

机器人辅助下高选择穿刺技术在经皮穿刺椎体成形术中的应用效果

石 岩, 魏志凌, 孟令鑫, 宋华伟

基金项目: 北京市自然科学基金-海淀原始创新联合基金资助项目(编号:1212055)

作者单位: 北京市海淀区医院骨科, 北京 100080

第一作者: 石 岩, 医学硕士, 副主任医师, 研究方向: 骨科人工智能技术、骨科机器人智能手术。E-mail: shiyan9668@163.com

【摘要】 目的 探讨机器人辅助下高选择穿刺技术在经皮穿刺椎体成形术(PVP)中的应用效果。**方法** 回顾性分析 2020 年 7 月至 2022 年 1 月北京市海淀区医院收治的 70 例骨质疏松性椎体压缩骨折患者的临床资料。患者均行 PVP, 根据辅助治疗方式的不同将其分为观察组(机器人辅助, 35 例)和对照组(C 臂透视辅助, 35 例)。比较两组手术相关指标, 术前和术后视觉疼痛模拟量表(VAS)评分、腰椎 Oswestry 功能障碍指数(ODI)评分、日本骨科协会(JOA)评分、椎体 Cobb 角, 住院时间, 术后并发症发生情况。**结果** 观察组术中透视次数、隐性失血量少于对照组, 手术时间短于对照组, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。术后两组 VAS 评分、ODI 评分均低于术前, JOA 评分高于术前, 椎体 Cobb 角小于术前, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。术后观察组 VAS 评分、ODI 评分低于对照组, JOA 评分高于对照组, 椎体 Cobb 角小于对照组, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。观察组并发症发生率低于对照组, 住院时间短于对照组, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。**结论** 骨质疏松性椎体压缩骨折患者选择机器人辅助下高选择穿刺技术进行 PVP, 有助于手术顺利进行, 改善患者的腰椎功能, 降低腰痛对患者正常生活的影响, 且手术安全性较高, 值得推广。

【关键词】 机器人辅助; 经皮穿刺椎体成形术; 临床效果

【中图分类号】 R 687.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1674-3806(2024)02-0157-05

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2024.02.06

Application effect of robot-assisted high-selection puncture technique in percutaneous vertebroplasty SHI Yan, WEI Zhiling, MENG Lingxin, SONG Huanwei. Department of Orthopedics, Beijing Haidian Hospital, Beijing 100080, China

【Abstract】 Objective To explore the application effect of robot-assisted high-selection puncture technique in percutaneous vertebroplasty. **Methods** The clinical data of 70 patients with osteoporotic vertebral compression fracture who were admitted to Beijing Haidian Hospital from July 2020 to January 2022 were retrospectively analyzed. All the patients underwent percutaneous vertebroplasty(PVP) and were divided into observation group(robot-assisted, 35 cases) and control group(C-arm fluoroscopy-assisted, 35 cases) according to different adjuvant treatment methods. The operation-related indicators, preoperative and postoperative pain Visual Analogue Scale(VAS) scores, lumbar Oswestry Disability Index(ODI) scores, Japanese Orthopaedic Association(JOA) scores, vertebral Cobb angle, length of hospital stay, and postoperative complications were compared between the two groups. **Results** The intraoperative fluoroscopy times and invisible blood loss in the observation group were less than those in the control group, and the operation time in the observation group was shorter than that in the control group, and the differences were statistically significant($P < 0.05$). Compared with those in the two groups before operation, the VAS scores and ODI scores were low, and the JOA scores were high, and the Cobb angle of vertebral body was small after operation, and the differences were statistically significant($P < 0.05$). After operation, the VAS scores and ODI scores in the observation group were lower than those in the control group, and the JOA scores in the observation group were higher than those in the control group, and the Cobb angle of vertebral body in the observation group was smaller than that in the control group, and the differences were statistically significant($P < 0.05$). The incidence rate of complications in the observation group was lower than

that in the control group, and the length of hospital stay in the observation group was shorter than that in the control group, and the differences were statistically significant($P < 0.05$). **Conclusion** For patients with osteoporotic vertebral compression fracture, robot-assisted high-selection puncture technique can be chosen for performing PVP on them and helps the operation go smoothly, improves the lumbar function of the patients, reduces the impact of low back pain on the patients' normal life, and the safety of the operation is relatively high. This method is worthy of promotion.

[**Key words**] Robot-assisted; Percutaneous vertebroplasty(PVP); Clinical effect

随着人口老龄化进展,骨质疏松患者逐年增多,临床上需要接受经皮穿刺椎体成形术(percutaneous vertebroplasty,PVP)治疗的患者也不断增加。PVP 属于微创手术,是通过注射骨水泥进入骨折椎体部位以强化椎体的一项技术^[1]。目前,PVP 已经是临床上应用较为广泛的治疗骨质疏松性压缩骨折的有效手术方法。PVP 不仅能够快速缓解疼痛,还能提升椎体强度,可有效预防椎体出现塌陷^[2]。C 臂透视辅助下的 PVP 是临床上主流的 PVP 手术方式,具有创伤小、见效快等优点,但存在骨水泥渗漏、透视次数多等缺点^[3]。高选择穿刺技术通常指使用一定的器械到达人体深部组织的一种技术^[4]。随着影像技术以及机器人技术的不断发展,在机器人辅助下开展的手术越来越多,并且初见成效。但也有学者认为,C 臂透视辅助下手术时间更短,手术效果更好^[5]。鉴于此,本研究旨在探讨机器人辅助下高选

择穿刺技术在 PVP 中的应用效果,以期为临床治疗提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料 回顾性分析 2020 年 7 月至 2022 年 1 月北京市海淀区医院收治的 70 例骨质疏松性椎体压缩骨折患者的临床资料,其中男 33 例,女 37 例,年龄 39~77(59.35 ± 9.46)岁。纳入标准:(1)符合骨质疏松性椎体压缩骨折的诊断标准^[6]。(2)意识清楚,精神状态良好,可以进行正常的沟通交流。(3)未重复参加其他临床研究。排除标准:(1)非首次确诊患者。(2)具有陈旧性骨折患者。患者均行 PVP,根据患者选择的辅助治疗方式的不同将其分为观察组(机器人辅助,35 例)和对照组(C 臂透视辅助,35 例)。两组基线资料比较差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1,具有可比性。本研究获北京市海淀区医院医学伦理委员会批准(批号:BHHMEC-XM-2021-47)。

表 1 两组基线资料比较[$(\bar{x} \pm s)$, $n(\%)$]

组 别	例数	性别		年龄 (岁)	体质量指数 (kg/m ²)	骨密度 T 值 (SD)	椎体成形数(个)		
		男	女				1	2	>2
观察组	35	16(45.71)	19(54.29)	59.38±9.91	23.54±6.34	-2.75±0.21	1(2.86)	8(22.86)	26(74.29)
对照组	35	17(48.57)	18(51.43)	58.33±9.02	23.26±6.75	-2.72±0.27	2(5.71)	10(28.57)	23(65.71)
χ^2/t		0.057		0.464	0.179	0.519	0.739		
P		0.811		0.644	0.859	0.605	0.691		

1.2 手术方法 所有患者在办理入院之后进行血常规检查、凝血四项检查、心电图检测、胸部 X 线、CT 及 MRI 检查。(1)对照组行 C 臂透视辅助下 PVP。手术需全身麻醉,采取俯卧位,消毒铺巾,在体表标记位置处切开约 4 mm 的切口,通过此切口进行穿刺针穿刺,直至到达骨性结构,通过 C 臂透视能够清楚看到穿刺针的穿刺位置是否位于“猫眼”边缘位置,通过侧位透视能够清楚看到穿刺针的角度是否准确,根据观察结果调整最佳穿刺位置和穿刺角度,使穿刺针位于椎体大约 1/2 前方位置即可,放入骨钻并钻至椎体 1/3 前方位置,在工作通道缓慢推入骨水泥到骨折椎体位置处,再进行透视能够清楚看见骨水泥弥散并且已经过中线,充盈满意。等待

骨水泥硬化之后,取出工作通道,手术结束。(2)观察组行机器人辅助下 PVP。手术之前先将患者的薄层 CT 扫描数据全部输入计算机,通过计算机设计出最佳穿刺位置和穿刺角度。手术需全身麻醉,采取俯卧位,常规消毒铺巾,通过 C 臂透视观测骨折椎体,将观测到的图像资料全部上传到机器人工作站,根据手术之前设计好的穿刺位置和穿刺角度调整机器人的机械臂。在穿刺位置切开约 4 mm 的切口,通过机器人的机械臂进行穿刺直达骨表面,根据通过 C 臂看到的图像调整穿刺针位于椎体约 1/2 前方位置,放入骨钻并钻至椎体 1/3 前方位置,在工作通道缓慢推入骨水泥到骨折椎体位置处,通过透视能够看见骨水泥弥散并且已经过中线,充盈满意。等

待骨水泥硬化之后,取出工作通道,手术结束。

1.3 观察指标 (1)手术相关指标:记录患者的术中透视次数、手术时间以及血红蛋白水平,以手术前、手术后血红蛋白差值来评估术中隐性失血量。(2)疼痛程度^[7]:在手术前、手术后采用视觉疼痛模拟量表(Visual Analogue Scale,VAS)评分评估患者疼痛程度,分值范围为 0~10 分,分值越低,表示疼痛程度越低。(3)腰椎功能^[7]:在手术前、手术后采用腰椎 Oswestry 功能障碍指数(Oswestry Disability Index,ODI)评分评估患者腰椎功能。10 项评分条目分别为疼痛程度、个人生活起居能力(洗漱、穿衣)、提物、行走、坐、站立、睡眠、性生活、社会活动及旅行。每项分值范围均为 0~5 分,分值越高,表明对患者的腰椎功能影响越大。(4)机体功能^[7]:在手术前、手术后采用日本骨科协会(Japanese Orthopaedic Association,JOA)评分评估患者机体功能,分值范围为 0~29 分,分值越低,表示机体功能障碍越严重。(5)脊柱侧弯程度^[8]:在手术前、手术后采用椎体后凸角度(Cobb 角)评估患者的脊柱侧弯程度,在压缩椎体邻近的上椎体上缘和下椎体下缘分别作一条平行线,取两条平行线的垂线,两条垂线之间的夹角即为 Cobb 角。Cobb 角<10°为正常,10°~25°为轻度脊柱侧弯,26°~40°为中度脊柱侧弯,>40°为重度脊柱侧弯。(6)并发症发生率以及住院时间:观察并记录患者术后 6 个月内并发症发生情况,包括骨水泥渗漏、感染、血管栓塞。记录两组患者的住院时间。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 22.00 统计软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用成组 t 检验,同组治疗前后比较采用配对 t 检验。计数资料以例数(百分率)[$n(\%)$]表示,组间比较采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组手术相关指标比较 观察组术中透视次数、隐性失血量少于对照组,手术时间短于对照组,差异均有统计学意义($P<0.05$),见表 2。

表 2 两组手术相关指标比较($\bar{x} \pm s$)				
组 别	例数	术中透视次数	手术时间(min)	隐性失血量(g/L)
观察组	35	18.37±3.32	28.36±4.55	7.24±2.34
对照组	35	41.33±7.79	43.28±7.31	15.26±4.73
t		16.041	10.251	8.991
P		<0.001	<0.001	<0.001

2.2 两组手术前后 VAS 评分比较 术后两组 VAS 评

分均显著低于术前($P<0.05$),术前两组 VAS 评分比较差异无统计学意义($P>0.05$),术后观察组 VAS 评分显著低于对照组($P<0.05$),见表 3。

表 3 两组手术前后 VAS 评分比较[($\bar{x} \pm s$),分]			
组 别	例数	术前	术后
观察组	35	7.94±0.59	2.38±0.91*
对照组	35	8.33±1.12	4.33±1.02*
t		1.823	8.439
P		0.073	<0.001

注:与同组术前相比,* $P<0.05$

2.3 两组手术前后 ODI 评分比较 术后两组 ODI 评分均显著低于术前($P<0.05$),术前两组 ODI 评分比较差异无统计学意义($P>0.05$),术后观察组 ODI 评分显著低于对照组($P<0.05$),见表 4。

表 4 两组手术前后 ODI 评分比较[($\bar{x} \pm s$),分]			
组 别	例数	术前	术后
观察组	35	57.64±5.88	4.38±1.01*
对照组	35	58.33±5.19	9.33±1.78*
t		0.521	14.309
P		0.604	<0.001

注:与同组术前相比,* $P<0.05$

2.4 两组手术前后 JOA 评分比较 术后两组 JOA 评分均显著高于术前($P<0.05$),术前两组 JOA 评分比较差异无统计学意义($P>0.05$),术后观察组 JOA 评分显著高于对照组($P<0.05$),见表 5。

表 5 两组手术前后 JOA 评分比较[($\bar{x} \pm s$),分]			
组 别	例数	术前	术后
观察组	35	15.24±4.17	24.68±5.71*
对照组	35	15.03±4.12	20.23±4.08*
t		0.212	3.751
P		0.833	<0.001

注:与同组术前相比,* $P<0.05$

2.5 两组手术前后椎体 Cobb 角比较 术后两组椎体 Cobb 角均显著小于术前($P<0.05$),术前两组椎体 Cobb 角比较差异无统计学意义($P>0.05$),术后观察组椎体 Cobb 角显著小于对照组($P<0.05$),见表 6。

表 6 两组手术前后椎体 Cobb 角比较[($\bar{x} \pm s$),°]			
组 别	例数	术前	术后
观察组	35	23.33±6.79	7.22±1.27*
对照组	35	23.64±6.28	9.68±1.91*
t		0.198	6.345
P		0.843	<0.001

注:与同组术前相比,* $P<0.05$

2.6 两组术后并发症发生情况及住院时间比较

观察组并发症发生率显著低于对照组($P < 0.05$),观察

组住院时间显著短于对照组($P < 0.05$),见表 7。

表 7 两组术后并发症发生情况及住院时间比较 [$(\bar{x} \pm s)$, $n(\%)$]

组 别	例数	骨水泥渗漏	感染	血管栓塞	总并发症	住院时间(d)
观察组	35	1(2.86)	0(0.00)	0(0.00)	1(2.86)	4.06 ± 1.02
对照组	35	7(20.00)	1(2.86)	0(0.00)	8(22.86)	6.58 ± 1.93
χ^2/t		—	—	—	6.248	6.829
P		—	—	—	0.012	<0.001

3 讨论

3.1 骨质疏松性椎体压缩骨折的发生与患者自身年龄增长所致的骨质疏松、钙流失以及骨密度下降等因素有关。由于患者的椎体内骨组织强度较低,骨小梁数量减少,在轻微外力作用下即可导致骨折的发生^[9]。随着人口老龄化速度加快,骨质疏松性椎体压缩骨折患者人数不断增多,不仅会给患者带来身体上的痛苦,在手术治疗以及恢复阶段也会严重影响患者的生活质量^[10]。PVP 是目前治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的首选手术方法,具有手术时间短、创伤小以及效果好等优点,不仅能够快速缓解患者的疼痛症状,还能降低术后并发症的发生风险^[11]。但是,随着 PVP 的广泛应用,PVP 所带来的问题不断显现,即传统的 PVP 需要借助 C 臂透视观察手术过程中的穿刺角度和穿刺部位,这不仅增加了手术时间,还增加了患者和医护人员的辐射暴露^[12]。

3.2 随着微创技术的不断发展,机器人技术已广泛应用于各行各业,机器人辅助开展手术治疗的报道越来越多^[12-13]。有研究指出,在脊柱外科手术中,运用机器人辅助开展手术治疗,其精准度显著高于传统手术^[14]。机器人辅助治疗已在脊柱外科中广泛应用。但是近年来,关于对比机器人辅助下 PVP 与 C 臂透视下 PVP 治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的报道少见。在 C 臂透视下,手术医师为了降低辐射,往往需要穿上厚重的防护服,若是连续多台手术,极易导致手术医师出现疲惫感,不利于手术顺利进行^[15]。而机器人辅助开展手术,不仅能有效缩短手术时间,还能提升手术精准度,改善手术效果。另有学者认为,机器人辅助所产生的治疗费用低于传统手术^[16],但也有研究称两种手术费用无差别,这可能是由于骨科手术机器人及手术种类的不同导致^[17]。机器人辅助手术的设备购置费用和维护成本较高,需要专业技术人员进行操作和维护,因此人力成本也相对较高。但是,由于机器人辅助手术具有精准、高效、安全性高的优点,可以缩短手术时间和术后恢复

时间,从而降低整体治疗费用。常规的手术治疗方法主要包括开放手术和传统穿刺手术。开放手术的费用通常较低,但由于创伤大、术后恢复时间长,给患者带来较大的负担。传统穿刺手术的费用虽然相对较低,但手术效果和安全性不如机器人辅助手术。

3.3 本研究中,观察组术中透视次数、隐性失血量显著少于对照组,手术时间显著短于对照组。在机器人辅助开展 PVP 手术期间,手术医师只需要按照手术前制定的手术计划,结合术中患者的具体情况作轻微调整,不需要在 C 臂透视下多次调整穿刺角度和穿刺部位,简化了手术流程,缩短了手术时间^[18-19]。术后观察组 VAS 评分、ODI 评分显著低于对照组,表明机器人辅助下 PVP 能够明显减轻患者的疼痛程度,改善患者的腰痛症状,手术效果更佳。术后观察组 JOA 评分显著高于对照组,表明机器人辅助下 PVP 能够明显缓解机体功能障碍情况。术后观察组椎体 Cobb 角显著小于对照组,表明机器人辅助下 PVP 能够明显改善椎体脊柱侧弯的严重程度。观察组术后并发症发生率更低、住院时间更短,表明机器人辅助下 PVP 能够明显减少术后并发症以及缩短患者住院时间,与既往研究结果一致^[20]。在传统 PVP 中,手术医师为了得到满意的骨水泥弥散效果,往往需要加大外展角度,但极易导致骨水泥渗漏,不利于患者术后恢复。在机器人辅助下,可以精准控制穿刺部位和穿刺角度,提升了骨水泥弥散效果,进而充分保证骨水泥分布均匀,患者术后恢复效果更好^[21-23]。

综上所述,将机器人辅助下高选择穿刺技术应用用于 PVP 以治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的患者,能够明显减少术中透视次数和隐性失血量,缩短手术时间,减轻患者的疼痛程度,降低腰痛对正常生活的影响,缓解机体功能障碍情况,改善椎体脊柱侧弯的严重程度,还能减少术后并发症以及缩短住院时间,值得推广应用。

参考文献

[1] 杨楠,王胜宝,刘双福,等. 机器人辅助经皮穿刺椎体成形术治

- 疗老年骨质疏松性椎体压缩骨折的疗效分析[J]. 华西医学, 2022, 37(10): 1471 – 1475.
- [2] Tan L, Wen B, Guo Z, et al. Robot-assisted percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: a retrospective matched-cohort study[J]. *Int Orthop*, 2023, 47(2): 595 – 604.
- [3] Shi B, Hu L, du H, et al. Robot-assisted percutaneous vertebroplasty under local anaesthesia for osteoporotic vertebral compression fractures: a retrospective, clinical, non-randomized, controlled study[J]. *Int J Med Robot*, 2021, 17(3): e2216.
- [4] Bvchbinder R, Johnston RV, Rischin KJ, et al. Percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fracture[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2018, 6(4): 63 – 69.
- [5] 林 书, 谭 科, 胡 虹, 等. 改良骨科机器人辅助椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折疗效分析[J]. 中国修复重建外科杂志, 2022, 36(9): 1119 – 1125.
- [6] 白 波, 吴增辉, 刘康妍, 等. “中国骨质疏松性骨折诊疗指南”专家研讨会会议纪要[J]. 中华关节外科杂志(电子版), 2015, 9(6): 799.
- [7] 戚 麟, 王 馨, 陈瑞奇, 等. 评分量表在脊柱疾病评价中的应用进展[J]. 实用骨科杂志, 2019, 25(12): 1098 – 1102.
- [8] 宋永财, 卫永鲲, 杨斌辉, 等. 小切口前路病灶清除钛笼植骨内固定治疗胸腰椎结核的临床效果[J]. 中国医药, 2021, 16(9): 1369 – 1373.
- [9] Qian J, Fang C, Ge P, et al. Efficacy and safety of establishing an optimal path through unilateral pedicle under the assistance of surgical robot in percutaneous kyphoplasty[J]. *Pain Physician*, 2022, 25(1): E133 – E140.
- [10] Jin M, Ge M, Lei L, et al. Clinical and radiologic outcomes of robot-assisted kyphoplasty versus fluoroscopy-assisted kyphoplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: a retrospective comparative study[J]. *World Neurosurg*, 2022, 158: e1 – e9.
- [11] Wang B, Zhao CP, Song LX, et al. Balloon kyphoplasty versus percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fracture: a meta-analysis and systematic review[J]. *J Orthop Surg Res*, 2018, 13(1): 264.
- [12] Long Y, Yi W, Yang D. Advances in vertebral augmentation systems for osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *Pain Res Manag*, 2020, 2020: 3947368.
- [13] Cheng Y, Cheng X, Wu H. Risk factors of new vertebral compression fracture after percutaneous vertebroplasty or percutaneous kyphoplasty[J]. *Front Endocrinol(Lausanne)*, 2022, 13: 964578.
- [14] Yuan W, Cao W, Meng X, et al. Learning curve of robot-assisted percutaneous kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *World Neurosurg*, 2020, 138: e323 – e329.
- [15] Li Y, Feng X, Pan J, et al. Percutaneous vertebroplasty versus kyphoplasty for thoracolumbar osteoporotic vertebral compression fractures in patients with distant lumbosacral pain[J]. *Pain Physician*, 2021, 24(3): E349 – E356.
- [16] McCarthy J, Davis A. Diagnosis and management of vertebral compression fractures[J]. *Am Fam Physician*, 2016, 94(1): 44 – 50.
- [17] Zhang ZL, Yang JS, Hao DJ, et al. Risk factors for new vertebral fracture after percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *Clin Interv Aging*, 2021, 16: 1193 – 1200.
- [18] Mao W, Dong F, Huang G, et al. Risk factors for secondary fractures to percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: a systematic review[J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16(1): 644.
- [19] 张在田, 张绪华, 卫志华, 等. 机器人辅助与手工单侧穿刺椎体成形术治疗骨质疏松性骨折的疗效比较[J]. 中国现代医生, 2018, 56(27): 84 – 87.
- [20] Prost S, Pesenti S, Fuentes S, et al. Treatment of osteoporotic vertebral fractures[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2021, 107(1S): 102779.
- [21] Zhang H, Xu C, Zhang T, et al. Does percutaneous vertebroplasty or balloon kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures increase the incidence of new vertebral fractures? A meta-analysis[J]. *Pain Physician*, 2017, 20(1): E13 – E28.
- [22] Dai C, Liang G, Zhang Y, et al. Risk factors of vertebral re-fracture after PVP or PKP for osteoporotic vertebral compression fractures, especially in Eastern Asia: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Orthop Surg Res*, 2022, 17(1): 161.
- [23] 殷世武, 潘升权, 项廷森, 等. 超声引导下顺行静脉穿刺一站式治疗血栓性髂静脉压迫综合征的临床探讨[J]. 中国临床新医学, 2020, 13(3): 231 – 235.
- [收稿日期 2023 – 08 – 22][本文编辑 余 军 蒋龙艳]

本文引用格式

石 岩, 魏志凌, 孟令鑫, 等. 机器人辅助下高选择穿刺技术在经皮穿刺椎体成形术中的应用效果[J]. 中国临床新医学, 2024, 17(2): 157 – 161.