

论 著

宝石能谱CT检查参数在肺磨玻璃结节定性诊断中的价值分析*

雷景伟* 赵亚南 刘昊翔

驻马店市中医院放射科(河南驻马店 463000)

【摘要】目的 分析宝石能谱CT检查参数定性诊断肺磨玻璃结节(GGN)的价值。**方法** 96例GGN患者,均于2022年8月至2024年8月被本院收治,均经病理检查确诊,其中恶性41例,良性55例,均接受宝石能谱CT检查,比较良性、恶性GGN患者的宝石能谱CT检查参数;另描绘受试者工作曲线(ROC),分析宝石能谱CT检查各项参数联合诊断GGN性质的价值。**结果** 恶性GGN平扫期与动脉期的含水量分别为 (618.46 ± 95.83) mg/mL、 (631.49 ± 79.84) mg/mL,动脉期的能谱曲线斜率(K值)为 (2.56 ± 0.69) ,高于良性GGN的 (436.59 ± 83.77) mg/mL、 (375.21 ± 65.35) mg/mL、 (1.23 ± 0.41) ,平扫期的K值为 (0.65 ± 0.11) ,低于良性GGN的 (0.95 ± 0.19) ,有统计学差异($P < 0.05$);ROC结果显示,平扫期、动脉期的含水量、K值联合诊断GGN良恶性的曲线下面积为 $0.935(95\%CI=0.883\sim 0.987)$,高于四项指标单一诊断的 $0.810(95\%CI=0.726\sim 0.895)$ 、 $0.835(95\%CI=0.755\sim 0.914)$ 、 $0.883(95\%CI=0.811\sim 0.956)$ 、 $0.853(95\%CI=0.777\sim 0.928)$ 。**结论** 宝石能谱CT检查参数可定性诊断出GGN的良恶性,存在一定的诊断价值,值得临床推广应用。

【关键词】肺磨玻璃结节;宝石能谱CT;

良性;恶性

【中图分类号】R563

【文献标识码】A

【基金项目】2023年度河南省医学科技攻关计划项目(LHGJ20230086)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.12.015

Value Analysis of Gemstone Energy Spectrum CT Examination Parameters in Qualitative Diagnosis of Pulmonary Ground Glass Nodules*

LEI Jing-wei*, ZHAO Ya-nan, LIU Hao-xiang.

Department of Radiology, Zhumadian Traditional Chinese Medicine Hospital, Zhumadian 463000, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To analyze the value of qualitative diagnosis of ground glass nodules (GGN) in lung using gemstone energy spectrum CT examination parameters. **Methods** 96 patients with GGN were admitted to our hospital from August 2022 to August 2024, all of whom were diagnosed by pathological examination. Among them, 41 cases were malignant and 55 cases were benign, all of whom underwent gemstone energy spectrum CT examination. The parameters of gemstone energy spectrum CT examination were compared between benign and malignant GGN patients; Draw the receiver operating characteristic (ROC) curve and analyze the value of combining various parameters of gemstone energy spectrum CT examination to diagnose GGN properties. **Results** The water content of malignant GGN in the plain and arterial phases was (618.46 ± 95.83) mg/mL and (631.49 ± 79.84) mg/mL, respectively. The slope (K value) of the energy spectrum curve in the arterial phase was (2.56 ± 0.69) , which was higher than that of benign GGN (436.59 ± 83.77) mg/mL, (375.21 ± 65.35) mg/mL, and (1.23 ± 0.41) . The K value in the plain phase was (0.65 ± 0.11) , which was lower than that of benign GGN (0.95 ± 0.19) , and there was a statistical difference ($P < 0.05$); The ROC results showed that the area under the curve for the combined diagnosis of benign and malignant GGN was $0.935(95\%CI=0.883\sim 0.987)$ based on water content and K value in the plain scan and arterial phases, which was higher than the single diagnosis of $0.810(95\%CI=0.726\sim 0.895)$, $0.835(95\%CI=0.755\sim 0.914)$, $0.883(95\%CI=0.811\sim 0.956)$, and $0.853(95\%CI=0.777\sim 0.928)$ based on the four indicators. **Conclusion** Gemstone energy spectrum CT examination parameters can qualitatively diagnose the benign and malignant nature of GGN, and have certain diagnostic value, which is worthy of clinical promotion and application.

Keywords: Pulmonary Ground Glass Nodules; Gemstone Energy Spectrum CT; Benign; Malignant

肺磨玻璃结节(GGN)指的为影像学表现为肺内稍高密度影的结节,以非吸烟、女性人群较为常见^[1]。近年,因人们生活方式转变等因素的影响,该病的患病率不断升高^[2]。根据GGN的病理性质可将其分为良性、恶性两种,良性通常包括错构瘤、肺腺瘤等,恶性则为肺癌^[3]。良性、恶性GGN的治疗方案与预后存在较大差异,若未能及时诊断出GGN的病理性质,将会导致患者病情延误,给患者的身心健康造成较大危害^[4-5]。CT为GGN诊断的常用影像学技术,但常规的CT检查通常是基于结节的大小、形态等形态学特征,较为缺少特异性的定量诊断参数,故诊断存在一定的误诊、漏诊情况。近些年,伴随影像学技术的持续发展,宝石能谱CT逐渐运用于临床。宝石能谱CT能够将以往的X线混合能量图像分解成单能量图像,并对其进行物质分离及定量检测,有利于对多种疾病开展定量诊断^[6]。基于此,本研究以96例GGN患者为对象,详细探讨此项检查手段的具体价值。信息如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 96例GGN患者,均于2022年8月~2024年8月被本院收治。纳入标准:均经病理检查明确病情;无CT检查禁忌证;认知清晰能正常沟通;无碘对比剂过敏史者;有正常读写能力。排除标准:存在其余系统恶性肿瘤者;有精神疾病者;有肺部严重创伤史者;存在血液系统疾病者;有肺气肿等影响肺功能病症者。96例患者中,男性57例,女性39例;年龄35~71岁,平均年龄 (55.98 ± 3.41) 岁;病理性质:良性55例,恶性41例;体重指数(BMI) $17.0\sim 25.3$ kg/m²,平均BMI (21.77 ± 1.59) kg/m²。

1.2 方法 选择宝石能谱CT(Discovery CT 750HD)检查,患者取平卧位,高举双手,于能谱模式下对肺尖到肋膈角进行扫描,调节管电压为80~140kV,层厚、间隔均为5.0mm,矩阵 512×512 ,转速0.6s,重建间隔1.25mm,嘱咐患者在屏气状态下完成整个扫描;之后经患者肘静脉注入65mL的碘海醇,控制速度为3.5mL/s,并以生理盐水冲管,之后在25s后开展动脉期增强扫描;扫描结束后将原始数据传输到后处理站,在病灶最大层面勾勒感兴趣区,详细检测病灶平扫期、动脉期的含水量、能谱曲线斜率(k值)。

1.3 观察指标 (1)不同性质GGN患者宝石能谱CT检查参数对比:比较良性、恶性GGN患者的平扫期、动脉期的含水量、k值差异。(2)宝石能谱CT检查参数诊断GGN良恶性的价值:另描绘受试者工作曲线(ROC),分析平扫期、动脉期的含水量、k值单一或联合诊断GGN性质的价值。

【第一作者】雷景伟,女,副主任医师,主要研究方向:影像诊断。E-mail: lei1979jingwei@163.com

【通讯作者】雷景伟

1.4 统计学分析 选用SPSS 29.0分析数据,计数资料用“n(%)”表达,以 χ^2 检验;计量资料用“ $\bar{x} \pm s$ ”表达,以t检验;描绘受试者工作曲线(ROC),分析宝石能谱CT检查各项参数诊断GGN性质的价值,以曲线下面积(AUC)评估。以 $P < 0.05$ 为有统计学差异。

2 结果

2.1 不同性质GGN患者宝石能谱CT检查参数对比 恶性GGN平扫期与动脉期的水含量及动脉期的k值高于良性GGN,平扫期的K值低于良性GGN,有统计学差异($P < 0.05$),见表1。

表1 不同性质GGN患者宝石能谱CT检查参数对比

病理性质	平扫期		动脉期	
	水含量(mg/mL)	K值	水含量(mg/mL)	K值
良性GGN(n=55)	436.59±83.77	0.95±0.19	375.21±65.35	1.23±0.41
恶性GGN(n=41)	618.46±95.83	0.65±0.11	631.49±79.84	2.56±0.69
t	9.893	9.037	17.282	11.785
P	0.000	0.000	0.000	0.000

2.2 宝石能谱CT检查参数诊断GGN良恶性的价值 ROC结果显示,平扫期、动脉期的水含量、K值联合诊断GGN良恶性的AUC高于四项指标的单一诊断,见表2。

2.3 典型病例 见图2~7。

表2 宝石能谱CT检查参数诊断GGN良恶性的价值

指标	AUC	标准误	P值	95%CI
平扫期水含量	0.810	0.043	0.000	0.726~0.895
平扫期K值	0.835	0.041	0.000	0.755~0.914
动脉期水含量	0.883	0.037	0.000	0.811~0.956
动脉期K值	0.853	0.038	0.000	0.777~0.928
联合	0.935	0.027	0.000	0.883~0.987

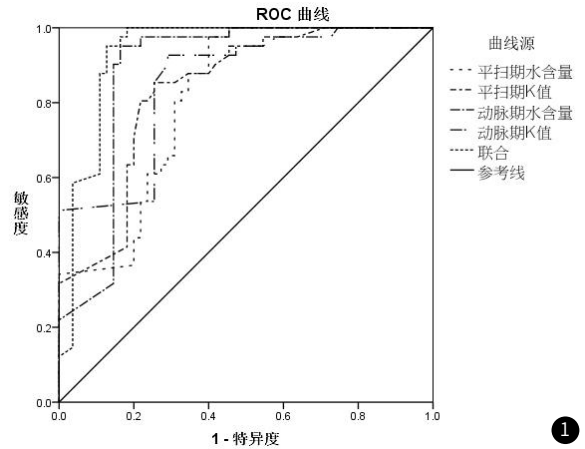


图1 宝石能谱CT检查参数诊断GGN良恶性的ROC图。



图2~4 磨玻璃结节。图5~7 混合磨玻璃结节。

3 讨论

GGN是常见的肺部病症,在临床的发病率位于较高水平^[7-8]。GGN起病隐匿,早期缺乏特异性症状,诊断难度较大,较易出现误诊、漏诊情况^[9]。GGN有良性、恶性之分,不同病例性质其治疗手段与预后亦不相同^[10-11]。因此,积极的探寻可精准的鉴别出GGN良恶性的诊断技术,对患者施行个体化的治疗方案,对于改善患者的预后存在重要意义。

病理检查为临床诊断GGN良恶性的“金标准”,但其属于侵入性操作,会对患者的机体造成一定损伤,且检查步骤繁杂,难度较大,大部分患者的接受度较低。宝石能谱CT存在较高的密度分辨率,可测定出更小的结节,对于直径<8mm的结节亦可清晰的显示其内部构造及成分特征,有利于于结节还处于早期、体积较小时发现恶性病变的迹象,提高早期肺癌的诊断率。同时,该检查措施通过对结节的物质成分、能谱曲线等多参数分析,能够更准确的鉴别GGN的良恶性,减少传统CT诊断中因结节形态相似而导致的误诊和漏诊情况^[12-13]。另外,除提供传统CT的形态学信息外,该检查技术还可提供结节的成分成像信息,如结节的血流灌注情况、代谢特征等,此类信息对于判断结节的生物学行为和良恶性十分重要^[14]。此外,该诊断手段可开展多平面重建和多种后处理技术,如冠状位、矢状位重建以及三维容积再现等,能够从不同角度详细的观察GGN的形态、边缘与周围组织的关系等细节,更全面地评估结节的性质^[15]。另外,宝石能谱CT存在先进的低剂量扫描技术,于确保图像质量及诊断准确性的前提下,可有效降低患者接受的辐射剂量,对于需要定期进行肺部CT检查以监测GGN变化的患者,特别是高危人群的筛查,低剂量扫描技术能够在减少辐射危害的同时,提供可靠的诊断信息,患者更易接受^[16-17]。本研究恶性GGN平扫期与动脉期的水含量分别为(618.46±95.83)mg/mL、(631.49±79.84)mg/mL,动脉期的K值为(2.56±0.69),高于良性GGN的(436.59±83.77)mg/mL、(375.21±65.35)mg/mL、(1.23±0.41),平扫期的K值为(0.65±0.11),低于良性GGN的(0.95±0.19);且ROC结果显示,平扫期、动脉期的水含量、K值联合诊断GGN良恶性的AUC高于四项指标的单一诊断。说明,宝石能谱CT检查参数能有效的诊断出GGN的良性与恶性。主要在于,恶性肿瘤细胞代谢活动非常活跃,需要大量的水分来参与各种生化反应,以满足其快速增殖和生长的需求,故恶性GGN内的细胞通常含有更多的水分,导致整体水含量升高。同时,恶性肿瘤组织会释放多种血管生成因子,促使新生血管生成,此类新生血管的结构和功能不完善,通透性较高,使得血液中的水分更容易渗出到组织间隙中,进而增加了恶性GGN的水含量。良性GGN如炎性结节等,通常由炎性细胞、纤维组织等构成,其细胞代谢活动相对较弱,对水分的需求和蓄积相对较少。同时,良性病变通常无大量的新生血管生成,原本血管的通透性亦基本正常,不会发生大量水分渗出到组织间隙的情况,故水含量相对较低。恶性GGN在动脉期时,因其内部存在过多的新生血管,对比剂能够快速、大量的进入结节内,导致碘浓度升高,而K值与碘含量等因素相关,故恶性GGN的动脉期K值较高,加之恶性肿瘤的血流速度通常较快,在动脉期可摄取更多的对比剂,使结节内的对比剂浓度迅速上升,进而导致其K值进一步的升高。平扫期无对比剂的影响,主要反映的是结节本身的物质组成和密度等情况,良性GGN内的一些成分,如炎性渗出物中的蛋白质、纤维素等,可能会使平扫时的密度相对较高,表现为较高的K值,恶性GGN虽然细胞密度较高,但细胞内的水分等成分相对较多,在平扫时无对比剂增强的情况下,其密度不如一些良性结节高,最终造成其平扫期K值相对较低。但本研究还有一定的局限,如纳入样本量少。因此,医院还需按自身具体情况开展更大样本量的分析,为临床提供更全面的分析。

综上所述,宝石能谱CT检查参数可有效的鉴别诊断出GGN的良性与恶性,存在一定的诊断价值,值得临床借鉴。

参考文献

- [1] Kunihiro Y, Tanaka N, Kawano R, et al. Differentiation of pulmonary complications with extensive ground-glass attenuation on high-resolution CT in immunocompromised patients [J]. *Jpn J Radiol*, 2021, 39 (9): 868-876.
- [2] 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): 175-181.
- [3] Xiong Z, Zhao W, Tian D, et al. Invasiveness identification in pure ground-glass nodules: exploring the generalizability of radiomics based on external validation and stress testing [J]. *J Cancer Res Clin Oncol*, 2023, 149 (14): 12723-12735.
- [4] 余蕊, 侯金鹏, 倪晓琼, 等. 能谱CT在肺纯磨玻璃结节鉴别诊断中的应用价值 [J]. *中华医学杂志*, 2021, 101 (45): 3742-3747.
- [5] 李敏, 王娅菲, 姜文蓁, 等. 双层探测器光谱CT平扫定性联合定量参数预测肺纯磨玻璃结节侵袭性的价值 [J]. *中华放射学杂志*, 2022, 56 (3): 248-253.
- [6] 钟宇, 周殊, 张立波, 等. 人工智能肺结节筛查系统结合能谱CT比较不同性质肺结节的检测效能 [J]. *中国医科大学学报*, 2023, 52 (7): 624-627, 632.
- [7] Youguo Z, Chengye W, Xiaofei C, et al. Analysis of the relevance between computed tomography characterization and pathology of pulmonary ground-glass nodules with different pathology types [J]. *Turk Gogus Kalp Damar Cerrahisi Derg*, 2023, 31 (1): 95-104.
- [8] 杜华阳, 秦瑞遥, 隋昕, 等. 能谱纯化技术联合ADMIRE重组算法在超低剂量胸部CT中应用的单臂前瞻性探究 [J]. *临床放射学杂志*, 2022, 41 (12): 2224-2231.
- [9] Ren J, Wang Y, Liu C, et al. Correlation analysis of clinical, pathological, imaging and genetic features of ground-glass nodule featured lung adenocarcinomas between high-risk and non-high-risk individuals [J]. *Eur J Med Res*, 2023, 28 (1): 478.
- [10] 李新华, 王春光, 宋瑞敏, 等. GSI技术与64-MSCT扫描在肺内混合性磨玻璃密度结节诊断中的对比分析 [J]. *医学理论与实践*, 2022, 35 (8): 1372-1374.
- [11] 马秋月, 王海波, 王潇德. 螺旋CT扫描技术在肺磨玻璃结节良、恶性定性鉴别诊断中的应用 [J]. *罕少疾病杂志*, 2024, 31 (9): 45-46.
- [12] 于安宏, 杨雅朋, 马延贺, 等. 超低剂量CT能谱纯化技术联合高级建模迭代重建对显示肺磨玻璃结节及测量其体积的影响: 体模研究 [J]. *中国医学影像技术*, 2022, 38 (5): 764-769.
- [13] 陈昌焱, 周腾兴, 万婷洁, 等. 能谱CT参数对纯磨玻璃结节肺腺癌浸润程度的预测价值 [J]. *中国临床医学影像杂志*, 2024, 35 (6): 411-417.
- [14] 张文洪, 陈爽, 王欢, 等. 肺磨玻璃结节能谱CT参数变化及其临床价值研究 [J]. *东南大学学报(医学版)*, 2023, 42 (3): 419-425.
- [15] 潘亚男, 桑银洲, 马永峰, 等. 磨玻璃结节肺癌能谱CT影像表现及其与CYFRA21-1、SCCA、NSE、ProGRP相关性研究 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2022, 20 (12): 57-59.
- [16] 黄旭胜. 探讨宝石能谱CT低剂量扫描在肺部磨玻璃结节良恶性鉴别诊断中的应用价值 [J]. *黑龙江医药*, 2021, 34 (3): 690-692.
- [17] 葛晓莉. 宝石能谱CT低剂量扫描肺癌诊断中应用价值探析 [J]. *罕少疾病杂志*, 2022, 29 (9): 28-29.

(收稿日期: 2025-04-23)

(校对编辑: 韩敏求)