

多平面重建联合容积再现重建对肺小结节早期诊断的价值研究

谭林林 续力云 王善军 张善华 严杰 王兆宇 张永奎

【摘要】 目的 探索多平面重建(MPR)联合容积再现重建(VR)对肺小结节(直径 $\leq 1.0\text{cm}$)的早期诊断价值。方法 回顾性分析 159 例患者经手术病理确诊肺小结节的术前 CT 薄层扫描(TSCT)、MPR 和 VR 图像表现,采用 ROC 曲线比较分析 MPR 联合 VR 与 TSCT 诊断肺小结节的灵敏度、特异度和正确率,并对阅片医师与病理金标准的一致性及阅片医师之间的一致性进行分析评价。结果 在毛刺征、分叶征、血管束束征以及胸膜牵拉征的显示上,MPR 联合 VR 均优于 TSCT,差异有统计学意义($P < 0.05$ 或 0.01)。3 位阅片医师(A、B、C)采用 MPR 联合 VR 诊断的灵敏度和正确率均明显优于采用 TSCT,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),而特异度差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$);MPR 联合 VR 诊断结果与病理金标准的一致性(A: $\kappa = 0.773$, B: $\kappa = 0.754$, C: $\kappa = 0.783$)以及阅片医师之间的一致性(A 和 B: $\kappa = 0.743$, B 和 C: $\kappa = 0.789$, A 和 C: $\kappa = 0.751$)均优于 TSCT。结论 MPR 联合 VR 能显著提高对直径 $\leq 1.0\text{cm}$ 肺小结节早期诊断效能。

【关键词】 肺小结节 肺癌 CT 薄层扫描 多平面重建 容积再现重建

Multi-plane reconstruction combined with volume rendering in diagnosis of small-size pulmonary nodules TAN Linlin, XU Liyun, WANG Shanjun, et al. Department of Cardiothoracic Surgery, Affiliated Zhoushan Hospital of Wenzhou Medical University, Zhoushan 316000, China

【Abstract】 Objective To evaluate the application of multi-plane reconstruction combined with volume rendering (MPR/VR) in diagnosis of pulmonary small-size nodules ($\leq 1.0\text{cm}$ in diameter). Methods The MPR/VR and thin-section computed tomography (TSCT) findings of 159 consecutive patients with pulmonary small-size nodules were retrospectively reviewed. As the histopathological diagnosis as the gold standard the diagnostic sensitivity, specificity and accuracy of MPR/VR and TSCT were analyzed with receiver operating characteristic curve (ROC). Results MPR/VR was significantly superior to TSCT in demonstrating spiculation ($P < 0.05$), lobulation ($P < 0.01$), vascular convergence ($P < 0.05$) and pleural tag ($P < 0.01$). The performance of observers A, B, and C with MPR/VR was better than that with TSCT ($P < 0.05$, $P < 0.05$ and $P < 0.05$, respectively). Sensitivity and accuracy of MPR/VR was significantly better than that of TSCT for all observers (sensitivity: all $P < 0.01$; accuracy: A: $P < 0.01$, B: $P < 0.01$, C: $P < 0.05$), while there were no significant differences in specificity ($P > 0.05$) between MPR/VR and TSCT. Consistency between MPR/VR and the gold standard (A: $\kappa = 0.773$, B: $\kappa = 0.754$, C: $\kappa = 0.783$) and inter-observer agreement (A and B: $\kappa = 0.743$, B and C: $\kappa = 0.789$, A and C: $\kappa = 0.751$) were satisfactory. Conclusion MPR combined with VR can significantly improve the diagnosis of pulmonary small-size nodules.

【Key words】 Small-sized pulmonary nodules Lung cancer Thin-section computed tomography Multi-plane reconstruction Volume rendering

原发性肺癌是我国发病率以及病死率最高的恶性肿瘤之一^[1]。肿瘤体积大小作为一个独立的预后因素,与生存率密切相关^[2]。有研究发现,结节直径 $\leq 1.0\text{cm}$

的肺癌患者术后 5 年生存率 $\geq 90\%$ ^[3]。肺癌主要影像学表现为肺小结节,因而早期准确诊断肺小结节是提高肺癌患者生存率的关键。由于直径 $\leq 1.0\text{cm}$ 肺小结节病灶较小,临床上其诊断准确率仍然很低^[4-6]。虽然目前已有使用 CT 图像后处理技术来诊断肺小结节的报道,但是使用多平面重建(multi-planner reformation, MPR)联合容积再现重建(volume rendering, VR)诊断直径 $\leq 1.0\text{cm}$ 的肺小结节鲜有报道。本研究将评估 MPR 联合 VR 早期诊断直径 $\leq 1.0\text{cm}$ 肺小结节的价值,现将结果

基金项目:国家卫生计生委科学研究基金(WKJ2014-2-021)

作者单位:316000 温州医科大学附属舟山医院胸心外科(谭林林、张永奎);舟山市肺癌研究中心(续力云、王善军、张善华、严杰、王兆宇)

通信作者:张永奎, E-mail:zyk801801@126.com

报道如下。

1 资料和方法

1.1 一般资料 收集舟山医院 2007 年 1 月至 2013 年 12 月因肺部结节手术治疗的患者共 842 例,其中结节直径 0.5~1.0cm 的患者 159 例(肺小结节 177 个)。男 55 例,女 104 例,年龄 26~79(53.2±10.76)岁。排除 CT 薄层扫描图像(TSCT)上病灶直径>1.0cm 的患者以及术前影像资料(包括 TSCT、MPR、VR)不完整者。

1.2 方法

1.2.1 影像技术与诊断 (1)TSCT:采用美国 GE 公司 16 排螺旋 CT(LightSpeed)进行薄层扫描并通过其自带的 ADW4.2 工作站获得图像。薄层扫描参数:电压为 120kV,电流为 100mA,螺旋时间为 0.5s,扫描层厚为 1mm,肺窗窗位-250 HU,窗宽 1800 HU,纵隔窗窗位 40 HU,窗宽 400 HU。(2)MPR:对肺结节靶扫描后通过 ADW4.2 工作站上的 MPR 生成技术进行任意角度、矢状面、冠状面重建得到 MPR 图像。(3)VR:对肺结节靶扫描后通过自带 ADW4.2 工作站上的肺结节软件与心血管软件联合运用技术重建得到 VR 图像。CT 图像评估:将肺窗(窗宽 1450~1500 HU,窗位 -500~-450 HU)图像表现为局限性密度增高而不掩盖经过其的支气管血管束者,定义为磨玻璃结节,依据病灶内是否含实性成分分为纯磨玻璃密度结节和混合磨玻璃密度结节^[7-8]。同时评估结节毛刺征、分叶征、空气支气管征、空泡征、血管束征、胸膜牵拉征等肺小结节恶性征象,然后对肺小结节良恶性做出诊断。所有患者的影像学资料均由 3 位高年资放射科医师(A、B、C)在未被告知术后病理

检查结果的情况下分别阅读。

1.2.2 病理诊断 术后标本均经中性甲醛,石蜡包埋,制片,HE 染色。然后由两位高年资病理医师参考 2011 年国际肺腺癌新分类标准共同做出病理诊断^[9]。

1.2.3 比较 MPR 联合 VR 法及单独 TSCT 法诊断肺小结节 3 位放射科医师(阅片医师 A、B、C)分别运用 MPR 联合 VR 与单独运用 TSCT 进行比较分析识别肺小结节的毛刺征、分叶征、空气支气管征、空泡征、血管束征、胸膜牵拉征等肺小结节恶性影像征象的能力。同时比较两种方法诊断肺小结节良恶性的灵敏度、特异度及正确率,并采用 Kappa 一致性检验,分析两种方法与病理金标准的一致性。

1.3 统计学处理 采用 SPSS 17.0 统计软件,计数资料比较采用 χ^2 检验。绘制 ROC 曲线,通过比较 ROC 曲线下面积(A 值),来比较 MPR 联合 VR 与 TSCT 的诊断灵敏度、特异度和正确率。阅片医师分别使用 MPR 联合 VR 与 TSCT 两种方法诊断肺小结节的结果与病理金标准的一致性以及不同阅片医师使用两种方法诊断肺小结节的一致性采用 Kappa 检验。

2 结果

2.1 病理诊断 177 个肺小结节中,恶性结节 155 个(原位腺癌 78 个,微浸润性腺癌 48 个,浸润性腺癌 27 个,鳞癌、小细胞癌各 1 个),良性结节 22 个(肺炎性假瘤 6 个,肺炭末结节伴纤维化和玻璃样变 5 个,肺错构瘤、肺硬化性肺细胞瘤各 4 个,不典型腺瘤样增生 2 个,慢性淋巴结炎 1 个)。

2.2 两种检查方法影像学阳性征象的比较 见表 1。

表 1 两种检查方法影像学阳性征象的比较[个(%)]

检查方法	n	毛刺征	分叶征	空气支气管征	空泡征	血管束征	胸膜牵拉征
MPR 联合 VR 法	177	50(28.25)	137(77.40)	12(6.78)	10(5.65)	33(18.64)	55(31.07)
TSCT 法	177	31(17.51)	97(54.80)	10(5.65)	8(4.52)	18(10.17)	40(22.60)
P 值		<0.05	<0.01	>0.05	>0.05	<0.05	<0.01

由表 1 可见,MPR 联合 VR 法显示肺小结节的毛刺征、分叶征、血管束征以及胸膜牵拉征明显优于 TSCT 法,差异均有统计学意义($P<0.05$ 或 0.01),而两种方法显示空气支气管征和空泡征的差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。

2.3 典型病例 1 例原位肺腺癌患者的影像学及病理检查结果见图 1(见插页),1 例多发肺小结节患者的影像学及病理检查结果见图 2(见插页)。

由图 1 和图 2 可见,MPR 可以清晰地显示肺小结节内部特征,VR 则能清晰显示肺小结节表面征象以及

其与周围组织之间的关系。

2.3 两种检查方法诊断效能比较 见表 2。

由表 2 可见,同一阅片医师下,MPR 联合 VR 法的灵敏度和正确率均高于 TSCT 法,差异有统计学意义(均 $P<0.01$)。但是 MPR 联合 VR 法的特异度与 TSCT 法比较,差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。

2.4 两种检查方法诊断肺小结节的 ROC 曲线比较 见图 3。

由图 3 可见,阅片医师 A、B、C 使用 MPR 联合 VR 与 TSCT 诊断肺小结节的 A 值分别为 0.916 ± 0.043 与

表 2 两种检查方法诊断效能比较

组别	n	真阳性 [n(%)]	假阳性 [n(%)]	真阴性 [n(%)]	假阴性 [n(%)]	阳性预测值 (%)	阴性预测值 (%)	灵敏度 (%)	特异度 (%)	正确率 (%)
阅片医师 A										
MPR 联合 VR 法	177	139(78.53)	6 (3.39)	16 (9.04)	16 (9.04)	95.86	50.00	89.68*	72.73	87.57 [†]
TSCT 法	177	96 (54.24)	5 (2.82)	17 (9.60)	59 (33.33)	95.05	22.37	61.94	77.27	63.84
阅片医师 B										
MPR 联合 VR 法	177	142(80.23)	4 (2.26)	18 (10.17)	13 (7.34)	97.26	58.06	91.61*	81.82	90.40 [†]
TSCT 法	177	122(68.23)	5 (2.82)	17 (9.60)	33 (18.64)	96.06	34.00	78.71	77.27	78.53
阅片医师 C										
MPR 联合 VR 法	177	145(81.92)	4 (2.26)	18 (10.17)	10 (5.65)	97.32	64.29	93.55*	81.82	92.09 [†]
TSCT 法	177	119(67.23)	5 (2.82)	17 (9.60)	36 (20.34)	95.97	32.08	76.77	77.27	76.84

注:与同组 TSCT 法比较,* $P<0.01$

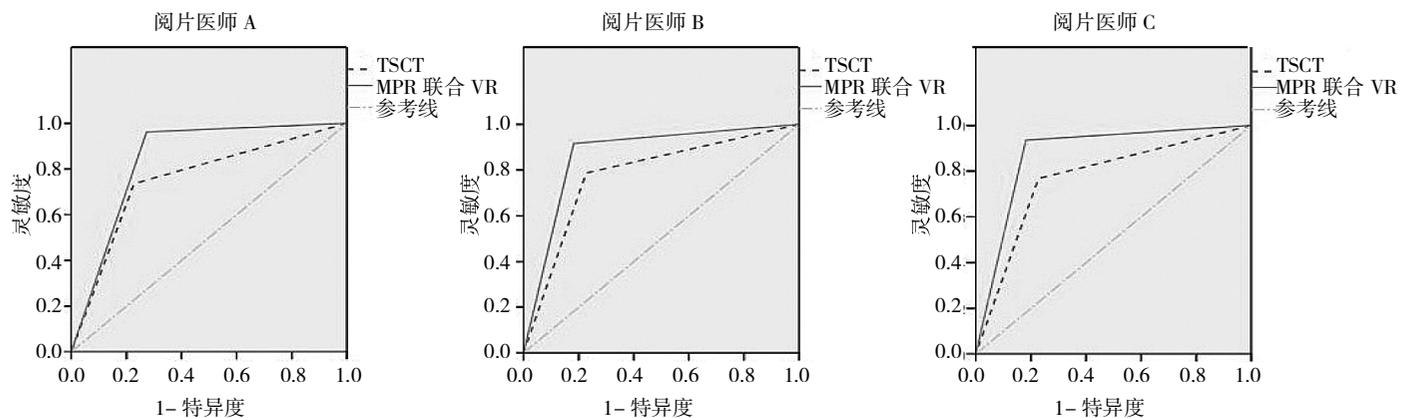


图 3 两种检查方法诊断肺小结节的 ROC 曲线比较

0.754±0.056, 0.912±0.044 与 0.760±0.055 以及 0.922±0.043 与 0.770±0.049, 3 者两两比较, 差异均有统计学意义 ($Z=2.29, 2.16, 2.33$, 均 $P<0.05$)。

2.5 两种检查方法诊断一致性评价 (1)MPR 联合 VR、TSCT 诊断肺小结节与病理金标准的一致性比较: 3 位阅片医师两种方法与金标准的 κ 值, A 为 0.773、0.597, B 为 0.754、0.615, C 为 0.783、0.624。MPR 联合 VR 均高于采用 TSCT。(2)两位阅片医师分别使用 MPR 联合 VR 与 TSCT 一致性比较: 阅片医师 A 和 B 的 κ 值为 0.743、0.659, 阅片医师 B 和 C 的 κ 值为 0.789、0.616, 阅片医师 A 和 C 的 κ 值为 0.751、0.637, 提示 3 位阅片医师之间采用 MPR 联合 VR 的一致性也高于采用 TSCT。

3 讨论

随着 CT 技术的发展和普及, 对肺癌高危患者采用低剂量螺旋 CT 检查, 使得越来越多的肺小结节被检出。但肺小结节的诊断仍是目前胸部放射诊断的难点, 也是目前研究的热点之一。CT 图像的后期处理技术作

为一项新的技术, 越来越受到放射医师及临床医师重视, 它能充分显示肺小结节各种影像学征象。有关较大肺结节的 CT 后处理技术已有较多的报道, 而直径 $\leq 1.0\text{cm}$ 的肺小结节的报道较少。在本研究中, 通过与 TSCT 进行比较, MPR 联合 VR 在诊断直径 $\leq 1.0\text{cm}$ 的肺小结节上具有明显的优势, 其诊断灵敏度和正确率明显高于 TSCT, 从而可作为诊断直径 $\leq 1.0\text{cm}$ 肺小结节诊断提供新的一种新方法。

许多研究报道了肺小结节的 CT 征象与病理组织学特征之间的联系^[10-11]。Ohtsuka 等^[12]通过分析了 82 例直径 $< 1.0\text{cm}$ 单发肺结节患者中原发性肺癌和良性结节之间影像征象的差异, 提示边缘不清楚、毛刺征、空气支气管征、血管束束征以及肿瘤直径增大都是恶性的重要征象。Kishi 等^[13]研究了经手术病理确诊 38 例患者 (共 44 个直径 $\leq 1.0\text{cm}$ 病灶) 肺癌患者的影像资料, 提示高分辨率 CT 上分叶征和外周血管束束征是肺恶性肿瘤的征象。但是肺结节, 尤其是直径 $\leq 1.0\text{cm}$ 的肺小结节影像学特征在横断面 CT 难以清晰显示, 或者仅能显示很少的影像征象, 而通过对肺小结节靶重建能够充

分和清楚地展现肺小结节的各种影像征象。本研究对 MPR 联合 VR 与 TSCT 显示的肺小结节影像学征象进行了详细的比较分析,包括边缘特征、内部征象以及毗邻结构关系,结果表明 MPR 联合 VR 能更真实、敏感地显示肺小结节的影像学征象。

MPR 联合 VR 能立体的、多平面、多角度去评估肺小结节,为准确诊断肺小结节提供更多、更有价值的征象,探讨 MPR 联合 VR 诊断肺结节的能力以及作为诊断肺结节的一种新方法的可行性很重要。目前有研究报道,CT 后期处理技术可有助于筛查肺小结节,展现肺结节与周围组织之间的关系,指导肺癌分期。Chooi 等^[14]研究发现,普通 CT 不易鉴别原发病灶与周围组织结构之间的关系,而基于 0.5cm 厚度 CT 薄层扫描获得的 MPR 图像能清晰地显示肺结节与周围组织间的关系。Cui 等^[15]研究了 MPR 在显示肺内单发结节与支气管关系的价值,提示在显示肺内单发结节与支气管的关系以及确定肺内单发结节性质和分化程度方面,MPR 是一种很有价值的 CT 图像后处理技术。Angelelli 等^[16]比较了单独应用 MPR、最大密度投影以及 VR 来检测肺转移病灶并评估其灵敏度,发现对于 0.6~1.0cm 的结节,MPR 的灵敏度是 49%~55%,最大密度投影技术的灵敏度是 90%,VR 的灵敏度是 80%~85%。本研究采用 MPR 联合 VR 诊断直径 $\leq 1.0\text{cm}$ 的肺小结节诊断灵敏度,特异度和正确率进行研究,结果显示,MPR 联合 VR 诊断肺小结节的灵敏度和正确率均优于 TSCT,差异有统计学意义,但特异度与 TSCT 比较的差异无统计学意义,这可能与两种方法的诊断特异度均较高有关,均高于 70%。3 位阅片者使用 MPR 联合 VR 诊断肺结节与金标准以及观察者之间的一致性优于 TSCT。

综上所述,MPR 联合 VR 重建技术能更多的显示直径 $\leq 1.0\text{cm}$ 的肺小结节影像学征象,并能够显著提高直径 $\leq 1.0\text{cm}$ 的肺小结节诊断能力。

4 参考文献

- [1] 支修益,石远凯,于金明.中国原发性肺癌诊疗规范(2015版)[J].中华肿瘤杂志,2015,37(1):67-78.
- [2] Li Z, Yu Y, Lu J, et al. Analysis of the T descriptors and other prognosis factors in pathologic stage I non-small cell lung cancer in China[J].J Thorac Oncol, 2009,4(6):702-709.
- [3] Hamatake D, Yoshida Y, Miyahara S, et al. Surgical outcomes of lung cancer measuring less than 1 cm in diameter[J].Interact Cardiovasc Thorac Surg,2012,15(5):854-858.
- [4] Matsumoto S, Ohno Y, Yamagata H, et al. Potential contribution of multi-planar reconstruction(MPR)to computer-aided detection of lung nodules on MDCT[J]. Eur J Radiol,2012,81(2):366-370.
- [5] Jeon K N, Goo J M, Lee C H, et al. Computer-aided nodule detection and volumetry to reduce variability between radiologists in the interpretation of lung nodules at low-dose screening CT[J].Invest Radiol,2012,47(8):457-461.
- [6] Kawel N, Seifert B, Luetolf M, et al. Effect of slab thickness on the CT detection of pulmonary nodules: use of sliding thin-slab maximum intensity projection and volume rendering[J]. AJR Am J Roentgenol,2009,192(5):1324-1329.
- [7] Eguchi T, Kondo R, Kawakami S, et al. Computed tomography attenuation predicts the growth of pure ground-glass nodules [J]. Lung Cancer,2014,84(3):242-247.
- [8] Asamura H, Hishida T, Suzuki K, et al. Radiographically determined noninvasive adenocarcinoma of the lung: survival outcomes of Japan Clinical Oncology Group 0201[J]. J Thorac Cardiovasc Surg,2013,146(1):24-30.
- [9] Travis W D, Brambilla E, Noguchi M, et al. International association for the study of lung cancer/American thoracic society/European respiratory society international multidisciplinary classification of lung adenocarcinoma[J].J Thorac Oncol,2011,6(2):244-285.
- [10] Saito H, Kameda Y, Masui K, et al. Correlations between thin-section CT findings, histopathological and clinical findings of small pulmonary adenocarcinomas[J]. Lung Cancer,2011,71(2): 137-143.
- [11] 阮凌翔,许顺良,邓先定,等.孤立性肺结节与血管关系的研究:CT-病理对照观察[J].浙江医学,2000,22(10):591-592.
- [12] Ohtsuka T, Nomori H, Horio H, et al.Radiological examination for peripheral lung cancers and benign nodules less than 10 mm[J]. Lung Cancer,2003,42(3):291-296.
- [13] Kishi K, Homma S, Kurosaki A, et al. Small lung tumors with the size of 1 cm or less in diameter: clinical, radiological, and histopathological characteristics[J]. Lung Cancer, 2004, 44(1): 43-51.
- [14] Chooi W K, Matthews S, Bull M J, et al. Multi-slice computed tomography in staging lung cancer: the role of multi-planar image reconstruction[J].J Comput Assist Tomogr,2005,29(3):357-360.
- [15] Cui Y, Ma D Q, Liu W H. Value of multi-planar reconstruction in MSCT in demonstrating the relationship between solitary pulmonary nodule and bronchus[J].Clin Imaging,2009,33(1):15-21.
- [16] Angelelli G, Grimaldi V, Spinelli F, et al. Multi slice computed tomography in the study of pulmonary metastases[J]. Radiol Med, 2008,113(7):954-967.

(收稿日期:2015-05-19)

(本文编辑:杨丽)