

# 能谱 CT 定量分析对孤立性肺结节/肿块 鉴别诊断的初步研究

江德胜<sup>1</sup>, 韦 炜<sup>1</sup>, 李 丹<sup>1</sup>, 许实成<sup>1</sup>, 李君君<sup>1</sup>, 江 帆<sup>1</sup>, 张晓云<sup>2</sup>, 袁家长<sup>2</sup>, 邓克学<sup>1</sup>

**摘要** **目的** 探讨能谱电子计算机断层扫描(CT)成像定量分析对肺结节、肿块诊断的应用价值。**方法** 选取 129 例肺结节/肿块的患者,进行宝石能谱成像模式三期增强扫描,利用其后处理功能,分别测量动脉期(30 s)、静脉期(60 s)及延迟期(90 s)病灶的标准化碘浓度(NIC)、(40 keV) CT 值以及能谱曲线斜率,比较各参数间的差异并进行统计学分析。**结果** 125 例患者经手术或纤维支气管镜病理证实,4 例炎性病变患者由随访证实;共分为 3 组,肺癌 99 例(肺癌组),炎性病变 19 例(炎性组),肺结核 11 例(结核组)。动脉期、静脉期及延迟期 3 组病变 NIC 值、(40 keV) CT 值以及能谱曲线斜率(40~80 keV)基本为炎性组最高,均为结核组最低。结核组与其他两组比较,病灶在三期扫描中 NIC 值、(40 keV) CT 值及能谱曲线斜率差异均有统计学意义( $P < 0.05$ );炎性组与肺癌组比较,仅在延迟期 NIC 值及(40 keV) CT 值差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。**结论** 能谱 CT 成像定量分析对肺结节、肿块的鉴别诊断有较大应用价值。

**关键词** 肺结节; 体层摄影术; X 线计算机; 诊断; 鉴别

**中图分类号** R 455.3

**文献标志码** A **文章编号** 1000-1492(2017)03-0435-05

doi: 10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2017.03.029

肺部结节及肿块的电子计算机断层扫描(computed tomography, CT)鉴别诊断,一直是影像诊断的难点;其中肺癌、炎性病变及结核的发病率最高,且鉴别困难;而早期手术及化疗对肺癌治疗非常关键<sup>[1]</sup>。传统 CT 诊断主要根据其形态学特征,如病灶大小、形态、密度、边界等,但其 CT 征象有很多重叠<sup>[2]</sup>,且传统 CT 成像是混合能量模式,所测得的 CT 值受 X 射线硬化效应、扫描参数、电源、温度及容积效应等因素的影响,测得的值经常有误差,降低诊断准确性。而宝石能谱 CT 成像(gemstone spectral imaging, GSI)是近年兴起的新的成像技术,能够

同时提供单能量图像和基物质分离图像,并可测得多种参数,有利于对病变的定量分析及微小病灶的检出,为肺内疾病的诊断提供了新的诊断思路、新方法<sup>[3-4]</sup>。该研究利用 GSI 提供的多种参数对肺癌、肺炎性病变及肺结核进行定量及定性分析,比较测得能谱参数值的差异,探讨能谱 CT 对肺部结节、肿块的诊断价值。

## 1 材料与方法

**1.1 病例资料** 对安徽医科大学附属省立医院 2013 年 10 月~2014 年 5 月及 2015 年 6 月~2016 年 6 月行 CT 增强检查的患者,首先平扫时若发现肺结节、肿块,则行 GSI 三期扫描,共收集患者 129 例,其中男 68 例,女 61 例,30~79(51±8)岁。纳入标准:①肺内单发结节或肿块,直径 1~5 cm。②病灶密度较均匀,其内无较大的空洞、钙化、脂肪;③临床及影像学资料完整。排除标准:肺癌患者经过放疗后或伴有远处转移的。

**1.2 检查与测量方法** 采用宝石能谱 CT(GE750)扫描,设置肺能谱扫描数据包。扫描前患者签知情同意书,并训练患者屏气。采用 GSI 模式,管电流最大限值为 260 mA。高压注射器经肘静脉注射碘佛醇(370 mg/ml),剂量根据患者体重适当调整,注射流速为 2.5~3.0 ml/s,注射后于动脉期 30 s 行全胸部扫描,于静脉期 60 s、延迟期 90 s 分别对病灶行局部扫描。扫描图像行 0.625 mm 薄层重建。将薄层图像传至 ADW4.6 工作站,用能谱分析软件对图像进行数据测量。选择避开血管、钙化及坏死区域,将感兴趣区(receiver operating characteristic, ROC)置于病灶中强化较均匀的实性区,范围尽量取大,确保病灶 ROC 在三期图像中位置、范围保持一致,每个病灶在不同层面及位置至少测量 3 次,求平均值。胸主动脉 ROC 置于病灶同层面血管中央。将病灶分为 3 组:炎性组、结核组和肺癌组,测量及分析 3 组数据:①测量病灶各个不同能量水平(40~140 keV)对应的 CT 值,算出平均 CT 值,画出 3 组 ROC 能谱曲线;②选取 40 keV 与 80 keV 作为参考点,用

2016-12-06 接收

基金项目:国家自然科学基金(编号:81501468)

作者单位:<sup>1</sup>安徽医科大学附属省立医院影像科,合肥 230001

<sup>2</sup>安徽省六安市世立医院影像科,六安 237000

作者简介:江德胜,男,硕士研究生;

邓克学,男,教授,硕士生导师,责任作者, E-mail: dengkexue-anhui@163.com

二者对应的 CT 值之差除以 40, 算出各期病灶能谱曲线斜率; ③ 测量病灶 ROC 及胸主动脉 ROC 碘浓度, 用病灶碘含量除以主动脉碘含量, 算出病灶 ROC 的标准化碘浓度 (normalised iodine concentration, NIC), 见图 1。

**1.3 统计学处理** 采用 SPSS 16.0 软件进行统计学分析; 计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示; 组间差异的比较采用单因素方差分析, 其两两比较用 LSD-t 法, 以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 具体分组及病理结果** 炎性组有 4 例由随访证实, 其余病例均经手术或纤维支气管镜取病理证实。将所有病例分为 3 组, 炎性组: 炎性结节/肿块 (19 例), 其中炎性假瘤 6 例, 机化性肺炎 4 例, 肺脓肿 2 例 (未形成空洞), 炎性肉芽肿 3 例; 结核组: 结核结节/肿块, 共计 11 例; 肺癌组: 共 99 例, 其中小细胞肺癌 10 例, 鳞癌 37 例, 腺癌 52 例, 见图 1。

**2.2 3 组病变能谱曲线** 三期增强扫描中, 3 组病变的能谱曲线均呈递减型, 40 ~ 80 keV 段能谱曲线差异最显著, 随着能量减低, 能谱曲线差异越大; 炎

性组的能谱曲线位置最高, 40 ~ 80 keV 能量段的曲线最陡, 肺癌组居中, 结核组位置最低, 40 ~ 80 keV 能量段的曲线最低平, 见图 2。

**2.3 3 组病变测量参数** 三期增强扫描中, 3 组病变 (40 keV) CT 值、能谱曲线斜率 (40 ~ 80 keV) 以及标准碘基质基本为炎性组最高 (仅在静脉期肺癌组的 NIC 值较炎性组高), 均为结核组最低, 肺癌组居中, 并且结核组与另两组差异较大, 炎性组与肺癌组差异相对较小, 见表 1 ~ 3。

表 1 动脉期 (30 s) 各组病灶参数 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	炎性组 (n=19)	结核组 (n=11)	肺癌组 (n=99)	F 值
CT 值(40 keV)	122.86 ± 56.47	62.87 ± 50.12	107.11 ± 49.01	5.146
斜率	1.17 ± 1.12	0.58 ± 0.85	1.47 ± 1.08	4.232
NIC	0.20 ± 0.19	0.06 ± 0.07	0.15 ± 0.11	4.284

**2.4 3 组病变间参数两两比较** 采用单因素方差分析 LSD-t 法进行两两比较。结核组与其他两组比较, 三期增强扫描中 (40 keV) CT 值、能谱曲线斜率及标准碘基质差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 肺癌组与炎性组比较, 仅延迟期 NIC 及 (40 keV) CT

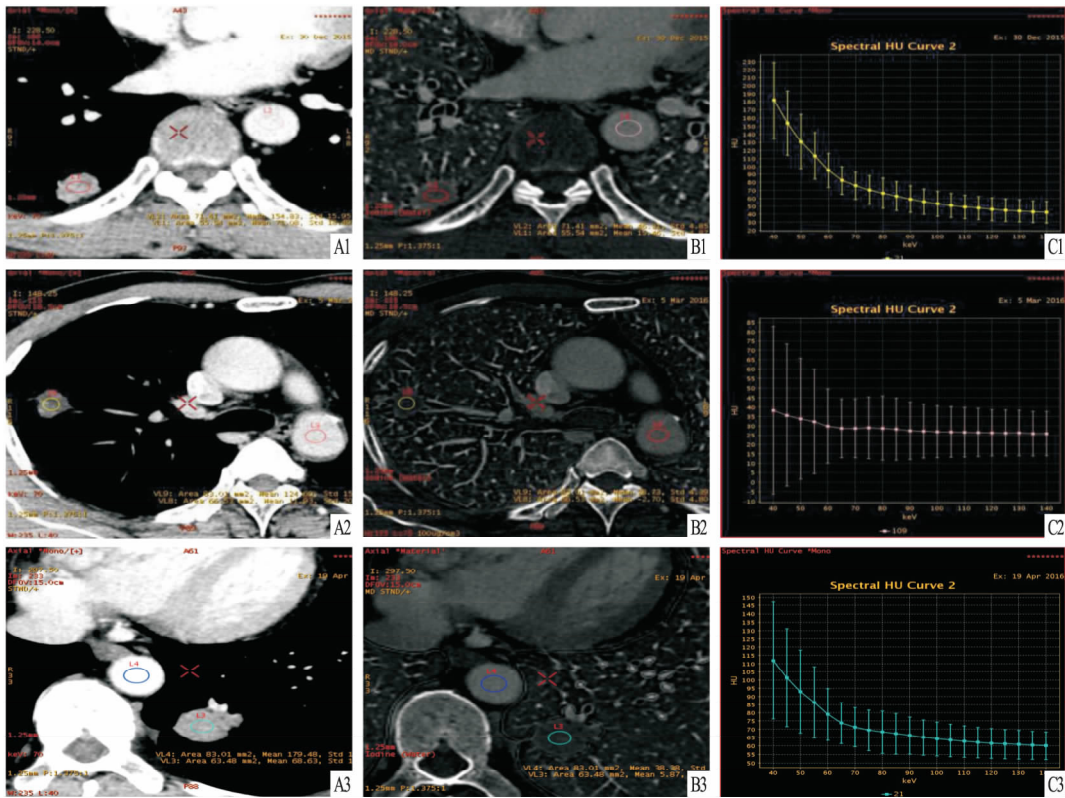


图 1 3 组能谱测量示意图

1: 患者女, 55 岁, 右肺下叶炎性假瘤; 2: 患者男, 64 岁, 右肺上叶结核; 3: 患者男, 58 岁, 左肺下叶中分化肺癌; A: 70 keV 单能量图; B: 碘基值图; C: 能谱曲线图

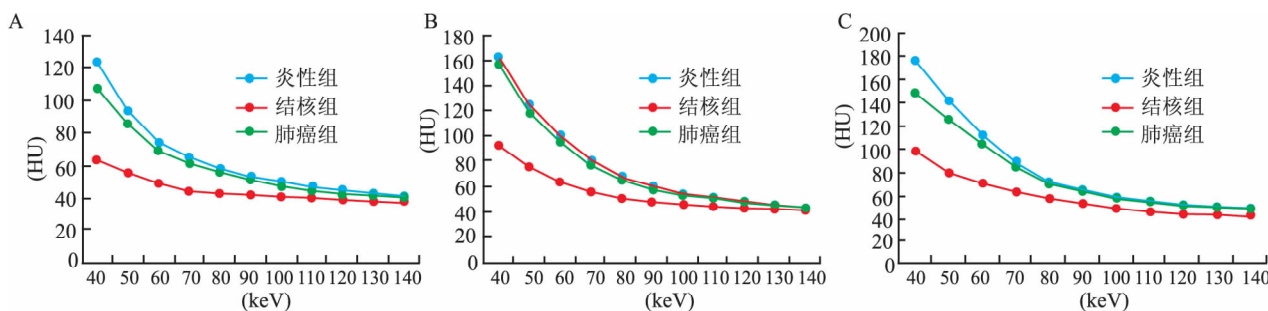


图2 3组能量衰减曲线(40~140 keV)

A: 动脉期; B: 静脉期; C: 延迟期

值差异有统计学意义;且延迟期肺癌的标准碘基值较静脉期减低,呈下降趋势,而炎性病变的值呈上升趋势( $P < 0.05$ ),见表4~6。

表2 静脉期(60 s)各组病灶参数( $\bar{x} \pm s$ )

组别	炎性组 (n=99)	结核组 (n=11)	肺癌组 (n=19)	F 值
CT 值(40 keV)	161.89 ± 52.54	92.48 ± 59.89	156.60 ± 53.181	7.322
斜率	2.36 ± 1.12	1.22 ± 1.03	2.36 ± 1.11	5.371
NIC	0.38 ± 0.11	0.16 ± 0.13	0.44 ± 0.16	16.928

表3 延迟期(90 s)各组病灶参数( $\bar{x} \pm s$ )

组别	炎性组 (n=19)	结核组 (n=11)	肺癌组 (n=99)	F 值
CT 值(40 keV)	176.10 ± 57.15	97.90 ± 69.33	148.52 ± 44.04	9.041
斜率	2.51 ± 1.28	1.34 ± 1.28	2.24 ± 0.95	4.674
NIC	0.53 ± 0.25	0.26 ± 0.25	0.42 ± 0.15	7.532

表4 动脉期(30 s)各参数间两两比较

组别	CT 值(40 keV)		斜率		NIC	
	t 值	P 值	t 值	P 值	t 值	P 值
炎性组与结核组	2.81	0.006	2.81	0.006	2.91	0.004
结核组与肺癌组	2.68	0.008	2.61	0.01	2.12	0.035
炎性组与肺癌组	0.84	0.398	0.69	0.347	1.71	0.087

表5 静脉期(60s)各参数间两两比较

组别	CT 值(40 keV)		斜率		NIC	
	t 值	P 值	t 值	P 值	t 值	P 值
炎性组与结核组	3.52	0.001	2.72	0.007	7.03	<0.001
结核组与肺癌组	3.86	<0.001	3.25	0.001	9.6	<0.001
炎性组与肺癌组	0.42	0.674	<0.01	1.000	1.35	0.183

表6 延迟期(90s)各参数间两两比较

组别	CT 值(40 keV)		斜率		NIC	
	t 值	P 值	t 值	P 值	t 值	P 值
炎性组与结核组	3.87	<0.001	2.95	0.004	3.77	<0.001
结核组与肺癌组	3.21	0.001	2.72	0.007	3.96	<0.001
炎性组与肺癌组	2.46	0.025	1.02	0.307	3.03	0.005

### 3 讨论

CT 能谱成像是以瞬时切换技术为基础,从而生成 40~140 keV 连续不断的 101 个单能量图像,是具有多参数及定量分析的新型成像模式,为临床提供更多的定量指标及分析工具<sup>[3-4]</sup>。能谱成像共有 4 大工具,分别为物质分离、能谱曲线、单能量图像及有效原子序数,本研究主要内容是能谱曲线及物质分离对肺癌、结核、炎性病变的鉴别诊断价值。

通过物质分离技术可获得不同物质的能谱图像,并可对基物质浓度值进行定量测量。文献报道<sup>[5]</sup> CT 能谱成像对碘敏感性很高,采用碘-水物质分离技术,可准确的测得物质碘浓度。CT 增强对比剂的主要成分是碘,通过对病变碘含量的测量及分析,可以准确了解增强后病变的血流动力学情况。因此,本研究选择碘、水基物质对肺内病灶进行定量分析。由于病灶碘含量还受到对比剂量、注射速度、心功能等影响,故采取胸主动脉内碘含量为对照,分析其标准化碘浓度,反映病灶真实的血供情况。根据病灶强化特点,本研究选择动脉期 30 s、静脉期 60 s 和延迟期 90 s 3 个时相进行 CT 能谱扫描,测量及计算不同时相的能谱参数的差异,鉴别肺内结节及肿块的性质。

本研究得出,三期结核组的标准碘基质值均最低,与另两组差异均有统计学意义。因为结核球血管含量少,主要由肉芽、纤维组织组成,其内常有干酪样坏死,增强后碘对比剂进入结核球内的含量较少,呈轻度强化;而肺癌与炎性病变大多为富血供病变,强化较明显。

本研究还得出,三期炎性病变的标准碘基质均较肺癌高,但仅延迟期标准碘基值差异有统计学意义。文献<sup>[6]</sup>报道 CT 增强动脉期采集的图像主要反映病变内血管特点;肺癌主要由支气管动脉供血,病

灶内含增多、迂曲的毛细血管网,血供较丰富,在增强早期较明显强化。炎性病变由支气管动脉及肺动脉双重供血,病灶内微血管更多,部分炎性结节受炎性因子刺激,血管扩张更明显,早期强化程度更为明显。文献<sup>[7]</sup>报道肺内病灶增强静脉期强化程度主要受病灶内毛细血管血流速度及引流速度等因素影响。肺癌病灶内毛细血管网紊乱,对比剂在血管内流速减慢,加上淋巴回流减少,对比剂滞留时间延长,故强化时间持续较长。大部分炎性病变毛细血管更丰富、迂曲,加上病灶内组织水肿压迫,致引流不畅,病灶呈持续强化。故本研究得出增强后动脉期及静脉期炎性组的标准碘基值比肺癌组略高,但无统计学意义。而延迟期,由于肺癌血管发育不成熟,部分管壁受浸、破坏,血管渗透性增大,对比剂透过基底膜进入组织间隙<sup>[8]</sup>,故病灶内对比剂量逐渐减少;而本研究病例中多为慢性炎性病变,肉芽组织、纤维组织丰富,组织结构致密,对比剂在病灶内滞留时间较长,仍呈持续强化,因此,测得炎性病变标准碘基值较恶性病变显著增高。此结果与吴维等<sup>[9]</sup>报道相仿。

能谱曲线是病变的单能量 CT 值随 X 线能量大小变化而变化,连接形成的曲线,它可直观地反映出该病变的能量衰减特征。文献<sup>[10]</sup>报道组织化学构成不同其能谱曲线有差异,其差异可用单能量 CT 值及能谱曲线斜率大小来评估。本研究三期扫描对应的能谱曲线图像中,炎性病变能谱曲线位置均最高,结核曲线位置均最低。结核组与另两组三期曲线差距均较大,炎性组与肺癌组仅延迟期曲线差距较大。说明炎性病灶在低 keV 水平时吸收系数比其他两组病灶更显著,这可能是由于其组成成分不

同。

能谱扫描技术对肺部结节及肿块的鉴别还处于初级研究阶段,能谱参数在各组病变间还存在部分交叉,故尚需进一步扩大样本,更精细、精确分类研究。

### 参考文献

- [1] Jemal A, Bray F, Center M M, et al. Global cancer statistics [J]. CA Cancer J Clin, 2011, 61(2): 69-90.
- [2] Hou W S, Wu H W, Yin Y, et al. Differentiation of lung cancers from inflammatory masses with dual-energy spectral CT imaging [J]. Acad Radiol, 2015, 22(3): 337-44.
- [3] Wang G, Zhang C, Li M, et al. Preliminary application of high-definition computed tomographic gemstone spectral imaging in lung cancer [J]. J Comput Assist Tomogr, 2014, 38(1): 77-81.
- [4] 严福华, 林晓珠. 双能量 CT 的多参数分析和临床应用 [J]. 中国医学计算机成像杂志, 2013, 19(1): 1-3.
- [5] Zhang D, Li X, Liu B. Objective characterization of GE discovery CT750 HD scanner: Gemstone spectral imaging mode [J]. Med Phys, 2011, 38(3): 1178-88.
- [6] 李慎江, 刘士远, 肖湘生, 等. CT. MR 动态增强在评价孤立性肺结节血流模式中的作用 [J]. 中华放射学杂志, 2005, 39(1): 9-10.
- [7] Ruoslahti E. Specialization of tumor vasculature [J]. Nat Rev Cancer, 2002, 2(2): 83-90.
- [8] Liu L, Zhi X, Liu B, et al. Utilizing gemstone spectral CT imaging to evaluate the therapeutic efficacy of radiofrequency ablation in lung cancer [J]. Radiol Med, 2016, 121(4): 261-7.
- [9] 吴维, 张进华, 万维佳, 等. 能谱 CT 诊断孤立性肺结节/肿块的初步研究 [J]. 放射学实践, 2014, 29(9): 998-1002.
- [10] Karcaaltincaba M, Aktas A. Dual-energy CT revisited with multidetector CT: Review of principles and clinical applications [J]. Diagn Interv Radiol, 2011, 17(3): 181-94.

## Preliminary study of spectral CT imaging in the differential diagnosis of solitary pulmonary nodules and masses

Jiang Desheng, Wei Wei, Li Dan, et al

(Dept of Radiology, The Affiliated Provincial Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230001)

**Abstract Objective** To investigate the diagnostic value of spectral CT imaging in differentiating of pulmonary nodules and masses. **Methods** 129 patients with pulmonary nodules or mass received triphasic pulmonary enhanced CT scan in GSI mode on Discovery CT750 HD. All raw data was sent to AW4.6 workstation and processed by the software of GSI work station. Normalized iodine concentration (NIC), CT value at 40 keV and slope rate of spectral curve were measured and compared. All the parameters were analyzed among three phases. **Results** 125 cases were proved by pathology through surgery or bronchoscopy, 4 cases were proved by follow-up (pneumonia 19, lung cancer 99 and tuberculosis 11). NIC, CT value at 40 keV and slope rate of spectral curve were found the

网络出版时间: 2017-3-13 18:10 网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/34.1065.R.20170313.1810.060.html>

## 稳心颗粒联合丁螺环酮治疗伴有 ST-T 改变的神经症患者的疗效观察

柯道正<sup>1</sup>, 葛义俊<sup>2</sup>, 黄晓琴<sup>3</sup>

**摘要** **目的** 观察稳心颗粒联合丁螺环酮治疗伴有 ST-T 改变的神经症患者的疗效。**方法** 收集明确诊断为神经症的患者 90 例, 采用随机分组法分为安慰剂组、稳心颗粒组、联合组(稳心颗粒联合丁螺环酮), 每组均 30 例。观察服药 4 周末和 8 周末, 3 组患者的汉密尔顿焦虑量表(HAMA-14)和汉密尔顿抑郁量表(HAMD-24)的得分, 以及稳心颗粒联合丁螺环酮治疗 12 个月后的患者 SF-36 量表得分和 ST-T 改善情况。**结果** 经治疗 4 周后联合组、稳心颗粒组和安慰剂组的 HAMA-14 和 HAMD-24 得分明显低于治疗前 ( $P < 0.05$ ); 但第 8 周末比较显示, 联合组 HAMA-14 和 HAMD-24 得分显著低于稳心颗粒组与安慰剂组, 组间差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。3 组患者随访 12 个月后的 SF-36 得分显示联合组患者的得分明显高于治疗前及其他两组 ( $P < 0.05$ )。联合组患者随访结果显示第 8 周末和第 12 月末的 ST-T 改善有效率均显著高于治疗前及其他两组 ( $P < 0.05$ )。**结论** 稳心颗粒联合丁螺环酮治疗神经症显著改善患者的焦虑及抑郁情绪, 长期治疗能明显提高患者的生活质量并改善 ST-T 改变的躯体症状。

**关键词** 稳心颗粒; 丁螺环酮; ST-T 改变; 神经症; 疗效  
**中图分类号** R 541.9

**文献标志码** A **文章编号** 1000-1492(2017)03-0439-04  
**doi:** 10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2017.03.030

神经症又称功能性心脏不适, 通常以心悸、

心前区疼痛、胸闷、气短、呼吸困难及心电图 ST-T 改变等为主要表现。尤其以更年期妇女多见。上述症状多种多样, 时轻时重但多不严重, 一般无器质性心脏疾病的证据, 但可与器质性心脏疾病同时存在或在后者的基础上发生, 往往被诊断为“心脏病”<sup>[1]</sup>。随着社会竞争日益激烈、工作压力越来越大、体育锻炼的减少等生活负性事件, 更易导致本病的发生, 从而严重影响人们的生活质量, 如何有效地预防和治疗已成为全社会关注的焦点, 近年来, 临床采用稳心颗粒等中药制剂对神经症的焦虑、抑郁、躯体化症状取得了较好的疗效, 但中药制剂起效往往较慢, 对焦虑抑郁情绪的改善作用有限, 为了能够更快更好地取得临床疗效, 该研究对 90 例神经症患者采用稳心颗粒联合丁螺环酮治疗, 评价联合治疗对神经症的疗效及生活质量的影响。

### 1 材料与方法

**1.1 一般资料** 选取 2012 年 6 月~2014 年 6 月于安徽医科大学第一附属医院心内科首诊的伴有心电图提示 ST-T 改变的神经症患者为研究对象, 所有患者在该院完成血常规、生化、心肌酶、12 导心电图、心脏彩超、24 h 动态心电图等检查, 必要的患者行冠脉造影, 所检结果均未见明显异常。病例满足 ICD-10 “精神和行为障碍诊断标准” 躯体形式的植物功能紊乱中 “神经症” 的诊断。并排除其他器质性疾病(经冠脉造影以明确的冠心病、心肌病、病毒性心肌炎、心力衰竭、严重的心律失常、先天性心脏疾病等, 严重的肝脏、肾脏、呼吸系统、消化系统、内分泌系统、神经系统疾病等)。90 例患者按就

2016-12-23 接收

基金项目: 安徽高校自然科学研究重点项目(编号: KJ2016A322)

作者单位: 安徽医科大学第一附属医院<sup>1</sup> 老年心内科、<sup>3</sup> 心理科, 合肥 230022

<sup>2</sup> 安徽医科大学附属巢湖医院精神科, 巢湖 238000

作者简介: 柯道正, 男, 博士研究生, 副主任医师;

黄晓琴, 女, 教授, 主任医师, 硕士生导师, 责任作者, E-mail: HXQ153@163.com

highest in pneumonia, and lowest in tuberculosis. The above mentioned parameters were found significant difference in the three parameters either between tuberculosis and pneumonia or between tuberculosis and lung cancer in three phases. There was significant difference in NIC and CT value at 40 keV between pneumonia and lung cancer only in delayed phase. **Conclusion** Spectral CT imaging demonstrated the potential in diagnosing of pulmonary nodules and masses.

**Key words** pulmonary nodule; tomography; X-ray computed; diagnosis; identification