

论 著

CT引导下不同路径PTNB诊断胸膜下结节的临床价值*

袁 远¹ 邱怀明^{1*} 刘江勇¹
汪 丽¹ 杨 博¹ 库雷志²1.中部战区总医院放射诊断科
2.武汉亚洲心脏病医院放射科
(湖北武汉 430070)

【摘要】目的 观察CT引导下不同路径经皮肺穿刺活检(PTNB)诊断胸膜下结节的临床价值。**方法** 回顾性选取2021年1月至2023年12月我院收治的154例胸膜下结节患者的临床资料,所有患者均行CT引导下PTNB,根据路径不同将穿刺针与胸膜角度 $>50^\circ$ 患者纳入短路径进针组($n=71$),将穿刺针与胸膜角度 $\leq 50^\circ$ 患者纳入斜行长路径进针组($n=83$),以手术病理结果为金标准,比较两种路径对胸膜下结节的诊断准确率及对不同大小胸膜下结节的穿刺效果,并统计并发症发生情况。**结果** 短路径进针组患者经CT引导下PTNB检查显示良性结节37例(52.11%),恶性结节34例(47.89%);斜行长路径进针组患者经CT引导下PTNB检查显示良性结节43例(51.81%),恶性结节40例(48.19%)。短路径进针组与斜行长路径进针组对胸膜下结节的诊断准确率分别为91.55%、92.77%,差异无统计学意义($P>0.05$)。对于直径 $<1.5\text{cm}$ 的胸膜下结节,斜行长路径进针组穿刺时间及调针次数均低于短路径进针组($P<0.05$),且单次穿刺成功率高于短路径进针组($P<0.05$);对于直径 $\geq 1.5\text{cm}$ 的胸膜下结节,斜行长路径进针组与短路径进针组穿刺时间、调针次数及单次穿刺成功率比较差异不显著($P>0.05$)。此外两组患者并发症发生率比较差异不显著($P>0.05$)。**结论** CT引导下不同路径PTNB诊断胸膜下结节的临床价值均较高,其中对于直径在 1.5cm 以下的胸膜下结节采用斜行长路径进针效果更佳,能显著提高穿刺效果,减少调针次数与穿刺时间。

【关键词】 CT引导; 路径; 经皮肺穿刺活检; 胸膜下结节; 诊断价值

【中图分类号】 R561

【文献标识码】 A

【基金项目】 武汉市医学科研项目(WX21D46)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.11.019

Clinical Value of CT-guided PTNB via Different Approaches in the Diagnosis of Subpleural Nodules*

YUAN Yuan¹, QIU Huai-ming^{1*}, LIU Jiang-yong¹, WANG Li¹, YANG Bo¹, KU Lei-zhi².

1.Department of Radiological Diagnosis, General Hospital of Central Theater Command, Wuhan 430070, Hubei Province, China

2.Department of Radiology, Wuhan Asia Heart Hospital, Wuhan 430070, Hubei Province, China

ABSTRACT

Objective To observe the clinical value of CT-guided percutaneous transthoracic needle biopsy (PTNB) via different approaches in the diagnosis of subpleural nodules. **Methods** The clinical data of 154 patients with subpleural nodules who were admitted to the hospital from January 2021 to December 2023 were retrospectively collected. All patients underwent CT-guided PTNB. According to different approaches, patients undergoing puncture with an angle $>50^\circ$ between needle and the pleura were included in the short path needle insertion group ($n=71$), and those undergoing puncture with an angle $\leq 50^\circ$ between needle and the pleura were included in the oblique long path needle insertion group ($n=83$). Surgical and pathological results were taken as the gold standard to compare the diagnostic accuracy for subpleural nodules and puncture effect on different sizes of subpleural nodules between the two approaches. The incidence of complications was statistically analyzed. **Results** In the short path needle insertion group, CT-guided PTNB found 37 (52.11%) cases with benign nodules and 34 (47.89%) cases with malignant nodules. In the oblique long path needle insertion group, CT-guided PTNB found 43 (51.81%) cases with benign nodules and 40 (48.19%) cases with malignant nodules. The diagnostic accuracy rates for subpleural nodules in the short path needle insertion group and the oblique long path needle insertion group were 91.55% and 92.77%, without statistically significant difference ($P>0.05$). For subpleural nodules smaller than 1.5 cm in diameter, puncture time and number of needle adjustments in the oblique long path needle insertion group were shorter and smaller than those in the short path needle insertion group ($P<0.05$), and the success rate of one-time puncture was higher than that in the short path needle insertion group ($P<0.05$). For subpleural nodules ≥ 1.5 cm in diameter, there were no significant differences in puncture time, number of needle adjustments and success rate of one-time puncture between the two groups ($P>0.05$). The total incidence rates of complications in the two groups were close ($P>0.05$). **Conclusion** CT-guided PTNB via different approaches are of high value in diagnosing subpleural nodules. For subpleural nodules smaller than 1.5 cm in diameter, oblique long path needle insertion is more effective, which can significantly improve the puncture effect, reduce the number of needle adjustments and shorten puncture time.

Keywords: CT-guided; Approach; Percutaneous Transthoracic Needle Biopsy; Subpleural Nodule; Diagnostic Value

胸膜下结节具体是指距离人体胸膜下缘约2cm内,且直径在30mm内的结节,多继发于肺部感染,部分患者伴有一定程度胸膜厚度增加^[1]。胸膜下结节具有一定的范围局限性,一般对患者肺组织与肺功能的影响较小,且多数患者无典型症状,临床诊断难度较大^[2]。既往研究^[3-4]指出,胸膜下结节有良恶性之分,两者诊疗方案及患者预后水平差异较大,但常规影像学检查难以依据结节大小、形态等特征进行准确诊断,若诊疗不及时易延误恶性结节患者治疗时机,危及患者生命安全。因此采用合适、高效的检查方法对胸膜下结节患者进行定性诊断,对于改善其预后水平十分关键。CT引导下经皮肺穿刺活检(PTNB)是一项结合CT影像学技术与病理检查的检查方案,具有微创安全、定位准确等优势,当前在肺部病变疾病中应用较多^[5]。但相关学者发现,胸膜下结节患者在穿刺过程中,穿刺效果会受到患者呼吸运动的干扰,另外不同穿刺路径也会对穿刺效果与诊断准确性造成影响^[6]。当前CT引导下不同路径PTNB对胸膜下结节诊断价值的影响情况尚未明晰,鉴于此,本研究旨在明确两种路径对胸膜下结节的诊断准确率、穿刺效果及并发症的影响情况,以期为临床选择最佳路径提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性选取2021年1月至2023年12月我院收治的154例胸膜下结节患者的临床资料,其中男85例,女69例;年龄37~75岁,平均(56.93 \pm 5.26)岁;结节直径0.5~3cm,平均(1.69 \pm 0.27)cm。

纳入标准: 经临床影像学检查诊断为胸膜下结节,即结节直径 $\leq 3\text{cm}$,且与胸膜下缘距离在2cm内;年龄 ≥ 18 岁;均接受CT引导下PTNB及手术病理检查;临床资料完善。排除标准: 入组前接受放疗、化疗等治疗方案;伴有肝肾功能异常或凝血功能障碍;伴有严重心肺功能疾病;伴有精神疾病,难以配合完成检查者。

1.2 CT引导下PTNB与分组方法 所有患者PTNB操作均由同一组具有5年以上工作经验的介入医师完成。采用美国GE螺旋CT机引导穿刺,设置参数如下:管电压120kV,管

【第一作者】 袁 远,男,主管技师,主要研究方向:放射介入。E-mail: WZFSKYYYLF@163.com

【通讯作者】 邱怀明,男,副主任医师,主要研究方向:放射介入。E-mail: qhm313@163.com

电流200mA，层厚与层间距均为3mm。活检前对患者进行CT增强扫描，明确患者病灶与周围组织间的关系，并对坏死、囊变及血管区域进行观察。根据患者病灶的实际情况选择路径与体位，根据路径不同将穿刺针与胸膜角度 $>50^\circ$ 患者纳入短路径进针组(n=71)，将穿刺针与胸膜角度 $\leq 50^\circ$ 患者纳入斜行长路径进针组(n=83)。于患者病灶所在体表处放置金属定位器，并采用CT扫描确定进针点。给予患者穿刺处皮肤常规消毒铺巾后，利多卡因局部局部麻醉，使用活检针按穿刺路径进行穿刺，通过CT扫描观察穿刺针是否穿刺入病灶，当显示穿刺针针尖与病灶位置适宜后，采用切割针进行病灶取材。将组织标本经10%甲醛溶液固定后送病理学检查。穿刺操作结束后对患者再次进行CT扫描，观察是否出现出血、气胸等并发症。

1.3 观察指标 (1)以手术病理结果为金标准，比较短路径进针组与斜行长路径进针组对胸膜下结节的诊断准确率。(2)比较短路径进针组与斜行长路径进针组对不同大小胸膜下结节($<1.5\text{cm}$ 、 $\geq 1.5\text{cm}$)的穿刺效果，主要指标包括穿刺时间(实施麻醉至穿刺操作结束)、调针次数(穿刺针进入胸膜后调整针尖的次数)、单次穿刺成功率(穿刺过程中未更换穿刺点，仅1个穿刺点且穿刺成功)。(3)比较短路径进针组与斜行长路径进针组并发症发生情况。

1.4 统计学方法 数据经软件SPSS 22.0分析，计数资料用百分比表示，采用 χ^2 检验。计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示，采用t检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组基线资料比较 两组基线数据无明显差异($P > 0.05$)。见表1。

2.2 两组CT引导下PTNB结果 短路径进针组患者经CT引导下PTNB检查显示良性结节37例(52.11%)，其中炎性病灶占比最多，为35.21%，恶性结节34例(47.89%)，其中腺癌占比最多，为22.54%；斜行长路径进针组患者经CT引导下PTNB检查显示良性结节43例(51.81%)，其中炎性病灶占比最多，为34.94%，恶性结节40例(48.19%)，其中鳞癌占比最多，为20.48%。见表2。典型患者的CT扫描图像见图1。

2.3 两组胸膜下结节诊断准确率的比较 短路径进针组诊断为恶性结节共34例，其中30例(88.24%)与手术病理结果相符；斜行长路径进针组诊断为恶性结节共40例，其中37例(92.50%)与手术病理结果相符。见表3。短路径进针组与斜行长路径进针组对胸膜下结节的诊断准确率分别为91.55%、92.77%，差异无统计学意义($\chi^2 = 0.080$, $P > 0.05$)。

表1 两组患者基线资料的比较

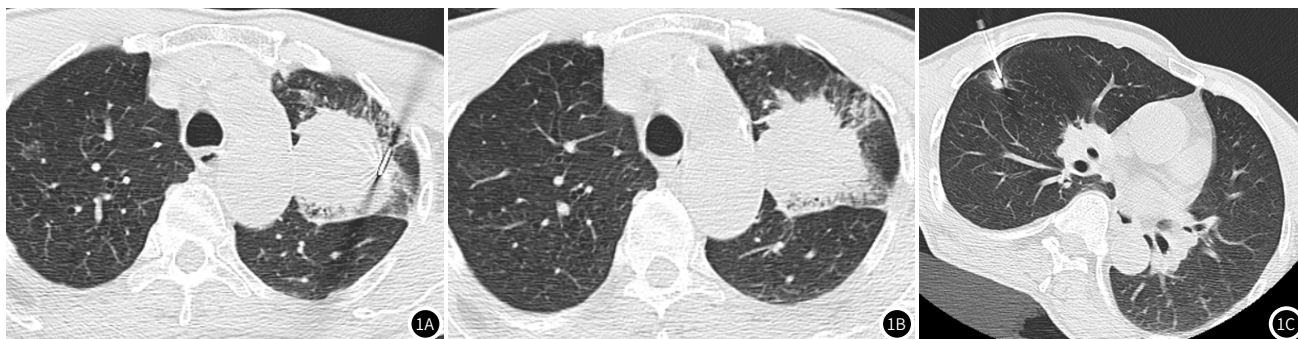
组别	例数	年龄(岁)	性别		结节直径(cm)	结节距胸膜下缘距离(cm)
			男	女		
短路径进针组	71	56.79±5.08	40(56.34)	31(43.66)	1.67±0.23	1.64±0.16
斜行长路径进针组	83	57.05±5.19	45(54.22)	38(45.78)	1.70±0.25	1.62±0.18
t/ χ^2 值		0.313	0.070		0.770	0.723
P值		0.755	0.792		0.443	0.471

表2 两组CT引导下PTNB结果

活检结果	短路径进针组(n=71)		斜行长路径进针组(n=83)	
	例数	构成比(%)	例数	构成比(%)
良性结节				
炎性病灶	25	35.21	29	34.94
结核瘤	10	14.08	11	13.25
硬化性血管瘤	2	2.82	3	3.61
恶性结节				
腺癌	16	22.54	10	12.05
鳞癌	10	14.08	17	20.48
小细胞肺癌	6	8.45	12	14.46
转移癌	2	2.82	1	1.20
合计	71	100.00	83	100.00

表3 两组对胸膜下结节的诊断结果(n)

组别		手术病理		总计
		恶性	良性	
短路径进针组	恶性	30	4	34
	良性	2	35	37
	合计	32	39	71
斜行长路径进针组	恶性	37	3	40
	良性	3	40	43
	合计	40	43	83



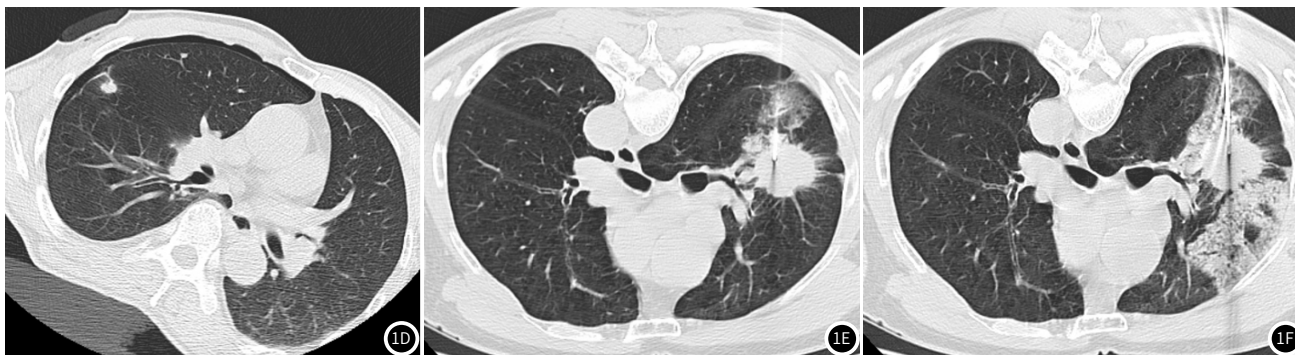


图1 典型患者的CT扫描图像。图1A~1B:男,75岁,采用仰卧位短路径进针,穿刺后少量积血和气胸,CT引导下PTNB提示为腺癌;图1C~1D:男,59岁,采用仰卧位斜行长路径进针,穿刺后少量积血和气胸,CT引导下PTNB提示为肉芽肿性炎;图1E~1F:男,58岁,采用仰卧位斜行长路径进针,穿刺后肺泡积血,肿瘤周围出血,CT引导下PTNB提示腺癌。

2.4 不同大小胸膜下结节穿刺效果的比较 对于直径 $<1.5\text{cm}$ 的胸膜下结节,斜行长路径进针组穿刺时间及调针次数均低于短路径进针组($P<0.05$),且单次穿刺成功率高于短路径进针组($P<0.05$);对于直径 $\geq 1.5\text{cm}$ 的胸膜下结节,斜行长路径进针组与短路径进针组穿刺时间、调针次数及单次穿刺成功率比较差异不显著($P>0.05$)。见表4。

2.5 并发症发生情况的比较 两组患者并发症总发生率比较差异不显著($P>0.05$)。见表5。

表5 两组并发症发生情况的比较[例(%)]

组别	例数	出血	气胸	胸膜反应	合计
短路径进针组	71	3(4.23)	2(2.82)	1(1.41)	6(8.45)
斜行长路径进针组	83	2(2.41)	1(1.20)	1(1.20)	4(4.82)
χ^2 值					0.831
P值					0.362

表4 不同大小胸膜下结节穿刺效果的比较

组别	直径 $<1.5\text{cm}$ 的胸膜下结节			直径 $\geq 1.5\text{cm}$ 的胸膜下结节		
	穿刺时间(min)	调针次数(次)	单次穿刺成功率(%)	穿刺时间(min)	调针次数(次)	单次穿刺成功率(%)
短路径进针组(n=71)	15.98 \pm 3.07	2.16 \pm 0.61	62(87.32)	9.97 \pm 1.33	0.85 \pm 0.32	69(97.18)
斜行长路径进针组(n=83)	12.27 \pm 2.65	1.67 \pm 0.59	80(96.39)	10.02 \pm 1.42	0.84 \pm 0.30	81(97.59)
t/ χ^2 值	8.049	5.058	4.373	0.224	0.200	0.025
P值	<0.001	<0.001	0.037	0.823	0.842	0.874

3 讨论

多数胸膜下结节患者接受影像学检查时无典型影像特征,常需进行定期复查,这易加重患者心理负担,同时也在一定程度上延误患者最佳治疗时机,对预后产生不利影响^[7]。有研究报道^[8-9],胸膜下结节为恶性的比例约为15~75%,若对恶性结节患者进行早期诊断与治疗,5年生存率可高达70%以上。现阶段手术病理检查是诊断胸膜下结节良恶性的金标准,但该方案具有较大的侵袭性与创伤性,易对患者机体造成损伤,难以在临床中广泛应用^[10]。随着临床医疗辅助技术的不断发展与成熟,CT引导下PTNB能借助CT影像学辅助,发挥其定位优势,准确获取病理组织,提高对病灶的诊断价值,当前已逐渐成为胸膜下结节的主要诊断方案^[11]。CT引导下PTNB的穿刺路径会直接影响穿刺效果与诊断效能,关于诊断胸膜下结节的最佳穿刺路径还有待探究。

本研究通过对比短路径进针与斜行长路径进针两种路径对胸膜下结节的定性诊断价值,结果显示短路径进针组患者经CT引导下PTNB检查显示良性结节37例(52.11%),恶性结节34例(47.89%);斜行长路径进针组患者经CT引导下PTNB检查显示良性结节43例(51.81%),恶性结节40例(48.19%),短路径进针组与斜行长路径进针组对胸膜下结节的诊断准确率分别为91.55%、92.77%,差异无统计学意义($P>0.05$),提示CT引导下不同路径

PTNB诊断胸膜下结节的临床价值均较高,这与李宏伟^[12]等的研究结论一致。主要原因在于CT引导下PTNB在穿刺过程中利用CT扫描观察结节形态,判断安全取材范围,提高取材成功率,另外将穿刺针置入病灶后还能进行多方向切割取材,有效保障了诊断准确性^[13]。既往研究^[14]指出,最短穿刺路径在PTNB过程中应用最多,但该路径应用于胸膜下小结节患者则难以取得理想穿刺效果,尤其是对于年龄大且难以长时间屏气患者,受呼吸运动影响穿刺针方向易偏移,而反复穿刺则会加重患者胸膜损伤。本研究发现对于直径 $<1.5\text{cm}$ 的胸膜下结节,斜行长路径进针组穿刺时间及调针次数均低于短路径进针组,且单次穿刺成功率高于短路径进针组;对于直径 $\geq 1.5\text{cm}$ 的胸膜下结节,斜行长路径进针组与短路径进针组穿刺时间、调针次数及单次穿刺成功率比较差异不显著,提示对于直径在 1.5cm 以下的胸膜下结节采用斜行长路径进针效果更佳,能显著提高穿刺效果,减少调针次数与穿刺时间。这是因为对直径在 1.5cm 以下的胸膜下结节患者进行穿刺时,采用斜行长路径进针时具有更大的调针空间,步进式进针会减少对患者支气管或肺部血管等部位损伤,通过精细化调整,

(下转第78页)

高, 临床可将FAI值中的FAI-LAD与PCAT体积中的PCAT体积-LAD进行联合对冠脉狭窄进行诊断评估。

参考文献

[1] Mehta LS, Velarde GP, Lewey J, et al. Cardiovascular disease risk factors in women: the impact of race and ethnicity: a scientific statement from the American Heart Association [J]. *Circulation*, 2023, 147 (19): 1471-1487.

[2] Dzaye O, Razavi AC, Blaha MJ, et al. Evaluation of coronary stenosis versus plaque burden for atherosclerotic cardiovascular disease risk assessment and management [J]. *Curr Opin Cardiol*, 2021, 36 (6): 769-775.

[3] 高亚婷, 王丽娟, 王晋, 等. 冠状动脉CTA腔内密度校正差诊断冠脉支架后再狭窄的价值 [J]. *放射学实践*, 2023, 38 (3): 263-266.

[4] 曹红岩, 蔡晓航, 孙国臣. CCTA及CT-FFR评估冠脉病变特异性缺血的价值观察 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2023, 21 (5): 52-54.

[5] Mergen V, Ried E, Allmendinger T, et al. Epicardial adipose tissue attenuation and fat attenuation index: phantom study and in vivo measurements with photon-counting detector CT [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2022, 218 (5): 822-829.

[6] 单冬凯, 王更新, 王玺, 等. 冠状动脉最大面积狭窄率联合冠周脂肪CT衰减指数可预测冠状动脉血流动力学异常 [J]. *南方医科大学学报*, 2021, 41 (7): 988-994.

[7] 董思廷, 徐怡, 冯长静, 等. 斑块定量参数及冠周脂肪衰减指数对FFR-CT进展的影响 [J]. *影像诊断与介入放射学*, 2022, 31 (1): 26-31.

[8] 聂日. 血浆致动脉硬化指数及尿酸水平与冠心病患者冠脉狭窄程度相关性分析 [D]. 江苏: 扬州大学, 2023.

[9] Mézquita AJV, Biavati F, Falk V, et al. Clinical quantitative coronary artery stenosis and coronary atherosclerosis imaging: a consensus statement from the quantitative cardiovascular imaging study group [J]. *Nat Rev Cardiol*, 2023, 20 (10): 696-714.

[10] Zhang D, Yang G, Zhao S, et al. Direct quantification of coronary artery stenosis through hierarchical attentive multi-view learning [J]. *IEEE Trans Med Imaging*, 2020, 39 (12): 4322-4334.

[11] 马雪妍, 侯佳蒙, 张永高. 基于CCTA的斑块及冠状动脉周围脂肪特征对非梗阻性心肌缺血的诊断价值 [J]. *临床放射学杂志*, 2023, 42 (2): 252-257.

[12] 王超, 苏荷芸, 邱晓晖, 等. 冠状动脉斑块相关参数与血管周围脂肪组织参数的关系 [J]. *中国医学影像技术*, 2023, 39 (6): 843-847.

[13] 孙嘉晨, 景梦园, 李政晓, 等. 冠状动脉周围脂肪衰减指数与冠状动脉钙化的相关性研究 [J]. *兰州大学学报 (医学版)*, 2022, 48 (8): 40-43, 48.

[14] 王星, 顾鹰珩, 张洪, 等. 右冠脉起始部-主动脉夹角与右冠脉斑块成分及狭窄程度的关系探讨 [J]. *天津医药*, 2020, 48 (6): 527-530.

[15] 张润知, 顾慧, 李亚妮, 等. 449例患者冠状动脉周围脂肪衰减指数与CT高危斑块及狭窄程度的关联 [J]. *山东大学学报 (医学版)*, 2023, 61 (1): 27-31.

(收稿日期: 2024-07-03) (校对编辑: 赵望淇)

(上接第63页)

可将穿刺针准确刺入病灶内, 从而实现准确诊断, 若采用短路径进针则难以有效固定穿刺针, 加上肋骨阻挡、呼吸运动等因素影响, 往往需要对穿刺针进行多次调整才能保证穿刺成功。对于直径≥1.5cm的胸膜下结节由于体积更大, 在呼吸运动影响下结节移动度相对更小, 采用斜行长路径进针与短路径进针进行穿刺时单次穿刺成功率均较高。据相关研究^[15]报道, 出血、气胸均为CT引导下PTNB过程中最为常见的并发症。本研究显示两组患者并发症总发生率比较差异不显著, 说明CT引导下不同路径PTNB的安全性均较高。可能是因为在CT引导下PTNB能准确把控穿刺速度与力度, 并通过实时监测不断调整进针方向, 进而最大程度避免损伤患者血管、气管及肺泡等组织, 直达病灶内部, 从而有效减少了出血、气胸等并发症发生风险。

综上所述, CT引导下不同路径PTNB诊断胸膜下结节的临床价值均较高, 其中对于直径在1.5cm以下的胸膜下结节采用斜行长路径进针效果更佳, 能显著提高穿刺效果, 减少调针次数与穿刺时间, 值得推荐。

参考文献

[1] 乔元岗, 刘现闻, 鲍志宇, 等. 活检同步微波消融治疗肋胸膜下肺结节的安全性及有效性 [J]. *医学影像学杂志*, 2023, 33 (8): 1386-1389.

[2] Chiu JH, Chang YY, Weng CY, et al. Risk factors for pneumothorax and pulmonary hemorrhage following computed tomography-guided transthoracic core-needle biopsy of subpleural lung lesions [J]. *J Chin Med Assoc*, 2022, 85 (4): 500-506.

[3] 朱红伟, 张秀玲, 马士华, 等. 肺内胸膜下区非钙化结节分布及其特征 [J]. *山东医药*, 2023, 63 (1): 69-71, 75.

[4] 黄亚勇, 傅宇飞, 王涛, 等. 胸腔镜肺楔形切除术前CT引导下经肩胛骨穿刺定位肺结节 [J]. *中国介入影像与治疗学*, 2023, 20 (10): 637-639.

[5] Lee SB, Kim MJ, Lee IJ. Assessment of diagnostic accuracy and complication rates of CT-guided percutaneous core-needle biopsy for lung lesion: difference between solid and sub-solid nodules based on propensity score matching analysis [J]. *Clin Radiol*, 2023, 78 (9): e620-e626.

[6] 凤婧, 颜浩, 韩娟, 等. CT引导下经皮肺穿刺活检术在肺部占位病变诊断中的临床应用 [J]. *重庆医学*, 2022, 51 (4): 607-611, 617.

[7] 吕航, 万云焱, 姚周虹, 等. 胸膜恶性病变内科胸腔镜下结节表现与胸水生化及肿瘤标志物水平关系的研究 [J]. *中国呼吸与危重监护杂志*, 2022, 21 (10): 720-724.

[8] 范真真, 高鹏, 董志辉. 320排螺旋CT低剂量扫描对孤立性肺结节的诊断价值及恶性结节危险因素分析 [J]. *医学影像学杂志*, 2022, 32 (5): 875-878.

[9] Hino H, Shinohara S, Okano Y, et al. Solitary ground-glass nodule mimicking lung cancer due to focal progression of usual interstitial pneumonia [J]. *Int J Surg Pathol*, 2023, 31 (5): 656-661.

[10] 张宇, 郭彦璞, 王辉, 等. CT引导下一次性肺结节定位针在单操作孔电视胸腔镜肺结节手术前肺结节定位中的应用 [J]. *新乡医学院学报*, 2022, 39 (7): 648-652.

[11] Wang DX, Wang YG, Ding GX, et al. The effectiveness of the puncture channel plugging for reduction of complications after CT-guided percutaneous transthoracic needle biopsy [J]. *Sci Rep*, 2023, 13 (1): 12318.

[12] 李宏伟, 卓丽华, 龙拥军, 等. CT引导下不同路径经皮肺穿刺活检诊断胸膜下结节 [J]. *中国介入影像与治疗学*, 2019, 16 (10): 620-624.

[13] 李雪霞, 曹仲刚, 黄剑勇, 等. 双层探测器光谱CT在肺部病变经皮肺穿刺定位中的应用价值 [J]. *临床肺科杂志*, 2023, 28 (8): 1206-1209.

[14] Ren Q, Zhou Y, Yan M, et al. Imaging-guided percutaneous transthoracic needle biopsy of nodules in the lung base: fluoroscopy CT versus cone-beam CT [J]. *Clin Radiol*, 2022, 77 (5): e394-e399.

[15] Lim WH, Park CM. Percutaneous transthoracic needle biopsies in immunocompromised hosts with suspicious pulmonary infection: diagnostic yields and complications [J]. *Acta Radiol*, 2022, 63 (5): 606-614.

(收稿日期: 2024-08-22) (校对编辑: 赵望淇)