

·实验研究 Experimental research·

CT 导引穿刺定位装置的研制和实验研究

杨 婉, 杨会军, 高 斌

【摘要】 目的 实验评价一种新型穿刺定位装置在 CT 导引下经皮穿刺定位的精度。**方法** 采用体积约 25 cm×20 cm×15 cm 猪肉模拟正常人体肌肉组织,黏土制作数个棱长分别为 5 mm、10 mm、15 mm 的正方体模拟病灶,计划距体表深度分别为 30 mm、50 mm、80 mm,将模拟病灶根据大小、深度分散放置在模拟正常肌肉组织的猪肉内,在同层面内计划进针角度为 0°、25°、50°。对比 CT 导引下徒手穿刺与定位装置穿刺模拟病灶的进针角度误差和穿刺准确率。**结果** CT 导引下徒手穿刺、定位装置穿刺模拟病灶共 578 次。定位装置穿刺、徒手穿刺的准确率分别为 94.8%、51.7%,进针角度误差分别为 1°(0°,1°)、3°(1°,7°),定位装置穿刺均显著优于徒手穿刺($P<0.01$)。**结论** 应用新型定位装置辅助穿刺可明显提高 CT 导引下穿刺准确率,提高穿刺精度。

【关键词】 CT 导引;经皮穿刺;体表定位;角度测量

中图分类号:R735 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2021)-07-0693-04

The development and experimental study of CT-guided puncture positioning device YANG Wan, YANG Huijun, GAO Bin. Department of Radiology, Third Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei Municipal First People's Hospital, Hefei, Anhui Province 230061, China

Corresponding author: GAO Bin, E-mail: gaobin_3136@163.com

【Abstract】 Objective Through animal experiment in vitro to evaluate the accuracy of a novel puncture positioning device in performing CT-guided percutaneous puncture. **Methods** A piece of pork sized about 25 cm×20 cm×15 cm was used as a simulation of normal human muscle tissue, and a number of clay cubes with the edge length of 5 mm, 10 mm or 15 mm respectively were made, which were used as the simulation of lesions. The planned placement depths of the clay cubes from the body surface were 30 mm, 50 mm and 80 mm respectively. The simulated lesions were dispersed in pork mimicking normal human muscle tissue according to their sizes and planned depths. The planned needle puncture angles were 0°, 25° and 50° at the same needle puncture level. The puncture angle deviation and the puncture accuracy were compared between CT-guided manual puncture group(manual group) and CT-guided puncture using positioning device group(positioning device group). **Results** A total of 578 CT-guided punctures of simulated lesions, including manual puncture ($n=290$) and puncture using positioning device ($n=288$), were performed. The accuracy rates of puncture in the manual group and the positioning device group were 94.8% and 51.7% respectively, and the puncture angle deviation in the positioning device group and the manual group were 1°(0°, 1°) and 3°(1°, 7°) respectively, indicating that CT-guided puncture with positioning device was obviously superior to CT-guided manual puncture ($P<0.01$). **Conclusion** In performing CT-guided percutaneous puncture, the use of the novel puncture positioning device can significantly improve the accuracy rate and precision of puncturing. (J Intervent Radiol, 2021, 30: 693-696)

【Key words】 CT guidance; percutaneous puncture; body surface localization; angle measurement

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2021.07.011

作者单位: 230061 合肥 安徽医科大学第三附属医院(合肥市第一人民医院)放射科(杨婉、高斌)、介入科(杨会军)

通信作者: 高斌 E-mail: gaobin_3136@163.com

随着影像技术发展,许多疾病早期即能发现,但影像学上存在“同病异影”“异病同影”现象,仅通过影像学定性诊断存在一定困难。CT 导引下经皮穿刺活检术作为一种获取病理组织对病变进行明确诊断的重要技术,具有准确率高、操作方便等优势,在胸部、腹部、骨骼肌肉系统等部位占位性病变诊断和鉴别诊断中发挥着重大作用^[1-3]。但是目前临床操作过程中医师穿刺时大多主观判断进针角度,穿刺结果存在不同程度误差,需要反复 CT 扫描和重复进针,从而增加患者辐射剂量,降低了穿刺治疗或活体组织取样的成功率。为此,本中心研制出一种新型 CT 导引下穿刺定位装置,并通过实验证实可明显提高穿刺准确率。现报道如下。

1 材料与方法

1.1 研究对象

取长 25 cm、宽 20 cm、高 15 cm 猪后臀肉模拟正常人体肌肉组织,采用黏土制作模拟病灶,大小分别为 5 mm×5 mm×5 mm、10 mm×10 mm×10 mm、15 mm×15 mm×15 mm(以下统称为 5 mm、10 mm、15 mm 病灶),计划距体表深度分别为 30 mm、50 mm、80 mm,将模拟病灶根据大小、深度分散放置在模拟正常肌肉组织的猪肉内,在同层面内计划进针角度为 0°、25°、50°。

1.2 实验器材与设备

采用 Light Speed Ultra 双排螺旋 CT(美国 GE 公司)进行导引,自制穿刺定位装置(实用新型专利号:ZL201820768596.3,图 1)控制进针角度和进针方向,MCXS1815BP 型 17 G 同轴导引活检针(美国 Argon 公司)进行穿刺。

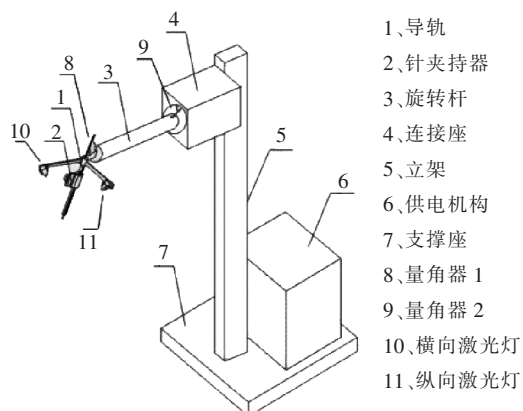


图 1 自制穿刺定位装置示意图

1.3 穿刺定位装置操作方法

将穿刺针放置在穿刺定位装置夹持器(图 1-

2#)内,针的长轴与导轨长轴平行,且可沿着导轨向前直线滑行,导轨末端连接一量角器(图 1-8#),量角器与导轨长轴平行,该量角器可以准确控制穿刺进针角度,确保穿刺角度准确性。旋转杆末端连接另一量角器(图 1-9#),量角器与导轨长轴垂直,该量角器可准确控制穿刺针向患者头侧或足侧偏斜的角度,确保穿刺针在计划的横断面内。根据 CT 定位像上设计的进针角度旋转导轨,调整进针角度使其与计划进针角度大小一致。穿刺定位装置上的两盏激光灯(图 1-10#、11#)分别发出横向和纵向的“一”字形激光束投影至体表呈“十”字交叉形激光束,十字交叉点即为针尖位置,将十字交叉点对准体表定位点,沿导轨推动穿刺针向前直线滑行进入模拟组织及病灶。

1.4 实验研究方法

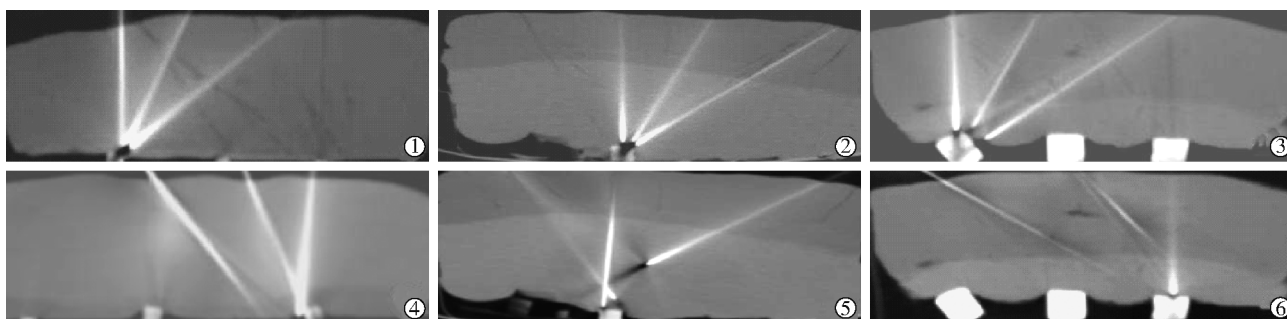
将模拟病灶根据大小、深度分散放置在模拟正常肌肉组织的猪肉内,猪肉表面放置普通栅栏,Light Speed Ultra 双排螺旋 CT 进行平扫定位,规划设计进针点、进针路径、进针角度。实验组:穿刺医师用穿刺定位装置辅助穿刺;对照组:穿刺医师根据设定的进针路径和进针角度目测徒手穿刺。两组均由 1 名有多年工作经验的医师进行穿刺。医师穿刺后再次行 CT 扫描(图 2),观察是否准确穿刺至病灶、穿刺针是否向头侧(或足侧)偏斜,并根据 CT 横断面图像通过 CT 设备后处理工具测得实际进针角度(穿刺针进针方向与水平面垂线的夹角),比较两组进针角度误差(实际进针角度与计划进针角度的偏差,即实际进针角度减去计划进针角度,取绝对值)、头足侧偏斜(穿刺针不在计划的穿刺横断面内时,针尖向患者头侧或足侧偏斜)率和穿刺准确(穿刺针针尖或针尖延长线经过病灶)率。

1.5 统计学分析

采用 SPSS 17.0 软件对数据进行统计分析。采用双侧检验,以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。计量资料符合正态分布以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,非正态分布以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示。两组间符合正态分布且满足方差齐性数据用 t 检验,偏态分布数据用秩和检验。计数资料以率表示,率的比较用 χ^2 检验。

2 结果

CT 导引下穿刺模拟病灶共 578 次。其中徒手穿刺 290 次,定位装置辅助穿刺 288 次;实验组定位装置穿刺 5 mm、10 mm、15 mm 模拟病灶时角度偏差较小,穿刺针针尖偏斜次数较少,能较为准确地



①②③分别为实验组应用定位装置辅助穿刺 5 mm、10 mm、15 mm 模拟病灶,均准确穿刺至病灶;④⑤⑥分别为对照组徒手穿刺 5 mm、10 mm、15 mm 模拟病灶,准确穿刺至病灶的针数较少,进针角度偏差较大,部分穿刺针针尖偏斜

图 2 实验组和对照组穿刺后 CT 横断面影像

穿刺至病灶(图 2①②③),对照组徒手穿刺同样大小病灶时角度偏差较大,穿刺针针尖偏斜次数较多,准确穿刺至病灶的次数较少(图 2④⑤⑥);进针角度误差分别为 $1^{\circ}(0^{\circ}, 1^{\circ})$ 、 $3^{\circ}(1^{\circ}, 7^{\circ})$,实验组显著低于对照组($P < 0.01$);头足侧偏斜率分别为 2.4%、23.4%,实验组显著低于对照组($P < 0.01$);穿刺准确率分别为 94.8%、51.7%,实验组显著高于对照组($P < 0.01$),见表 1。

表 1 两组进针角度误差、头足侧偏斜率及穿刺准确率比较

参数	对照组	实验组	$Z\chi^2$ 值	P 值
进针角度误差	$3^{\circ}(1^{\circ}, 7^{\circ})$	$1^{\circ}(0^{\circ}, 1^{\circ})$	-12.94	<0.01
头足侧偏斜率/%	23.4(68/290)	2.4(7/288)	56.53	<0.01
穿刺准确率/%	51.7(150/290)	94.8(273/288)	136.57	<0.01

不同大小病灶、不同深度病灶和不同穿刺角度的穿刺准确率对比结果显示,实验组均显著高于对照组($P < 0.01$),OR 值(95%CI)分别为 18.44(10.23,33.08)、17.81(9.98,31.80)和 21.54(11.77,39.41)(表 2、3、4),即在分别控制了不同病灶大小、深度和穿刺角度分层因素影响后,应用定位装置的穿刺准确率分别为徒手穿刺的 18.4、17.8 和 21.5 倍。

表 2 两组不同大小病灶穿刺准确率比较 %

组别	病灶大小			OR(95%CI)
	5 mm	10 mm	15 mm	
对照组	34.1(30/88)	57.0(65/114)	62.5(55/88)	18.44(10.23,33.08)
实验组	92.0(80/87)	95.7(110/115)	96.5(83/86)	
χ^2 值	62.74	47.42	30.66	
P 值	<0.01	<0.01	<0.01	

表 3 两组不同深度病灶穿刺准确率比较 %

组别	距体表深度			OR(95%CI)
	30 mm	50 mm	80 mm	
对照组	59.3(48/81)	60.0(54/90)	40.3(48/119)	17.81(9.98,31.80)
实验组	92.5(74/80)	98.9(88/89)	93.3(111/119)	
χ^2 值	24.23	41.25	75.20	
P 值	<0.01	<0.01	<0.01	

表 4 两组不同穿刺角度穿刺准确率比较 %

组别	穿刺角度			OR(95%CI)
	0°	25°	50°	
对照组	74.2(72/97)	41.7(40/96)	39.2(38/97)	21.54(11.77,39.41)
实验组	100(95/95)	91.8(89/97)	92.7(89/96)	
χ^2 值	28.15	54.61	61.45	
P 值	<0.01	<0.01	<0.01	

3 讨论

CT 导引下经皮穿刺活检术不仅适用于早期恶性疾病诊断,而且在制定治疗方案等方面有一定指导意义^[4]。但在临床操作过程中,穿刺医师主观判断穿刺进针角度,误差较大。本研究自制的穿刺定位装置,可客观测量进针角度及控制进针方向,操作简单方便,能明显提高穿刺准确率。

3.1 CT 导引下经皮穿刺分析

CT 导引下经皮穿刺活检术在临床广泛应用,据报道其对纵隔肿块、肺部占位性病变及胰腺肿瘤诊断准确率均达 90%以上,对骨骼病变定性准确率也达 78.7%^[5-8]。然而操作过程中存在一些问题,已引起临床医师关注。CT 具有较高的密度分辨率和空间分辨率,能清楚显示病灶位置、大小、内部结构特点,根据 CT 图像精确设计出穿刺最佳路径;由于 CT 无法实时动态观察穿刺针走行情况,穿刺医师通常依靠记忆或对照 CT 图像确定进针角度和进针路径,穿刺时穿刺针进针方向往往与预定路径存在偏差,造成穿刺效果不理想,从而需要通过 CT 重复扫描并反复退针、进针调整穿刺角度。CT 重复扫描增加辐射剂量,反复进针增加穿刺并发症发生概率^[9],且进针每增加 10 mm,并发症风险增加 24.6%^[10];文献报道气胸发生率为 10%~40%,肺出血发生率为 26%~33%^[11-12]。此外,穿刺时间过长,操作医师易产生疲劳,进针时划伤肺组织或胸膜的可能性加大,给患者带来不必要的痛苦。

3.2 CT 导引下经皮穿刺影响因素分析

CT 导引下经皮穿刺活检术诊断准确率各家报道不一,影响经皮穿刺准确率的因素众多,主要包括:①病灶大小、进针深度及进针角度。病灶越小,穿刺难度越大,本实验中穿刺病灶为 15 mm 时定位装置辅助穿刺、徒手穿刺的穿刺准确率分别为 96.5%、62.5%,而病灶减小为 5 mm 时两组穿刺准确率明显降低;进针越深,穿刺难度越大;进针角度稍有偏差,将会偏离病灶。②穿刺时穿刺针是否保持在一个平面,避免向头侧或足侧偏斜。穿刺时针尖稍有偏斜,穿刺针偏离计划的横断面、偏离病灶的可能性加大(图 2⑥)。③是否准确定位进针,这至关重要,进针点稍有偏差,准确穿刺至病灶的难度加大。穿刺中若遇病灶被肋骨或其他器官遮挡时,可在保证精准穿刺角度的同时适当倾斜针尖错层穿刺,提高穿刺效率。患者呼吸运动是影响进针点定位的重要因素,呼吸幅度过大时定位点易偏移,因此操作前应加强患者呼吸训练,穿刺胸部病灶时嘱吸气后屏气,穿刺腹部病灶时嘱平静呼吸下屏气,对于呼吸控制不佳患者可让其捏住鼻子或绑上腹带,以控制呼吸幅度。④穿刺医师穿刺技术和临床经验。若操作技术不熟练,长时间手术时易疲劳,进针角度、深度更易出现偏差。

3.3 自制穿刺定位装置优越性分析

针对传统穿刺方式存在的问题,急需找到一种方法能导引穿刺针按照 CT 机预设的方向和角度,准确穿刺至病灶,提高穿刺准确率和穿刺效率。本研究研制的穿刺定位装置上有两盏激光灯,可确保针尖与体表定位点重合;装置前端设置导轨,可使穿刺针沿导轨向前直线滑行,避免人手波动对穿刺的影响,为操作医师提供穿刺方向的导引;导轨末端和旋转杆末端的量角器,能客观测量进针角度,精准控制针尖不向患者头侧或足侧偏斜,避免人眼主观误差并有效减少穿刺偏斜。由本实验可看出,穿刺定位装置的角度精准度明显高于徒手穿刺,穿刺针尖偏斜率(2.4%)明显低于徒手穿刺(23.4%);穿刺不同大小、不同深度模拟病灶准确率分别为徒手穿刺的 18.4、17.8 倍;如此三维定位,使 CT 设计的穿刺路径得以精准执行,操作方法简单,易于掌握。

3.4 不足与展望

CT 导引下经皮穿刺活检术作为微创检查手段,在临床已得到广泛应用。本研究通过模拟实验证实穿刺定位装置定位准确、精准度高,但临床实际应

用中仍存在诸多问题,例如患者呼吸运动对定位准确性的影响,病灶周围结构对设计穿刺路径的影响,临床采用的逐步进针法与本穿刺装置辅助穿刺定位方法的比较等。后期将在临床进行试验研究,对比临床传统穿刺方式与本装置辅助穿刺的穿刺准确率、CT 扫描次数、手术时间、单个病灶进针次数、并发症发生率等指标,进一步收集数据论证穿刺定位装置的实用性。

总之,本研究自制新型穿刺定位装置装备灵巧,使用简单方便、定位准确,新手经培训即可操作,有重要的临床应用价值。后期将对装置进行进一步研究和探索,以期尽早在临床应用与推广。

[参考文献]

- [1] 杨成睿,袁鹏飞. CT 引导下穿刺活检在肺部结节患者中应用价值分析[J]. 现代医用影像学, 2018, 27:1495-1496.
- [2] 胡煜,信涛. CT 引导下经皮肺穿刺活检术对肺部占位性病变的临床诊断意义和安全性分析[J]. 现代肿瘤医学, 2018, 26:3070-3072.
- [3] 刘丹,耿左军,朱青峰,等. CT 引导下经皮肺穿刺活检的临床应用[J]. 介入放射学杂志, 2018, 27:539-543.
- [4] 吴国斌,曾省都,袁平,等. CT 引导下经皮肺穿刺活检术的临床价值及安全性评价[J]. 中国现代医生, 2016, 54:114-116.
- [5] Lee HN, Yun SJ, Kim JI, et al. Diagnostic outcome and safety of CT-guided core needle biopsy for mediastinal masses: a systematic review and meta-analysis[J]. Eur Radiol, 2020, 30: 588-599.
- [6] 杨晓娜,刘红,王静,等. CT 引导下经皮肺穿刺活检临床应用分析[J]. 肿瘤基础与临床, 2017, 30:76-78.
- [7] Su YY, Liu YS, Chao YJ, et al. Percutaneous computed tomography-guided coaxial core biopsy for the diagnosis of pancreatic tumors[J]. J Clin Med, 2019, 8: 1633.
- [8] 蒋辉,吴春根,程永德,等. 骨肿瘤及肿瘤样病变 CT 引导下穿刺活检与手术病理对照研究[J]. 介入放射学杂志, 2010, 19:49-52.
- [9] Billich C, Muche R, Brenner G, et al. CT-guided lung biopsy: incidence of pneumothorax after instillation of NaCl into the biopsy track[J]. Eur Radiol, 2008, 18: 1146-1152.
- [10] 胡富天,黄大钊,李晓群,等. C 臂 CT 引导肺穿刺活检术并发症的危险因素分析[J]. 介入放射学杂志, 2019, 28:49-53.
- [11] Yankelevitz DF, Vazquez M, Henschke C. Special techniques in transthoracic needle biopsy of pulmonary nodules[J]. Radiol Clin North Am, 2000, 38: 267-279.
- [12] 胡猛,符媛媛,熊强. CT 引导下经皮肺穿刺活检术对 438 例肺部肿块临床诊断意义[J]. 中国呼吸与危重监护杂志, 2017, 16:34-39.

(收稿日期:2020-07-10)

(本文编辑:边 倩)