(\%)]$ ，行 $t$ 、 $\chi^2$ 检验；针对多组数据的对比研究，选用单因素方差分析方法开展统计分析；而对于变量间关联性的探究，则运用Spearman等级相关分析技术进行分析。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 不同分型患者NIC、k及70keV CT值对比** 动静脉期低危组、高危组及胸腺癌组患者的NIC、k、70keV CT值存在显著差异( $P<0.05$ )，见表1。

**2.2 不同分期患者NIC、k及70keV CT值对比** 不同分期患者的NIC、k、70keV CT值存在明显差异( $P<0.05$ )，见表2。

**2.3 Spearman相关性分析** Spearman相关性分析显示，NIC、k、70keV CT值与病理分期呈显著负相关( $P<0.05$ )，见表3。

表1 各组动静脉期NIC、k、70keV CT值对比

分期	n	NIC		k		70keV CT值(HU)	
		动脉期	静脉期	动脉期	静脉期	动脉期	静脉期
低危组	40	0.21±0.03	0.53±0.09	2.41±0.47	2.18±0.43	80.46±7.34	83.65±6.71
高危组	33	0.16±0.04 <sup>†</sup>	0.44±0.07 <sup>†</sup>	1.85±0.39 <sup>†</sup>	1.91±0.35 <sup>†</sup>	73.82±6.89 <sup>†</sup>	77.39±8.62 <sup>†</sup>
胸腺癌组	24	0.12±0.02 <sup>#</sup>	0.32±0.06 <sup>#</sup>	1.59±0.32 <sup>#</sup>	1.68±0.34 <sup>#</sup>	63.79±9.52 <sup>#</sup>	63.21±8.98 <sup>#</sup>

注：与低危组相比，<sup>†</sup> $P<0.05$ ；与高危组相比，<sup>#</sup> $P<0.05$ 。

表2 各分期动脉期NIC、k、70keV CT值对比

分期	n	NIC		k		70keV CT值(HU)	
		动脉期	静脉期	动脉期	静脉期	动脉期	静脉期
I期	29	0.22±0.02	0.51±0.11	2.37±0.55	2.15±0.57	79.56±7.84	81.95±8.72
II期	25	0.17±0.04 <sup>†</sup>	0.45±0.08 <sup>†</sup>	1.92±0.31 <sup>†</sup>	1.88±0.42 <sup>†</sup>	74.32±6.39 <sup>†</sup>	78.63±7.41 <sup>†</sup>
III/IV期	43	0.11±0.03 <sup>#</sup>	0.31±0.07 <sup>#</sup>	1.53±0.27 <sup>#</sup>	1.63±0.29 <sup>#</sup>	62.74±8.11 <sup>#</sup>	61.89±6.34 <sup>#</sup>

注：与I期相比，<sup>†</sup> $P<0.05$ ；与II期相比，<sup>#</sup> $P<0.05$ 。

表3 Spearman相关性分析

指标	r	P
NIC	-0.473	<0.001
k	-0.448	<0.001
70keV CT值	-0.429	<0.001

## 3 讨论

胸腺上皮性肿瘤属于前纵膈区域的高发肿瘤类型，具有成分复杂、形态多样等特点，分类有较大变化，世界卫生组织将其分为A型、AB型、B型(B1~B3)胸腺瘤及胸腺癌(C型)，之后简化为低危型(A、AB、B1型)、高危型(B2、B3型)以及胸腺癌型(C型)<sup>[6-7]</sup>。在临床治疗中，高危型胸腺瘤和胸腺癌通常丧失手术切除机会，多需要接受放化疗，而低危型胸腺瘤患者则大多具备手术切除指征，预后相对较好<sup>[8]</sup>。因此，术前准确判断胸腺肿瘤良恶性对临床治疗及患者预后改善有重大意义。

在胸腺肿瘤的鉴别诊断中，多层螺旋CT技术已成为常规检查手段。然而，传统CT扫描方式在清晰呈现病灶内部细微结构特征方面存在局限性。近年来随着CT技术的快速发展，能谱CT的应用使胸腺肿瘤的鉴别诊断得到新的进展<sup>[9]</sup>。能谱CT技术具备对病灶区域实施精准定量分析的能力，其单能量成像模式通过模拟单色X射线源照射条件，可生成特定能量下的组织影像，在此成像过程中，不同组织对X射线的衰减特性随能量水平变化呈现动态差异，其中低能量X射线束可显著提升图像的密度分辨能力，从而优化病灶结构的可视化效果<sup>[10-11]</sup>。能谱CT定量参数包括NIC、k、CT值等，NIC是衡量病灶内碘沉积量及血管强化程度的间接量化指标，k反映强化幅度，其越大提示强化幅度越大<sup>[12-13]</sup>。本研究结果发现，动静脉期低危组、高危组及胸腺癌组患者的NIC、k、70keV CT值的比较上存在明显差异( $P<0.05$ )，说明低危、高危型胸腺瘤以及胸腺癌的能谱CT定量参数存在明显差异。

(下转第 119 页)

ARI发生风险的关键。

伦理声明：经滨州医学院附属医院伦理委员会审核后，患者及其家属均已告知本研究结果，家属清楚了解相关信息并签署了知情同意书。在涉及人类参与者的研究中，所有程序均符合机构和/或国家研究委员会的伦理标准，以及1964年赫尔辛基宣言及其后来的修正案或类似的伦理标准。本实验已获滨州医学院附属医院伦理委员会批准，伦理批准文号为2024-XHP-001。

## 参考文献

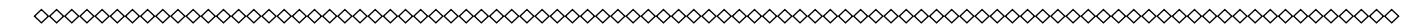
- [1] 杨志, 王家兴, 张杰, 等. 导管抽吸配合置管溶栓治疗急性肾梗死的体会[J]. 现代泌尿外科杂志, 2024, 29 (8): 708-712.
- [2] 李立强, 佟铸, 刘一人, 等. 急性肾梗死合并髂动脉栓塞1例[J]. 安徽医学, 2023, 44 (3): 358-359.
- [3] [1] 吴鹏, 陈光斌. 5例急性肾梗死的早期诊断及不同治疗的预后分析[J]. 医学影像学杂志, 2016, 26 (12): 2262-2264, 2267.
- [4] Lessman RK, Johnson SF, Coburn JW, et al. Renal artery embolism: clinical features and long-term follow-up of 17 cases[J]. Ann Intern Med, 1978, 89 (4): 477-482.
- [5] Domanovits H, Paulis M, Nikfardjam M, et al. Acute renal infarction. Clinical characteristics of 17 patients[J]. Medicine (Baltimore), 1999, 78 (6): 386-394.
- [6] Huang CC, Lo HC, Huang HH, et al. ED presentations of acute renal infarction[J]. Am J Emerg Med, 2007, 25 (2): 164-169.
- [7] Mesiano P, Rollino C, Beltrame G, et al. Acute renal infarction: a single center experience[J]. J Nephrol, 2017, 30 (1): 103-107.

- [8] Delezire A, Terrasse M, Bouet J, et al. Acute renal infarction: long-term renal outcome and prognostic factors[J]. J Nephrol, 2021, 34 (5): 1501-1509.
- [9] Faucon AL, Bobrie G, Jannot AS, et al. Cause of renal infarction: a retrospective analysis of 186 consecutive cases[J]. J Hypertens, 2018, 36 (3): 634-640.
- [10] Bourgault M, Grimbert P, Verret C, et al. Acute renal infarction: a case series[J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2013, 8 (3): 392-398.
- [11] Bae EJ, Hwang K, Jang HN, et al. A retrospective study of short- and long-term effects on renal function after acute renal infarction[J]. Ren Fail, 2014, 36 (9): 1385-1389.
- [12] Oh YK, Yang CW, Kim YL, et al. Clinical characteristics and outcomes of renal infarction[J]. Am J Kidney Dis, 2016, 67 (2): 243-250.
- [13] Ongun S, Bozkurt O, Demir O, et al. Midterm renal functions following acute renal infarction[J]. Kaohsiung J Med Sci, 2015, 31 (10): 529-533.
- [14] Iqbal FM, Goparaju M, Yemme S, et al. Renal artery dissection following marathon running[J]. Angiology, 2009, 60 (1): 122-126.
- [15] Sinnamon K, McNally D, Hartly J. Fibromuscular dysplasia presenting as renal infarction[J]. Kidney Int, 2007, 72 (10): 1295-1296.
- [16] Hazanov N, Somin M, Attali M, et al. Acute renal embolism. Forty-four cases of renal infarction in patients with atrial fibrillation[J]. Medicine (Baltimore), 2004, 83 (5): 292-299.

(收稿日期: 2024-12-14)

(校对编辑: 李清芸)

(排版编辑: 刘潍嘉)



(上接第 104 页)

肿瘤组织周边区域常呈现显著的新生血管增生现象，且肿瘤的恶性分级与其侵袭性能力呈正相关，恶性程度越高的肿瘤周围新生血管更多，生长速度也更快，这是通过碘含量准确反映正常与肿瘤组织摄碘情况的主要原因。在低危型胸腺瘤中，A型、AB型的上皮细胞丰富，而淋巴细胞无明显差异性，导致该类胸腺瘤的血管结构较其他类型更丰富<sup>[14]</sup>。本研究中为规避肿瘤区域碘浓度测定过程中可能存在的干扰因素影响(影响因素包括碘对比剂剂量、注射速率、个体血液循环差异等)，选取同一扫描层面内降主动脉区域的碘浓度数值作为参照基准，对肿瘤区NIC进行计算，能够更精准地量化评估胸腺肿瘤的NIC指标，并动态监测肿瘤组织内新生血管的生成速率，为临床鉴别肿瘤的良恶性属性提供可靠依据。能谱衰减特性曲线可系统表征组织样本在不同能量级X射线照射下的衰减规律，可将常规CT无法区分的特征有效显示出来，获取各类化学组织在不同能量水平下的特征性衰减曲线<sup>[15]</sup>。低危型、高危型胸腺瘤及胸腺癌病理类型不同，组织结构不同，故能谱衰减曲线也存在差异。因此胸腺肿瘤良恶性鉴别诊断中NIC、k、CT值可作为可靠的定量指标。本研究还发现，不同分期患者的NIC、k、70keV CT值存在明显差异( $P < 0.05$ )。Spearman相关性分析显示，NIC、k、70keV CT值与病理分期呈显著负相关( $P < 0.05$ )。说明能谱CT所获取的定量分析参数还可为胸腺肿瘤患者的术前精准分期评估提供重要的影像学参考依据。

综上所述，能谱CT定量参数可用于胸腺肿瘤的良恶性鉴别诊断中，且能谱CT定量参数与病理分期呈显著负相关，对评估病理分期也有一定价值。

## 参考文献

- [1] 于春海, 崔艳芬, 杨晓棠, 等. CT平均最大强化程度鉴别胸腺上皮性肿瘤WHO病理亚型及风险分层[J]. 放射学实践, 2020, 35 (12): 1547-1552.
- [2] 王典哲, 赵淑慧, 李万湖, 等. CT征象对高危型胸腺瘤和胸腺癌的鉴别价值[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2024, 31 (14): 881-886.
- [3] 蔺旭阳, 王冉, 韩星敏. 18F-FDG PET/CT代谢参数预测胸腺上皮肿瘤恶性程度[J]. 中国医学影像学杂志, 2024, 40 (3): 378-382.
- [4] 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.
- [5] 中国医师协会肿瘤多学科诊疗专业委员会. 中国胸腺上皮肿瘤临床诊疗指南(2021版)[J]. 中华肿瘤杂志, 2021, 43 (4): 395-404.
- [6] 徐佳佳, 闵朋, 陈晓荣. CT在胸腺上皮肿瘤WHO新分类的诊断及鉴别诊断中的应用[J]. 实用放射学杂志, 2021, 37 (6): 918-922.
- [7] 沈耀, 茹立, 俞明明, 等. MSCT对胸腺上皮肿瘤WHO简化病理分型的鉴别诊断价值[J]. 医学影像学杂志, 2020, 30 (2): 217-220.
- [8] 谢宇航, 李月峰. 基于胸部CT平扫的放射组学特征在胸腺瘤与其他前纵隔病变鉴别诊断中的价值[J]. 肿瘤研究与临床, 2021, 33 (10): 742-746.
- [9] 潘历波, 贾霞, 池敏学, 等. 多层螺旋CT在低危和高危胸腺瘤及胸腺癌鉴别诊断中的价值[J]. 现代肿瘤医学, 2021, 29 (12): 2143-2147.
- [10] 马拓, 曹立秀, 李会菊, 等. 前纵隔淋巴瘤与胸腺癌能谱CT的表现差异[J]. 中国医学科学院学报, 2020, 42 (4): 431-435.
- [11] 曹立秀, 李会菊, 马拓, 等. 能谱CT成像对低危胸腺瘤和高危胸腺瘤的鉴别诊断研究[J]. 中国煤炭工业医学杂志, 2020, 23 (5): 481-486.
- [12] 周青, 韩蕾, 柯晓艾, 等. 能谱CT参数对不同分型胸腺瘤及胸腺癌的鉴别诊断[J]. 中国医学影像学杂志, 2020, 28 (3): 197-200.
- [13] 舒明军, 樊晓明, 徐世道. 不同分型胸腺瘤患者能谱CT参数诊断分析[J]. 现代诊断与治疗, 2021, 32 (14): 2261-2262.
- [14] 曹立秀, 李会菊, 马拓, 等. 能谱CT成像对原发性纵隔神经内分泌瘤和胸腺癌的鉴别诊断研究[J]. 中国煤炭工业医学杂志, 2021, 24 (5): 535-540.
- [15] 郝明珠, 张晓凡, 王芳, 等. 能谱CT多参数定性分析在儿童胸腹部肿瘤性病变的应用价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20 (10): 136-138.

(收稿日期: 2024-11-06)

(校对编辑: 李清芸)

(排版编辑: 刘潍嘉)