

· 临床研究 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.11.007

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240304.1500.017\(2024-03-07\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240304.1500.017(2024-03-07))

自动激光导航在经皮骨髓穿刺活检术中的应用研究*

熊俊儒,何 闯[△],黄学全

(陆军军医大学第一附属医院核医学科,重庆 400038)

[摘要] **目的** 探讨自动激光导航引导下经皮骨髓穿刺活检与 CT 引导下徒手经皮骨髓穿刺活检的优劣性。**方法** 选取 2022 年 1—6 月于该院核医学科行骨髓穿刺活检的 70 例患者为研究对象,根据引导方式的不同分为激光导航组(自动激光导航引导下骨髓穿刺活检, $n=30$)和徒手穿刺组(CT 引导下徒手经皮骨髓穿刺活检, $n=40$),比较两组操作持续时间、辐射总剂量、扫描总次数、骨性病变更阳性率和穿刺并发症发生情况。**结果** 与徒手穿刺组比较,激光导航组操作持续时间更短[11.00(7.00,13.00)min vs. 13.00(11.00,17.75)min],辐射总剂量更低[439.00(291.00,568.75)mGy vs. 510.00(431.25,708.50)mGy],扫描总次数更少[4.50(3.00,6.00)次 vs. 6.00(5.00,7.00)次],差异有统计学意义($P<0.05$)。激光导航组与徒手穿刺组骨性病变更阳性率比较[96.67%(29/30) vs. 85.00%(34/40)],差异无统计学意义($P>0.05$)。两组均无穿刺并发症发生。**结论** 自动激光导航能辅助术者更好地完成经皮骨髓穿刺活检术。

[关键词] 自动激光导航;经皮骨髓穿刺活检;辐射总剂量;时间;扫描次数

[中图分类号] R730.9;R817 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2024)11-1636-04

Application of automatic laser navigation in percutaneous bone marrow puncture biopsy*

XIONG Junru, HE Chuang[△], HUANG Xuequan

(Department of Nuclear Medicine, First Affiliated Hospital of Army Military Medical University, Chongqing 400038, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the advantages and disadvantages of percutaneous bone marrow puncture biopsy guided by automatic laser navigation and free-hand percutaneous bone marrow biopsy guided by CT. **Methods** Seventy patients with bone marrow biopsy at the department of nuclear medicine in this hospital from January to June 2022 were selected as the study subjects and divided into the laser navigation group (bone marrow biopsy guided by automatic laser navigation, $n=30$) and free-hand puncture group (percutaneous bone marrow biopsy guided by CT, $n=40$) based on different guidance methods. The duration of the procedure, total radiation dose, total number of scans, positive rate of bone lesion biopsy and puncture complications occurrence were compared between the two groups. **Results** Compared to the free-hand puncture group, the operation duration in the laser navigation group was shorter [11.00(7.00,13.00)min vs. 13.00(11.00,17.75)min], the total radiation dose was lower [439.00(291.00,568.75)mGy vs. 510.00(431.25,708.50)mGy], total number of scans was less [4.50(3.00,6.00)times vs. 6.00(5.00,7.00)times], and the differences were statistically significant ($P<0.05$). There was no statistically significant difference in the positive rate of bone lesion biopsy between the laser navigation group and free-hand puncture group [96.67%(29/30) vs. 85.00%(34/40), $P>0.05$]. No puncture complications occurred in both groups. **Conclusion** Automatic laser navigation could assist the operators to better complete percutaneous bone marrow biopsy procedures.

[Key words] automatic laser navigation; percutaneous bone marrow puncture biopsy; total radiation dose; time; number of scans

骨性病变更因影像表现多样而难以诊断及鉴别诊断,常需要借助病理标本协同诊断。随着科技的飞速发展,CT 成像具有快速、高空间分辨率和高密度分辨

力等优点,因此 CT 引导下的骨髓穿刺活检术已经成为获取骨性病变更病理组织的常规手段^[1]。这种技术安全、经济、准确、快速,因此越来越受到人们的关

注^[2]。近年来,为了普及穿刺技术并解决不同地区和不同年资手术医生技术差异较大的问题,机器人辅助穿刺技术应运而生,并得到了高速发展^[3]。

目前,国内外研究了多种穿刺辅助装置,如电磁导航、光学导航、机械导航和激光导航^[4],且关于导航引导下穿刺活检的研究主要集中于电磁导航和光学导航,而激光导航的研究较少^[5]。因此,本研究旨在探讨自动激光导航引导下经皮骨髓穿刺活检与 CT 引导下徒手经皮骨髓穿刺活检的优劣性,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2022 年 1—6 月于本院核医学科行骨髓穿刺活检的 70 例患者为研究对象。纳入标准:(1)完成各项术前检查,且生命体征平稳各项指标正常;(2)成骨性骨质 CT 值 $<1\ 000$ HU。排除标准:(1)意识障碍或合并精神疾病;(2)拒绝配合者。研究对象中男 43 例,女 27 例;年龄 14~77 岁,平均 (54.0 ± 17.3) 岁;骨髓穿刺部位:胸椎 19 例,腰椎 21 例,躯干骨 23 例,四肢骨 7 例;病变性质:成骨性改变 14 例,溶骨性改变 38 例,混合性 11 例,无明显骨质改变 7 例。根据引导方式的不同分为激光导航组(自动激光导航引导下经皮骨髓穿刺活检术, $n=30$)和徒手穿刺组(CT 引导下徒手经皮骨髓穿刺活检术, $n=40$)。本研究通过本院伦理委员会审核批准[(B)KY2023 018]。

1.2 方法

1.2.1 设备与材料

联影 510 螺旋 CT;徒手穿刺使用的自制定位栅;LGS-A 自动激光导航仪(头足侧摆动 $-30^{\circ}\sim 30^{\circ}$,左右侧摆动 $-90^{\circ}\sim 90^{\circ}$,误差均 $<0.5^{\circ}$,重复定位误差 <1 mm)。COOK 13G 骨穿活检针;10%甲醛标本浸泡溶液。所有患者完善术前检查,包括血常规、凝血项、心电图、输血前检查、影像学检查,明确是否口服抗凝药物、穿刺部位并告知手术风险签署知情同意书。

1.2.2 CT 引导下徒手经皮骨髓穿刺方法

(1)体位选择:常规俯卧位,但具体情况视病灶情况而定不应局限于常规体位,并在病变椎体附近摆上自制栅栏用于 X 轴定位。(2)扫描参数:由于骨性病变更位置相对稳定不易变动,所以根据影像资料对病变骨相邻小范围以 120 KV、150 mAs、螺距 1.062 5、旋转时间 0.5 s、层厚 5 mm、层间距 5 mm 的条件进行常规扫描,实时重建 1~2 mm 层厚的以 SOFT 软组织算法进行重建的薄层,以窗宽 1 400,窗位 100(降低伪影,看清骨组织与软组织)进行观察平扫,高风险部

位如寰枢椎等应做增强扫描降低风险,根据扫描图像进行手术路线规划。(3)定位:根据常规图像避开危及器官与粗大血管,选择合适的体表进针点与目标靶点。路线划定后将自动出现进针角度与进针深度,执行计划后激光灯将自动移动到计划位置。划层面用 CT 指示灯进行 Z 轴定位,根据自制栅栏进行 X 轴定位,常规消毒铺巾,用 2%利多卡因局部麻醉并以空针针头进行体表定位,然后进行以定位层面为中心的小范围 CT 扫描,再次确定进针方向。(4)进针及调针:通过扫描的图像再次明确进针方向,高风险部位必要时可以做多平面重建和体绘制重建,螺旋进针并实时询问患者感觉是否有所不适直至针尖抵达病灶再次扫描明确核实针头位置,若位置满意,针筒带负压抽吸组织至组织量满意为止。(5)复查:拔出骨穿针后局部按压止血,复查 CT 影像观察早期并发症。

1.2.3 自动激光导航引导下经皮骨髓穿刺方法

(1)体位选择:与徒手穿刺一致,但不用放置体表自制定位栅。(2)扫描参数:同徒手穿刺参数。(3)图像导入与计划设计:将扫描的图像以 DICOM 模式导入导航系统,系统将重建出 2D 和 3D 图像,根据病灶特点,血管分布,神经根走行在合适的模式下选择正确路径(若需多点取材也可同时在不同层面根据需求设计不同方向路径然后分次执行)。(4)进针及调针:执行设计计划后,常规消毒铺巾,用 2%利多卡因局部麻醉,将骨穿针针尖置于自动激光下,在患者体表标记点将骨穿针针尾对准激光标记直接进针,根据术者经验评估是进行扫描复核调针,直至达到病灶处并用针筒带负压抽吸组织直至组织量满意为止。(5)复查:拔出骨穿针后按压止血,且观察是否有早期并发症发生,见图 1。

1.2.4 观察指标

比较两组操作持续时间、辐射总剂量、扫描总次数、骨性病变更活阳性率和穿刺并发症发生情况。

1.3 统计学处理

采用 SPSS26.0 软件进行数据分析,计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,比较采用秩和检验;计数资料以例数或百分比表示,比较采用 χ^2 检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

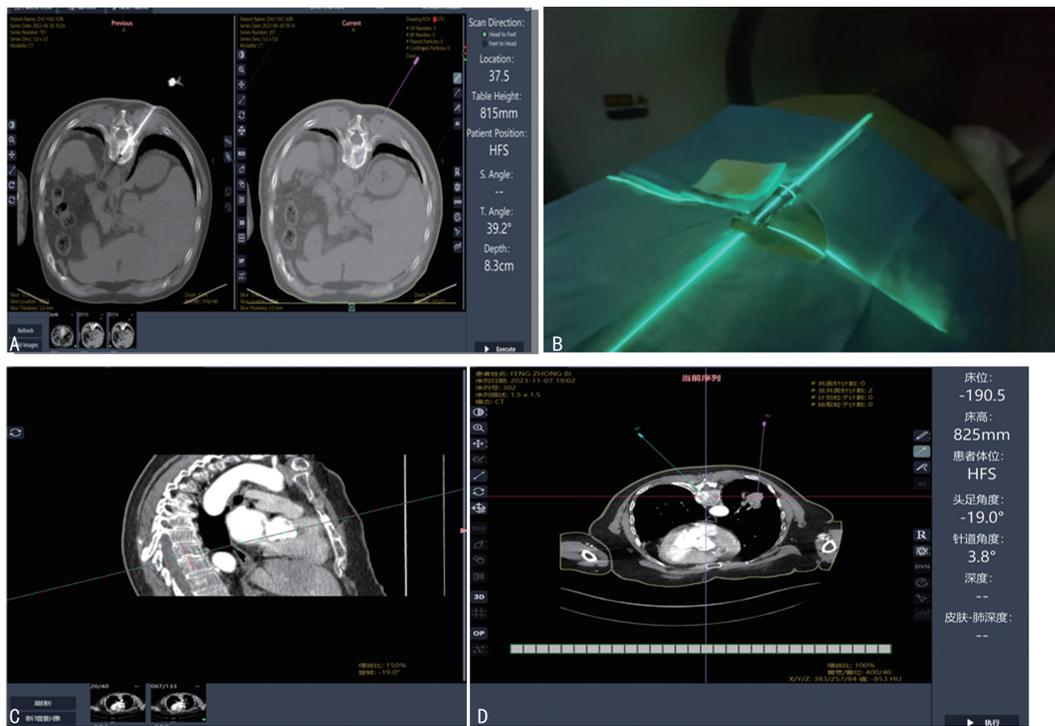
与徒手穿刺组比较,激光导航组操作持续时间更短,辐射总剂量更低,扫描总次数更少,差异有统计学意义($P<0.05$);两组骨性病变更活阳性率比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。两组均无穿刺并发症发生。

表 1 两组操作持续时间、辐射总剂量、扫描总次数、骨性病变更活阳性率比较

项目	激光导航组($n=30$)	徒手穿刺组($n=40$)	Z/ χ^2	P
操作持续时间 $[M(Q_1, Q_3), \text{min}]$	11.00(7.00, 13.00)	13.00(11.00, 17.75)	2.670	0.008
辐射总剂量 $[M(Q_1, Q_3), \text{mGy}]$	439.00(291.00, 568.75)	510.00(431.25, 708.50)	2.534	0.011

续表 1 两组操作持续时间、辐射总剂量、扫描总次数、骨性病变活检阳性率比较

项目	激光导航组($n=30$)	徒手穿刺组($n=40$)	Z/ χ^2	P
扫描总次数[M(Q ₁ ,Q ₃),次]	4.50(3.00,6.00)	6.00(5.00,7.00)	3.769	0.001
骨性病变活检阳性率[n(%)]	29(96.67)	34(85.00)	1.460	0.226



A: 计划路径设计,包括角度、深度、CT床位等信息提示,并通过CT扫描验证;B:自动激光导航下穿刺到位;C:3D增强重建路径设计;D:3D重建模式下非共面椎体活检,同时实行非共面肺活检术。

图 1 自动激光导航下胸椎穿刺活检示意图

3 讨论

相较于传统外科手术进行病理标本取材,CT引导下骨髓穿刺活检术具有操作简便、手术时间短、创伤小、并发症少等优点^[6],同时具备良好的预后和较低的手术费用,因此具有很高的实用性^[7]。然而,由于CT引导下骨髓穿刺活检术需要进行放射性扫描,患者会接受一定的辐射剂量,而过高的辐射剂量可能会增加患者患癌症的风险,因此在现代医学中,如何降低辐射剂量是一个亟待解决的重大问题^[8-11]。本研究结果表明,运用自动激光导航仪可以明显减少穿刺过程中CT扫描产生的总辐射剂量,从而降低患者因辐射致癌的潜在风险。

相对于其他运动性器官,骨性病变位置相对固定,危及器官、血管较少,不受呼吸运动、肠道蠕动等生理活动的影响,因此骨性组织更适合在自动激光导航下进行活检。因为进入骨性组织后活检针取材方向很难调整,所以在进骨性组织前,活检针方向的准确性至关重要^[12],在具备自动激光导航引导系统的情况下,通过提供穿刺角度、路径及长度等信息,可以明显减少术中反复调整活检针进针方向、角度、深度的次数,从而极大地提高了手术效率并减少了操作时间^[13],此外,这种引导方式还能降低辐射总剂量,进一步保障手术安全性和医护人员健康^[14]。本研究中,激

光导航组辐射总剂量(439.00 mGy)低于徒手穿刺组(510.00 mGy),这与王勇等^[15]研究结果相符。在客观的自动激光导航引导下可以大大减少术者主观性,以激光为参照更为精准、安全,同时也减少了操作及扫描的时间及调针、插针导致的并发症发生率^[16]。

CT引导下徒手骨髓穿刺对术者有较高的操作要求^[17-18]。而自动激光导航系统可以帮助初学者更快速、安全、有效地进行经皮骨髓穿刺活检术^[19-20]。本研究结果显示,两组骨性病变活检阳性率比较,差异无统计学意义($P>0.05$),但激光导航组操作持续时间更短,辐射总剂量更低,扫描总次数更少($P<0.05$),且两组均无穿刺并发症发生。所以自动激光导航系统在一些新开展CT引导下活检技术或一些穿刺经验不足的基层单位中能极大地缩短术者的学习周期,且该技术的发展与普及可对患者起到积极的临床意义^[21]。

但各种穿刺辅助装置也有不足之处,电磁导航的电极片易损坏,易受体内及周围磁场干扰^[22];光学导航的摄像头易被遮挡,操作不太灵活^[23-24];机械导航的模块太大,操作易受遮挡来说^[25]。激光导航虽然操作更加简洁,设备更加稳定性,但激光定位架所能提供非共面进针角度有限,且不能与电磁和光学导航一样在视觉上提供相对准确的参考^[26]。故今后的导航系统可

以将各种模式相互融合,以提供更完美的方案。

综上所述,自动激光导航能辅助术者更好地完成经皮骨髓穿刺活检术,值得推广应用。

参考文献

- [1] 华奇峰,郑建军,胡碧波,等. CT 引导下经皮穿刺活检技术在脊柱感染病变诊断中的应用研究[J]. 中华医院感染学杂志,2016,26(7):2797-2799.
- [2] 郑岩,张进,郑洁. 双层探测器光谱 CT 在胸部疾病的应用进展[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志,2023,21(5):177-179.
- [3] 陈光彪,付庄,张铁锋,等. CT 导航下的机器人辅助穿刺定位方法[J]. 西安交通大学学报,2019,53(4):85-92.
- [4] 文艺,李晓冰,吴智群. 新型机械导航系统辅助穿刺初步实验研究[J]. 介入放射学杂志,2021,30(3):585-588.
- [5] 孙木水,杨荣骞,陈锦福,等. 光学导航系统辅助 CT 导向在经皮穿刺活检术中的应用研究[J]. 影像研究与医学应用,2022,6(14):86-88.
- [6] 张弛,杨国辉,王猛,等. CT 引导下经骨皮质同轴穿刺活检术在骨肿瘤病变中的应用价值[J]. 肿瘤基础与临床,2016,29(3):228-230.
- [7] 宋光泽,陈秉耀,李永军,等. X 线与 CT 引导下骨病变穿刺活检的临床应用[J]. 现代仪器与医疗,2022,28(3):39-42.
- [8] 杨君琳,翟笃昌,周秀智,等. 低管电压和低对比剂联合 IMR 技术在椎动脉 V3 段 3DCTA 中的可行性研究[J]. 重庆医学,2024,53(1):5-10.
- [9] LUMNICZKY K,IMPENS N,ARMENGOL G,et al. Low dose ionizing radiation effects on the immune system[J]. Environ Int,2020,22(1):103-107.
- [10] 倪洋,张继勉,牛振,等. 职业卫生标准(GBZ/T220.2-2009)在放射卫生专业技术人员中的应用追踪评价[J]. 中国辐射卫生,2022,31(1):47-51.
- [11] 郭睿,胡跃群,胡鹏志,等. 头颈部 CTA 联合全脑 CT 灌注一站式扫描中时间间隔对灌注参数的影响[J]. 中国医学影像技术,2019,35(1):1095-1098.
- [12] 张维义,杨纬,马才英. CT 引导骨填充网袋成形术治疗老年骨质疏松性椎体压缩骨折的疗效[J]. 临床骨科杂志,2023,26(2):153-157.
- [13] 杨纯杰,吴月敏,胡颜江,等. 双极激光定位导航仪在肺癌 CT 引导经皮肺穿刺活检中的应用[J]. 临床肿瘤学杂志,2020,25(12):1116-1120.
- [14] 牛延涛,张永县,康天良,等. 成年人 CT 扫描中辐射剂量和诊断参考水平的探讨[J]. 中华放射医学与防护杂志,2016,36(11):862-867.
- [15] 王勇,陈列松,周钢,等. 远距离激光引导进针角度装置用于 CT 引导下经皮肺穿刺活检[J]. 中国介入影像与治疗学,2021,18(6):330-334.
- [16] 曾晖,章浙伟,严兴,等. IG4 电磁导航系统辅助 CT 引导下肺穿刺活检术在肺占位病变诊断中的临床价值[J/CD]. 中华危重症医学杂志(电子版),2020,13(4):264-269.
- [17] 李东源,李良山,刘丽,等. CT 引导下肠道占位病变穿刺活检的临床应用[J]. 介入放射学杂志,2023,32(8):804-807.
- [18] 凤婧,颜浩,韩娟,等. CT 引导下经皮肺穿刺活检术在肺部占位性病变诊断中的临床应用[J]. 重庆医学,2022,51(4):607-611.
- [19] 张孝军,曹传武,韩世龙,等. 智能导航辅助 CT 引导下肺小结节穿刺活检的临床应用[J]. 临床放射学杂志,2017,36(10):1494-1498.
- [20] BHATTACHARJI P,MOORE W. Application of real-time 3D navigation system in CT-guided percutaneous interventional procedures:a feasibility study[J]. Radiol Res Pract,2017,20(2):155-161.
- [21] 赵洪华,李国平,曹树坤,等. 机器人辅助靶向穿刺手术关键技术综述[J]. 济南大学学报(自然科学版),2015,29(6):465-470.
- [22] 吕银章,石磊,郑光,等. 电磁导航辅助 CT 引导系统在孤立性肺结节穿刺活检中的应用[J]. 中华放射学杂志,2018,52(6):472-474.
- [23] 王国伟,许兴钢,王亮. 光学导航系统辅助 CT 导向肺穿刺活检术的应用研究[J]. 健康研究,2021,41(5):572-574.
- [24] CHEN X,YAN Y,LI A,et al. Robot-assisted needle insertion for CT-guided puncture: experimental study with a phantom and animals [J]. Cardiovasc Intervent Radiol,2023,46(1):128-135.
- [25] EDAIGBINI S A,AMINU M B,DELIA I Z,et al. Sensitivity of computed tomography guided transthoracic biopsies in a Nigerian tertiary institution[J]. Niger J Surg,2017,17(2):146-149.
- [26] 张惠,王渊,郭晨光,等. 智能穿刺手术导航辅助 CT 引导非血管介入诊疗的临床应用[J]. 中国数字医学,2022,17(1):38-43.