

[文章编号] 1007-0893(2023)24-0087-03

DOI: 10.16458/j.cnki.1007-0893.2023.24.027

# 能谱 CT 在肺结节良性和恶性鉴别诊断中的应用价值

陈川海 叶茂钗 陈燕萍

(南安市中医院, 福建 南安 362307)

**[摘要]** 目的: 探究能谱计算机断层扫描(CT)在肺结节良恶性诊断中的应用效果。方法: 选取南安市中医院 2020 年 12 月至 2022 年 9 月确诊的 80 例肺癌患者作为肺癌组, 另将同期确诊为肺部良性结节的 80 例患者作为良性结节组, 对两组患者均进行能谱 CT 成像检查, 比较检查结果。结果: 与良性结节组相比, 肺癌组静脉期、动脉期的碘含量(ICIs)、标准化碘浓度(NIC)以及病灶动静脉期浓度差(ICD)均较高, 差异均具有统计学意义( $P < 0.05$ ); 在 40 keV、70 keV、100 keV 的 CT 能量下, 肿瘤组患者动脉期、静脉期的 CT 值均高于良性结节组, 差异均具有统计学意义( $P < 0.05$ ); 40 keV 下的低剂量能谱 CT 对恶性肺结节诊断的阳性预测值、阴性预测值、灵敏度、特异度、准确度分别为 97.40%、93.98%、93.75%、87.50%、95.63%。结论: 在肺结节定性诊断中, 低剂量能谱 CT 成像检查可提供较为准确的参考数据作为依据。

**[关键词]** 肺结节; 良恶性诊断; 能谱计算机断层扫描

**[中图分类号]** R 734.2; R 445.3 **[文献标识码]** B

随着大气污染程度、老年群体数量不断增加, 国内肺癌患病率也逐年提升, 该病已成为威胁人群生命安全的常见疾病之一, 临床普遍采用早期手术和化疗的方式进行治疗, 可改善患者预后<sup>[1]</sup>。罗冰等<sup>[2]</sup>的研究指出, 肺结节根据病理类型的不同可分为良性和恶性, 其中恶性结节大多为肺癌, 死亡率较高, 但肺癌与肺部良性结节异病同影, 实验室检查、影像学表现十分相似, 以往 X 线胸片诊断的效果有限, 常常导致误诊。在医学仪器的不断更新下, 能谱计算机断层扫描(computer tomography, CT)成像技术逐渐被应用于肺结节扫描中, 其具有高清形态学成像优势, 还可提供病变的量化信息, 可为疾病定性诊断提供可靠的临床依据, 对肺结节误诊率降低具有重要意义<sup>[3]</sup>。基于此, 笔者选取南安市中医院收治的 160 例肺结节患者作为研究对象, 根据良恶性进行分组研究, 探究能谱 CT 成像技术对肺结节良恶性的诊断价值, 研究结果报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取南安市中医院 2020 年 12 月至 2022 年 9 月收治的 160 例肺结节患者作为研究对象, 根据结节良恶性分为两组。肺癌组 80 例, 男性 43 例, 女性 37 例; 年龄 55~85 岁, 平均(71.26±2.74)岁; 其中腺癌 48 例, 鳞癌 32 例。良性结节组 80 例, 男 42 例, 女 38 例; 年龄 56~84 岁, 平均(70.28±2.31)岁; 所有良性结节或肿

块中, 炎性病变 68 例, 结核 8 例, 错构瘤 4 例。两组患者的一般资料比较, 差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ), 具有可比性。本研究经南安市中医院医学伦理委员会批准开展(批号 S2019-040-01)。

### 1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 (1) 符合《中国肺部结节分类、诊断与治疗指南(2016 年版)》中的相关诊断标准<sup>[4]</sup>, 所有恶性结节经过穿刺支气管显微镜组织活检确定为肺癌, 且干预后患者病情稳定; (2) 患者知情同意, 主动参与本研究。

1.2.2 排除标准 (1) 意识不清晰; (2) 伴随严重肾功能不全; (3) 临床资料不全或中途转院的患者。

### 1.3 方法

全体患者取仰卧位, 采用 GE 宝石能谱 CT 机(GE Discovery CT750HD)胸部增强低剂量全局扫描模式, 对肺尖至肺底膈面进行扫描。对比剂采用碘佛醇注射液(Liebel-Flarsheim Canada Inc, 国药准字 HJ20150574), 经右侧手肘前静脉注射, 剂量为 1.0 mL·kg<sup>-1</sup>, 流速为 3~4 mL·s<sup>-1</sup>, 在注射后 30 s 和 60 s 分别进行双期增强扫描, 自适应统计迭代重建设置为 40%, 自动调制管电流, 电流值不超过 260 mA, 管电压在 80 kVp 和 140 kVp 之间灵活瞬时切换, 螺距为 1.375:1, X 线球管转速 0.8 s·r<sup>-1</sup>, 重建层厚度和间距为 1.25 mm。采集的全部数据利用 GSI Volume Viewer 软件分析处理, 由 2 位临床经验丰富的放射科医师进行图像分析, 根据图像信息自动

[收稿日期] 2023-10-14

[作者简介] 陈川海, 男, 主治医师, 主要研究方向是医学影像诊断。

调节窗宽、窗位，采用最大层面全肿瘤区域法选择感兴趣区，面积约为病变区域面积的50%~65%，将胸部动脉、静脉感兴趣区置于病灶相同层面的动脉、静脉中心点进行观察，记录病灶40 keV、70 keV、100 keV下的CT值。

#### 1.4 观察指标

(1)对两组患者动脉期、静脉期的病灶碘含量(iodine content isolated nodules, ICIs)、标准化碘浓度(normalized iodine concentrations, NIC)以及病灶动静脉期浓度差(iodine concentration difference, ICD)进行比较。(2)对两组患者不同CT能量下的CT值进行比较，即CT能量在40 keV、70 keV和100 keV情况下，图像各组织与X线衰减系数的对应值。(3)评价能谱CT对恶性肺结

节的诊断效能。主要观察指标有阴性预测值、阳性预测值、灵敏度、特异度、准确度。

#### 1.5 统计学方法

采用SPSS 22.0软件进行数据处理，计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，采用t检验，计数资料用百分比表示，采用 $\chi^2$ 检验， $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者的CT检查指标比较

肿瘤组患者动脉期、静脉期的ICIs值、NIC值以及ICD值均高于良性结节组，差异均具有统计学意义( $P < 0.05$ )，见表1。

表1 两组患者的CT检查指标比较 (n = 80,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	动脉期		静脉期		ICD/100 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$
	ICIs/mg $\cdot \text{kg}^{-1}$	NIC/100 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$	ICIs/mg $\cdot \text{kg}^{-1}$	NIC/100 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$	
良性结节组	11.25 $\pm$ 7.65	0.12 $\pm$ 0.15	9.84 $\pm$ 5.63	0.36 $\pm$ 0.37	0.25 $\pm$ 0.34
肺癌组	16.25 $\pm$ 8.52 <sup>a</sup>	0.24 $\pm$ 0.18 <sup>a</sup>	16.85 $\pm$ 5.37 <sup>a</sup>	0.62 $\pm$ 0.41 <sup>a</sup>	0.45 $\pm$ 0.26 <sup>a</sup>

注：CT—计算机断层扫描；ICIs—碘含量；NIC—标准化碘浓度；ICD—标准化碘浓度之差。与良性结节组比较，<sup>a</sup> $P < 0.05$ 。

### 2.2 两组患者不同CT的能量下CT值比较

在不同CT能量下，肿瘤组患者动脉期、静脉期

的CT值均高于良性结节组，差异均具有统计学意义( $P < 0.05$ )，见表2。

表2 两组患者不同CT能量下的CT值比较 (n = 80,  $\bar{x} \pm s$ , Hu)

组别	动脉期			静脉期		
	40 keV	70 keV	100 keV	40 keV	70 keV	100 keV
良性结节组	102.54 $\pm$ 43.21	25.69 $\pm$ 5.74	21.68 $\pm$ 9.64	87.53 $\pm$ 32.69	38.62 $\pm$ 12.34	23.61 $\pm$ 10.26
肺癌组	135.58 $\pm$ 40.26 <sup>b</sup>	42.65 $\pm$ 6.27 <sup>b</sup>	30.26 $\pm$ 10.57 <sup>b</sup>	115.69 $\pm$ 35.24 <sup>b</sup>	52.68 $\pm$ 13.27 <sup>b</sup>	31.59 $\pm$ 10.24 <sup>b</sup>

注：CT—计算机断层扫描。与良性结节组比较，<sup>b</sup> $P < 0.05$ 。

### 2.3 能谱CT对恶性肺结节的诊断效能

以2.2中数值差异最大的40 keV低剂量能谱CT作为诊断方法，低剂量能谱CT检出恶性结节77例，良性结节83例，其中153例与组织活检结果完全相符，具体数据见表3。能谱CT对恶性肺结节的阳性预测值为97.40% (75/77)，阴性预测值为93.98% (78/83)，灵敏度为93.75% (75/80)，特异度为87.50% (78/80)，准确度为95.63% (153/160)。

表3 能谱CT对肺结节良恶性的诊断结果 (例)

组别	能谱CT诊断		合计
	恶性结节	良性结节	
肺癌组	75	5	80
良性结节组	2	78	80
合计	77	83	160

注：CT—计算机断层扫描。

## 3 讨论

肺结节根据病理类型不同，可分为良性和恶性两种，

其中恶性结节包括肺鳞状细胞癌、腺癌等，良性结节包括肺炎性假瘤、肺硬化性血管瘤等，临床应对良恶性准确鉴别诊断，便于制定科学高效的治疗方案。以往临床普遍采用X线胸片检查、常规CT检查等，但因良恶性结节的影像学表现、实验室检查等十分相似，整体诊断效果一般，误诊率较高<sup>[5]</sup>。近年来，CT能谱成像技术逐渐用于肺结节定性诊断中，并取得良好效果。该技术采用全新的宝石探测器，可使扫描速度提升，且空间/密度分辨率较高，可提高小病灶、多发病灶的检出率<sup>[6]</sup>。同时，CT能谱成像还可直观展示患者结节血液供应，通过曲线图、碘浓度的综合分析，使患者病情得到全面客观的诊治<sup>[7]</sup>。此外，CT能谱成像技术能够在低辐射剂量、低对比剂剂量下获得较好影像学图像。这说明该技术可在保证图像质量的同时，降低辐射风险、造影剂应用风险，利于临床检查安全水平提升。

本研究结果显示，肿瘤组患者动脉期、静脉期的ICIs、NIC以及ICD均高于良性结节组，差异均具有统

计学意义 ( $P < 0.05$ ), 与崔艳荣等<sup>[8]</sup>的研究结果一致, 说明在 CT 能谱成像技术的应用下, 患者的临床指标检测更加准确。肺癌组的 ICD 值、ICIES 值、NIC 值高于良性结节组, 主要是因恶性结节内肿瘤细胞数量较多, 造成新生血管壁发育不成熟, 管壁通透性增加, 碘基值相对较高。但因静脉和淋巴回流系统短缺, 对比剂多分散到血管外间隙, 导致 ICIES 值、NIC 值等相关指标下降不明显<sup>[9]</sup>。而良性结节的血供普遍不多, 血管基底膜完整, 通透性不高, 因此 ICIES 值、NIC 值等指标相对较低<sup>[10]</sup>。本研究中, 在不同 CT 能量下, 肿瘤组患者动脉期、静脉期的 CT 值均高于良性结节组, 差异均具有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 张昌峰等<sup>[11]</sup>的研究指出, 物质 CT 值衰减曲线由组成物质的化学成分决定, 不同物质因成分不同, 能谱曲线会产生差异, 可为疾病诊断提供科学参考。本研究两组在不同 CT 能量下的 CT 值不同, 肿瘤组动脉期、静脉期的 CT 值均高于良性结节组, 说明 X 线能量越低, 吸收越多, 衰减也会越大, 低剂量下图像敏感度较高, 更易区别良恶性组织差别较小的病灶, 且低剂量下的 CT 值更易清楚反映结节的性质<sup>[12]</sup>。此外, 本研究结果显示动脉期、静脉期在 40 ~ 100 keV 能量水平下的 CT 值对肺结节定性诊断都具有应用价值, 且 40 keV 能量水平下的 CT 值更高, 诊断价值也最高, 这与王志平等<sup>[13]</sup>的研究结果相近, 都说明低剂量下患者的 CT 值更灵敏。刘志强等学者<sup>[14]</sup>以肺内混合性磨玻璃密度结节为例, 对比能谱 CT 与螺旋 CT 诊断结果发现, 能谱 CT 图像质量更高, 在肺内混合性磨玻璃密度结节良恶性鉴别方面的准确性为 86.96%, 明显高于螺旋 CT 的 68.63%。本研究虽然未同螺旋 CT 进行比较分析, 但诊断效能评价结果显示, 低剂量能谱 CT 对恶性肺结节诊断的灵敏度达到 93.75%, 准确度达到 95.63%, 整体水平在 80% 以上。由此可见, 低剂量能谱 CT 能够有效检出肺结节, 并对其性质进行准确鉴别, 保证 CT 检查结果可靠、有效。CT 能谱成像技术可通过采集不同 X 射线能量下的数据获取更多影像学信息。信息量的增加, 利于病变识别、判断, 从而实现特异度、准确度等提高。与此同时, 能谱 CT 引入了先进图像处理技术, 可在一定程度上降低低能量 CT 影像噪声, 获取高品质 CT 图像, 便于医务人员观察病变情况, 进行病变性质鉴别。

综上所述, 在肺结节定性诊断中, CT 能谱成像技术可准确检测患者动脉期、静脉期的 ICD 值、ICIES 值以及

NIC 值, 且低剂量下检测的 CT 值更灵敏, 更易准确鉴定结节性质。

#### [参考文献]

- [1] 赵晓薇, 余焯, 傅奕铨, 等. 能谱 CT 成像参数在非实性肺结节空气支气管征中的价值 [J]. 中国医学计算机成像杂志, 2022, 28 (3): 251-254.
- [2] 罗冰, 徐志锋, 林景兴, 等. CT 能谱成像在腮腺良恶性肿瘤鉴别诊断中的应用 [J]. 实用放射学杂志, 2022, 38 (3): 376-380.
- [3] 许小伍, 朱林, 王鹏. 低剂量 CT 扫描在孤立性肺结节定性诊断中的应用及影像学特征分析 [J]. 实用放射学杂志, 2022, 38 (2): 217-221.
- [4] 周清华, 范亚光, 王颖, 等. 中国肺部结节分类、诊断与治疗指南 (2016 年版) [J]. 中国肺癌杂志, 2016, 19 (12): 793-798.
- [5] 杨彦兵, 于梓婷, 汪芳, 等. VRC 与 Lung-RADS 在肺结节基线 CT 筛查中定性诊断的价值 [J]. 实用放射学杂志, 2022, 38 (1): 25-27.
- [6] 陈波, 左毅刚, 王海峰, 等. 影像组学在良恶性肾肿瘤鉴别诊断, 病理分级及治疗反应预测中的应用进展 [J]. 山东医药, 2023, 63 (14): 106-109.
- [7] 尹智贤, 夏克文, 武盼盼. 多模式特征融合网络肺结节良恶性分类方法 [J]. 计算机工程与应用, 2023, 59 (23): 228-236.
- [8] 崔艳荣, 贺海荣, 李孟静, 等. F-FDGPET/CT 在结节病诊断中的应用价值 [J]. 中国临床医学影像杂志, 2022, 16 (33): 56-57.
- [9] 邱建升, 辛小燕, 杨雯, 等. 双层探测器光谱 CT 单能量图像及电子云密度图鉴别诊断肺磨玻璃结节良性与恶性的价值 [J]. 中华放射学杂志, 2022, 56 (2): 52-53.
- [10] 郑小霞, 陈杏彪, 郑文霞, 等. 双层探测器光谱 CT 在肺原发恶性肿瘤, 肺慢性炎症及肺结核鉴别诊断中的应用价值 [J]. 解放军医学杂志, 2022, 47 (11): 1133-1143.
- [11] 张昌峰, 乔英. IQon 光谱 CT 在良恶性胸水鉴别诊断中的应用价值 [J]. 实用放射学杂志, 2022, 38 (8): 54-56.
- [12] 臧汉杰, 郭浩东, 王之悦, 等. 良、恶性肺磨玻璃结节的 CT 鉴别诊断: 形态学特征和 CT 纹理分析的对比研究及联合应用 [J]. 临床放射学杂志, 2022, 41 (4): 65-67.
- [13] 王志平, 郭伟, 真德智. 低剂量胸部 CT 在肺结节及早期肺癌筛查中的应用 [J]. 临床放射学杂志, 2022, 41 (7): 554-557.
- [14] 刘志强, 高庆丽, 韩坤明, 等. 宝石能谱 CT 与 64 排螺旋 CT 在肺内混合性磨玻璃密度结节诊断中的应用 [J]. 中国医学创新, 2020, 17 (31): 126-129.