

## 新型机器人辅助穿刺系统在 CT 引导下肺穿刺活检术的应用研究及护理配合

张 峥, 郁晓路, 李 飞, 康 健, 唐晓佳, 陆一骏

**【摘要】 目的** 探讨新型机器人辅助穿刺系统 RC120 在 CT 引导下肺穿刺活检术的应用效果及护理配合, 以期新型机器人辅助穿刺系统的推广应用提供现实依据。**方法** 2022 年 1 至 6 月, 采用随机抽样法选择上海市肺科医院行机器人辅助穿刺的患者 29 例为观察组, 同期同法选择采用传统经 CT 引导下人工操作穿刺的 29 例患者为对照组。对照组实施传统护理, 观察组在传统护理的基础上采取针对性护理, 比较两组穿刺患者的定位精度、护理满意度及并发症发生率。**结果** 观察组患者定位精度为 5.0 mm (3.6~6.2 mm), 优于对照组的 6.4 mm (4.0~8.4 mm), 差异有统计学意义 ( $Z=-2.179, P=0.034$ )。观察组患者的满意度为 (91.1±1.6) 分, 明显高于对照组的 (82.2±1.7) 分, 差异有统计学意义 ( $t=21.047, P<0.001$ )。观察组中有 2 例患者发生并发症, 并发症发生率为 6.9%; 而对照组有 8 例患者发生并发症, 并发症发生率为 27.6%; 差异有统计学意义 ( $\chi^2=4.350, P=0.037$ )。**结论** 针对性护理能够减少辅助穿刺系统 RC120 在 CT 引导下进行肺穿刺引起的并发症发生风险, 提高肺穿刺定位精度, 提升患者护理满意度, 值得推广。

**【关键词】** CT 引导下肺穿刺; 机器人辅助穿刺系统; 定位精度; 护理满意度; 肺穿刺并发症; 护理  
中图分类号: R473.6 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X(2024)-05-0549-06

**A new robot-assisted puncture system used for CT-guided lung puncture biopsy: its application research and nursing cooperation** ZHANG Zheng, YU Xiaolu, Li Fei, Kang Jian, Tang Xiaojia, LU Yijun. Department of Radiology, Affiliated Shanghai Municipal Pulmonary Hospital, Tongji University, Shanghai 200433, China

Corresponding author: YU Xiaolu, E-mail: yuxiaolu0509@163.com

**【Abstract】 Objective** To explore the clinical effect and nursing cooperation of the new robot-assisted puncture system RC120 in CT-guided lung puncture biopsy, so as to provide practical basis for the promotion and utilization of the new robot-assisted puncture system. **Methods** Using random sampling method, a total of 29 patients, who received robot-assisted lung puncture at the Shanghai Municipal Pulmonary Hospital of China between January and June of 2022, were collected as the study group, while other 29 patients, who received traditional manual lung puncture under CT guidance in the same period, were collected as the control group. For the patients of the control group traditional nursing was implemented, while for the patients of the study group on the basis of traditional nursing the additional targeted nursing care was carried out. The accuracy of puncture localization, satisfaction with the nursing care, and incidence of complications were compared between the two groups. **Results** The accuracy of puncture localization in the study group was 5.0 mm (3.6–6.2 mm), which was better than 6.4 mm (4.0–8.4 mm) in the control group, and the difference was statistically significant ( $Z=-2.179, P=0.034$ ). The patient satisfaction score in the study group was (91.1±1.6) points, which was significantly higher than (82.2±1.7) points in control group, and the difference was statistically significant ( $t=21.047, P<0.001$ ). In the study group 2 patients developed complications with an incidence of 6.9%, while in the control group 8 patients developed complications with an incidence of 27.6%, and the difference was statistically significant ( $\chi^2=4.350, P=0.037$ ). **Conclusion** The implementation of targeted nursing care can reduce the risk of complications caused by CT-guided lung puncture with RC120 auxiliary puncture system, improve the accuracy of puncture localization, and improve patient satisfaction with nursing care, therefore,

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2024.05.016

基金项目: 同济大学护理学院(筹)学科建设三年行动计划教改课题(JS2210306), 上海市肺科医院科研课题(HL202207)

作者单位: 200433 上海 同济大学附属上海市肺科医院放射科(张 峥、李 飞、康 健、唐晓佳、陆一骏); 海军军医大学护理系(郁晓路)

通信作者: 郁晓路 E-mail: yuxiaolu0509@163.com

the targeted nursing care deserves promotion in clinical practice. (J Intervent Radiol, 2024, 33: 549-553)

**【Key words】** CT-guided lung puncture; robot-assisted puncture system; positioning accuracy; satisfaction with nursing; complication of lung puncture; nursing

据统计<sup>[1]</sup>,肺癌已逐渐成为全球范围内发病率和死亡率最高的恶性肿瘤之一,其在男性致死率中居第一位,女性中居第二位。目前,穿刺诊疗技术在肺癌的早发现、早治疗中占据越来越重要的位置<sup>[2-3]</sup>。较常用的是 CT 引导下人工操作肺穿刺活检术<sup>[4]</sup>,但由于该操作依赖于操作者经验及主观判断,故操作精准度不一,且穿刺相关并发症比率相对较高。随着机器人辅助系统的逐渐成熟,基于医学影像导航的机器人已被开发并应用于临床<sup>[2,5]</sup>。近年来,随着穿刺辅助技术的发展,尤其是机器人辅助技术、电磁跟踪技术及虚拟导航技术的出现,经皮肺穿刺模式得到了快速发展,特别是针对常规检查不能确诊、病变位置深以及不易进行活检的患者,新型穿刺辅助模式显示出定位准确、操作简便、安全可靠、检出率高等较大优势<sup>[6]</sup>;但经皮肺穿刺活检术仍属于有创操作,存在一定风险,可引起气胸、出血、穿刺部位感染等<sup>[7]</sup>并发症,如何降低并发症的发生是值得关注的临床问题。2022 年医院引进的新型机器人辅助穿刺系统 RC120 在 CT 引导下肺穿刺活检术中应用,取得了较好的应用效果,现报道如下。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究对象

2022 年 1 至 6 月,采用随机抽样法选取上海市肺科医院利用辅助穿刺系统 RC120 在 CT 引导下进行肺穿刺活检患者 29 例为观察组,同期以相同方法选择在常规操作下进行 CT 引导肺穿刺活检患者 29 例为对照组。本研究经上海市肺科医院伦理委员会批准(21Q036ZL),所有研究对象或监护人均知情同意。

纳入标准:①年龄 18~80 周岁;②临床和影像诊断为胸部占位性病变,需进行穿刺活检;③病灶直径 $\leq 50$  mm;④自愿参加临床试验,并签署知情同意书;⑤无其他凝血、造血等功能障碍。排除标准:已存在肿瘤广泛远处转移者;靠近重要器官或大血管者( $<1$  cm);肺部严重感染者;心脏起搏器置入者;美国东部肿瘤协作组(Eastern Cooperative Oncology Group, ECOG)体能评分 $>2$ 分;因个人原因不配合检查者。两组患者在年龄、疾病严重程度等一般资料上差异均无统计学意义,具有可比性,见表1。

表 1 两组患者一般情况比较

变量	观察组 (n=29)	对照组 (n=29)	检验值	P 值
年龄(岁)	63.7 $\pm$ 9.5	61.8 $\pm$ 3.8	0.980	0.331
男性[n(%)]	18 (62.1)	20 (69.0)	0.305	0.581
病灶直径(mm)	37.1 $\pm$ 11.0	37.5 $\pm$ 8.4	-0.161	0.873
ECOG 评分[n(%)]			0.069	0.792
0 分	16 (55.2)	15 (51.7)		
1 分	9 (31.0)	8 (27.6)		
2 分	4 (13.8)	6 (20.7)		

### 1.2 方法

1.2.1 设备和材料 每位患者穿刺活检术均在 Brilliance CT 扫描仪(128 排 256 层,PHILIPS)扫描下进行,管电压 120 kV,管电流 40 mAs,扫描层厚及层间距均为 5 mm。扫描视野为包含肺结节上下 5 cm(共 10 cm)。RC120 辅助穿刺系统由上海睿触科技有限公司生产,同轴活检针(17 G $\times$ 17.8 cm, Bard Peripheral Vascular, Inc.)、一次性活检针(18 G $\times$ 16 cm, Bard Peripheral Vascular, Inc.)。

1.2.2 配合方法 术前常规检查血常规、凝血功能、胸部增强 CT 等,排除相应禁忌证;告知患者及家属检查的目的、操作步骤及配合要点、可能发生的临床症状及并发症、术后注意事项等。

对照组:采用传统 CT 引导下人工操作穿刺模式。根据患者活检前扫描 CT 影像初步设计进针路径,在患者体表摆放定位标志,依据扫描影像并结合体表定位标志设计进针点并规划进针深度,反复调整进针角度及深度,最终到达目标穿刺区域。患者术前会出现不良心理状态,做好家属、患者的心理疏导,帮助他们减轻手术的压力与不良心理,拉近与患者之间的距离感,增加患者安全性、信任感,让其可以主动配合手术;护理人员对患者进行全面的评估和检查,包括肺部的 CT 扫描和其他必要的影像学检查,以获取准确的解剖结构信息。对照组实施传统护理,穿刺术前护士为患者建立好静脉通道,协助医生进行局部麻醉;穿刺过程中肺穿护士做好各类数据的监测;穿刺术后对患者穿刺点进行细致观察,同时观察患者有无胸痛、憋气、胸闷等情况,以及呼吸深浅度有无变化,确保患者的生命体征稳定。

观察组:采用新型机器人辅助穿刺系统 RC120。RC120 主要由控制柜、床板、主机架、机械臂、脚踏开关和运输小车组成,见图 1。该系统有 7

个运动自由度,分别是主机架沿床板长度方向的直线运动和串联机械臂的 6 个旋转运动。主机架和机械臂的动作可以通过脚踏开关触发执行。RC120 提供 DICOM 数据重建后的显示和交互功能。操作者在客户端上执行进针路径规划,指定穿刺靶位和体表进针点位。主机架接收运动指令后,沿床板运行到指定位置,而后多关节机械臂运动,调整末端穿刺针引导套筒的姿态和规划的进针路径一致。观察组在传统护理的基础上采取针对性护理,具体如下。

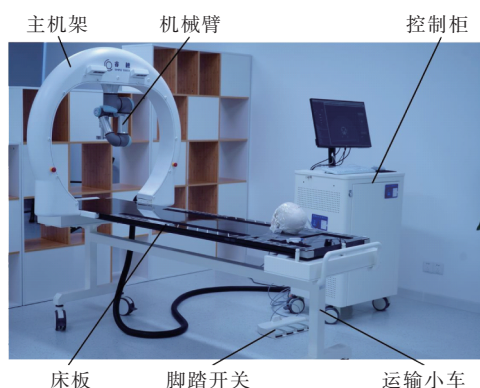


图 1 新型机器人辅助穿刺系统 RC120

(1) 机器人系统维护:确保机器人系统处于良好工作状态。肺穿护士需提前一天检查机器人的硬件设备、传感器和工具,确保它们正常运行,并进行必要的校准和维护。

(2) 辅助穿刺系统连接:肺穿护士穿刺前将 RC120 床板摆放至 CT 扫描床上,利用 CT 的激光指示灯进行床板对齐。开启 RC120 系统后,首先进行主机架位置回零和机械臂复位。根据患者术前 CT 上肺部结节的大小、位置信息,协助患者在床板上维持俯卧、仰卧或侧卧的姿势,见图 2。指导患者屏气训练,进行首次 CT 扫描,并获取 DICOM 数据<sup>[8-9]</sup>

(3) 穿刺中护理配合:肺穿护士在 RC120 客户



图 2 患者俯卧进行 CT 扫描

端上读取数据后,立即汇报手术医生,找到结节所在的切面,由手术医生手动规划进针路径。该路径起始点为体表进针点,终止点是穿刺靶位。如图 3 所示是针对某一例患者进行的穿刺前路径规划。其中绿色线段表示规划的路径,一端在体表,另一端在目标靶位上;黄色线段用于显示进针路径上体表到肺之间组织的厚度。从图 3 可以看到,规划路径避开了肋骨。

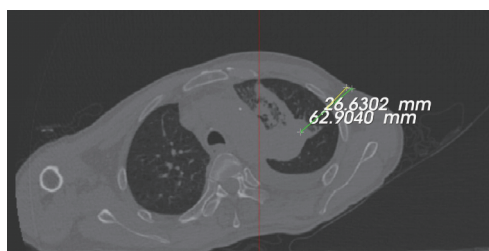


图 3 穿刺前路径规划

根据手术医生制定的进针路径及同轴活检针的针长,RC120 系统自动规划主机架的目标位置、机械臂各个关节的运动轨迹以及末端姿态,系统进入执行等待状态。

肺穿护士协助患者固定好体位,踩脚踏开关,控制机械臂运行到指定位置。运动到位后,引导套筒上的通孔轴线和规划的进针路径重合。医生确认套筒位置和姿态后,进行穿刺活检。活检针到位后,手动解锁引导套筒,肺穿护士再次协助踩脚踏开关,退出机械臂和主机架。主机架完全退出后,需进行第 2 次 CT 扫描,确认同轴活检针已经准确到达目标位置。通过 CT 图像,确认同轴针已到位,进行活检取样。图 4 是同轴活检针确认到位的 CT 图像,图中呈亮白色的是同轴活检针。

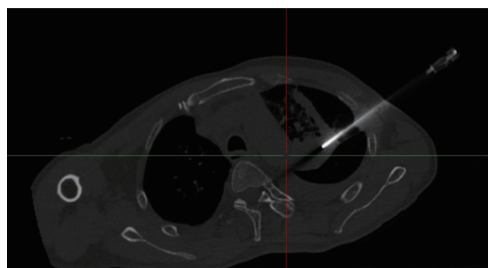


图 4 同轴活检针到位确认

(4) 术中预见性护理:护士提前准备好氧气筒、电动吸引器、抢救车和心电监护仪等设备,同时备有胸腔引流管和闭式引流瓶,以应对可能出现的突发气胸情况。在手术过程中,肺穿护士利用机器人系统的实时监控功能,紧密关注患者的生理参数和机器人操作的反馈信息。一旦出现异常情况,护士会立即通知肺穿医生暂停手术,并在医生的指导下



下,调整机器人系统设置或转为传统肺穿操作。此外,肺穿护士还需要检查机器人手术系统的设备和工具是否完好,并确保其正常运行。在协助患者正确调整体位的同时,护士还要确保机器人手术系统的准确定位和操作。在穿刺过程中,护士需要密切监测患者的生命体征,包括心率、血压和呼吸等,以确保机器人手术系统的准确定位和操作的顺利进行。

### 1.3 观察指标

比较两组患者穿刺定位精度、患者护理满意度及并发症发生率。其中穿刺定位精准度定义为穿刺针尖实际到达位置与穿刺前依据 CT 影像设计的穿刺点之间的空间距离,该项指标可通过比较穿刺前后的 CT 影像并进行三维重建后得出,据此计算穿刺精度。采用科室传统的护理满意度评价量表对两组进行评分,该评估量表主要包括知情同意情况、穿刺卧位舒适度、穿刺用时、穿刺疼痛程度以及穿刺后并发症情况 5 个方面,每项 20 分,由患者依据自己接受穿刺后的感受进行打分,总计 100 分,分值越高,代表护理满意度越高。此外,还需评估穿刺操作后的并发症发生情况,主要包括气胸发生率、操作后出血情况以及可能发生胸膜反应的患者比率。气胸是指气体进入胸腔,导致胸腔内压力增加并使肺部部分或全部塌陷。根据气胸的临床症状和胸部 X 线或 CT 扫描的结果,气胸分为轻度气胸、中度气胸、重度气胸;出血是指在穿刺活检过程中血管受损导致出血,出血的程度可以根据以下定义进行评估:微量出血为少量出血,局部血肿或血丝状渗出,无明显临床症状;轻度出血为中等量出血,可能导致局部血肿或血液积聚,患者可能有轻度胸痛或咳嗽;中度出血为大量出血,可能导致明显的血肿形成,患者可能出现胸痛、呼吸困难以及咳血等症状;重度出血为大量或持续出血,可能导致严重的血肿形成,患者可能出现明显的呼吸困难、低血压、心动过速等症状。

### 1.4 统计学方法

采用 SPSS 19.0 统计学软件,符合正态分布的定量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用两独立样本  $t$  检验;非正态分布的定量资料以  $M(P_{25}, P_{75})$  的形式表示,组间比较采用 Mann-Whitney  $U$  检验;定性资料以频数(百分比)表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。 $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者穿刺精度的比较

观察组患者定位精度为  $5.0(3.6, 6.2)$  mm,而

对照组患者定位精度为  $6.4(4.0, 8.4)$  mm,观察组优于对照组,差异有统计学意义( $Z = -2.179$ ,  $P = 0.034$ )。

### 2.2 两组患者对护理满意度的比较

观察组患者的满意度为  $(91.1 \pm 1.6)$  分,明显高于对照组的  $(82.2 \pm 1.7)$  分,差异有统计学意义( $t = 21.047$ ,  $P < 0.001$ )。两组患者对护理满意度的评分比较,见表 2。

表 2 两组患者对护理满意度评分比较( $\bar{x} \pm s$ )

变量	观察组( $n=29$ )	对照组( $n=29$ )	检验值	$P$ 值
知情同意情况	$18.3 \pm 1.2$	$16.8 \pm 1.8$	3.807	$<0.001$
穿刺卧位舒适度	$18.7 \pm 1.5$	$16.7 \pm 1.5$	5.032	$<0.001$
穿刺用时	$18.3 \pm 1.2$	$16.0 \pm 1.7$	6.073	$<0.001$
穿刺疼痛程度	$17.9 \pm 1.1$	$16.4 \pm 1.5$	4.231	$<0.001$
穿刺后并发症	$17.9 \pm 1.7$	$16.3 \pm 2.3$	3.055	0.003

### 2.3 两组患者并发症发生情况的比较

观察组中有 2 例患者发生并发症(1 例患者穿刺后出现 I 度气胸,另 1 例患者出现沿穿刺进针孔道的肺出血),并发症的发生率为 6.9%,2 例患者均无需额外干预;而对照组有 8 例患者发生并发症(5 例患者出现 I 度气胸,3 例患者出现穿刺相关肺出血),并发症的发生率为 27.6%,8 例患者均无需额外干预;观察组患者并发症发生率明显低于对照组,差异有统计学意义( $\chi^2 = 4.350$ ,  $P = 0.037$ )。

## 3 讨论

### 3.1 新型机器人辅助穿刺系统 RC120 有利于提高穿刺精准度

本研究结果显示,观察组的穿刺精准度明显高于对照组,显示出该系统在精准度方面的优越性。分析其原因主要有以下几个方面:①该辅助系统提供了精准的靶点定位。传统的 CT 引导下人工操作肺部穿刺极大地依赖于操作者的经验以及操作过程中的主观判断,通常是在操作后首次 CT 扫描影像的基础上规划穿刺路径,并通过逐次扫描反复确认穿刺针沿既定路径到达目区域;这一过程通常耗时较长,同时反复多次地进行 CT 扫描还会增加患者受到不必要的辐射剂量,此外穿刺相关并发症的发生比率也会较高<sup>[8-9]</sup>;本研究观察组所采用的机器人辅助穿刺模式,可以依据操作前穿刺影像进行穿刺规划,基于 7 个自由度的操作机械臂,将穿刺针精准进至目标位点,极大提高了穿刺定位精准度,从而为病理诊断的准确做出提供有力保障。②该辅助系统规划了更准确的穿刺路径。传统 CT 引导下穿刺活检缺乏有效的路径规划手段,极大依赖于进

针后逐次 CT 扫描影像,由于肺部的呼吸活动度较大,不同扫描影像之间可能存在较大的差异,由于空间结构改变可能会造成实际进针路径与初始设计路径之间存在显著差异,尤其是对于非外周型病灶,通常其穿刺路径较长,穿刺路径的偏移程度因此更大<sup>[10-12]</sup>;本研究观察组所应用的机器人辅助穿刺系统具有基于 DICOM 数据重建后的显示和交互功能,操作者只需在客户端上指定穿刺靶位和体表进针点位,即可进行穿刺路径规划。同时将该规划转变为实际进针路径,主机架可在接收指令后运行到指定位置,而后通过多关节机械臂运动,调整穿刺针末端按预定姿态和规划路径进针,总体上简化了穿刺规划流程、降低了操作误差,显著提升了路径规划的准确度。

### 3.2 新型机器人辅助穿刺系统 RC120 有利于提高患者的穿刺体验

本研究显示,观察组患者对穿刺护理的满意度明显高于对照组,提示该系统有利于提高患者的穿刺体验。具体而言,由于本研究所应用的护理满意度评估量表,主要从 5 个方面收集患者在接受穿刺操作后的满意情况,并进行量化统计。据此可得出,机器人辅助穿刺系统及其相应护理模式主要在以下几方面存在显著优势:①对患者的知情告知更为充分,患者的配合度因此更高;②穿刺卧位更为舒适,相比于人工操作,机器人辅助可以从一开始即明确卧位,且操作过程不会改变卧位,因此患者舒适度更高;③穿刺用时更短,观察组可基于影像学数据完成路径规划和穿刺定位,简化操作流程,缩短用时;④定位准确,避免重复穿刺带来的痛苦,患者的整体满意度得到提高。

### 3.3 新型机器人辅助穿刺系统 RC120 有利于降低穿刺并发症

本研究显示,观察组患者并发症发生率明显低于对照组,分析其原因:合理的进行护理干预,提高了穿刺手术效率,可以预防和减少经皮肺穿刺活检术并发症的发生<sup>[13-14]</sup>。传统护理主要包括术前指导和术中基础护理,缺乏术中护理配合、术中预见性护理、与患者的沟通,无法满足不同患者在肺穿术中不同的护理需求<sup>[15]</sup>。而观察组,护士能更加密切观察患者术前、术中、术后不同阶段的生命体征变化及心理状态变化,可适时给予针对性护理干预,能显著提高护理工作的质量与效率,从而降低经皮肺穿刺活检术患者并发症的发生情况。

综上所述,新型机器人辅助穿刺系统 RC120 在 CT 引导下经皮肺穿刺活检术中应用可有效提高穿刺精度,提高患者满意度,并降低并发症的发生风险,值得临床推广应用。

## [参考文献]

- [1] The International Agency for Research on Cancer(IARC).World cancer report:cancer research for cancer prevention [EB/OL]. <https://www.iarc.who.int/featured-news/new-world-cancer-report/>.
- [2] 上海市抗癌协会实体肿瘤聚焦诊疗专委会电磁导航技术专家组. CT 电磁导航系统引导下经皮穿刺诊断周围型肺癌的操作规范专家共识(2021 版)[J]. 介入放射学杂志, 2022, 31:221-225.
- [3] 中国抗癌协会肿瘤介入专业委员会, 中国抗癌协会肿瘤介入专业委员会胸部肿瘤诊疗专家委员会. 胸部肿瘤经皮穿刺活检中国专家共识 (2020 版)[J]. 中华医学杂志, 2021, 101: 185-198.
- [4] 赵家莹. CT 引导下经皮肺穿刺术与 X 线引导下经支气管镜肺活检术对周围型肺结节活检诊断及安全性影响因素分析[D]. 镇江:江苏大学, 2022.
- [5] 陈泽南,孟亮亮,张 肖. CT/MRI 导航机器人系统用于微创诊疗研究进展[J]. 中国介入影像与治疗学, 2023, 20:439-442.
- [6] 钟敏莹,黄伟俊,叶洁仪,等. 影像融合导航技术在引导经皮肺穿刺活检中的精准性和可行性的实验研究[J]. 医学影像学杂志, 2023, 33:1077-1080.
- [7] 王生锋,鞠 建,徐晓燕. CT 引导下肺部穿刺活检后气胸形成的影响因素[J]. 介入放射学杂志, 2021, 30:279-282.
- [8] Polat G, Ozdemir O, Serce Unat D, et al. Pneumothoraxes after CT-guided percutaneous transthoracic needle aspiration biopsy of the lung: a single - center experience with 3426 patients [J]. Tuberk Toraks, 2023, 71: 67-74.
- [9] Wu Q, Cao B, Zheng Y, et al. Feasibility and safety of fine positioning needle - mediated breathing control in CT - guided percutaneous puncture of small lung/liver nodules adjacent to diaphragm[J]. Sci Rep, 2021,11: 3411
- [10] Michalopoulos GD,Yolcu YU,Ghaith AK,et al. Diagnostic yield, accuracy, and complication rate of CT-guided biopsy for spinal lesions: a systematic review and meta-analysis[J]. J Neurointerv Surg, 2021, 13: 841-847.
- [11] Shin YJ,Yi JG,Son D,et al. Diagnostic accuracy and complication of computed tomography (CT)-guided percutaneous transthoracic lung biopsy in patients 80 years and older[J]. J Clin Med, 2022, 11: 5894.
- [12] Kim DY, Sun JS, Kim EY, et al. Diagnostic accuracy and safety of CT-guided percutaneous lung biopsy with a coaxial cutting needle for the diagnosis of lung cancer in patients with UIP pattern[J]. Sci Rep, 2022, 12: 15682.
- [13] 宋 玉,才立梅,刘 京,等. CT 引导下经皮肺穿刺活检术后并发症的高危因素及护理干预对策[J]. 中国医药导报, 2022, 19:159-163.
- [14] 陈 华,林 芝,林守钰,等. 3D 重建辅助 CT 引导下肺内小结节硬化剂胶水管刺定位的围手术期护理[J]. 福建医药杂志, 2022, 44:172-173, 181.
- [15] 吴国霞. 综合护理干预在 CT 引导下肺穿刺活检术患者的应用观察[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)医药卫生, 2022, 6: 208-210.

(收稿日期:2023-08-31)

(本文编辑:茹 实)