



• 临床病例报告 •

机器人辅助骶神经电刺激治疗会阴痛 1 例

董 生¹ 张晓磊¹ 付 猛² 郭 毅¹ 杨学军^{1△}(清华大学临床医学院 清华大学附属北京清华长庚医院¹ 神经外科; ² 泌尿外科, 北京 102218)

骶神经电刺激术 (sacral nerve stimulation, SNS) 广泛应用于急迫性尿失禁、急迫性尿频综合征、非梗阻性尿潴留和大便失禁等疾病的治疗^[1]。研究显示, 会阴痛会影响到 10%~16% 的男性和约 18.7% 的女性^[2,3]。据统计, 普通人群中约 11% 的人有慢性肛门直肠疼痛^[4]。这些疾病不仅需要医疗保障系统巨大的投入, 还因病人的心理和社会功能问题(情绪低落、社会参与度降低、工作能力下降等)对社会产生广泛的影响^[5]。会阴痛和慢性肛门直肠痛的临床治疗困难, 而 SNS 对此显示出了令人瞩目的效果, 但目前研究较少^[6]。SNS 成功的基础和关键是利用影像和电生理技术辅助精准植入刺激电极。经过骶后孔(最常见的是第三骶后孔)电极进入盆腔, 使其贴近骶神经。精准植入电极可降低损伤盆腔内脏器风险, 为后续程控提供更大选择空间, 并且可以减小刺激强度, 降低脉冲发生器能耗, 提高 SNS 治疗的效能, 减少治疗费用。

确定电极植入位置最常用的是以双侧骶髂关节下缘连线和骶孔内侧连线为主要标志点的 C 形臂 H 线定位法^[7,8]。随着对精准植入方法的不断探索, 逐渐出现了超声定位和 CT 定位技术^[9,10]。与 3D 导板引导技术思路相似, 有学者进行了在 C 形臂条件下建立穿刺路径的尝试^[11]。这两种方法与主要侧重穿刺点的方法相比, 更加关注穿刺角度。此外, 有研究提出了应用全息影像技术、电磁定位超声和 AI 辅助植入电极的构想^[12], 但未见实现。现有的 SNS 术式面临较多问题, 如骶骨的解剖结构在 C 形臂和 B 超图像中辨识困难; 术中 CT 辐射量大, 可能导致病人累积辐射剂量增加, 同时术者面临辐射暴露; 3D 导板容易移位, 难以保证精度, 且术前制备时间长^[13]。以上方法一般需要多次调整穿刺来获得较好的电极位置。同时满足电极不误入非目标骶孔, 且在骶骨的轴位、矢状位、冠状位三个平面呈良好

的角度需要术者具有丰富的经验。对于存在解剖变异的病人, 难度可能增加, 有时难以完成。

神经外科手术机器人可以多模态影像兼容, 不仅能够 3D 显示骨性结构, 还能观察到常规方法难以显示的骶神经。在机器人系统中设计各个角度, 确定最佳穿刺路径, 理论上可以提高 SNS 电极植入精准度, 避免反复穿刺, 减少创伤和病人不适, 缩短手术时间。常规机器人脊柱手术中需要在术区附近骨性结构上安装导航架。如将常规用于颅脑手术的非接触式结构光扫描定位技术用于骶尾部手术, 可以省略导航架安装, 减轻病人的痛苦和创伤, 节省时间。激光引导技术是机器人技术的新兴分支, 其本初设计目的是指示手术区域中的重要位置。本团队通过理论论证, 认为其可应用于穿刺引导, 为穿刺手术的智能化提供新的技术选择。

本研究旨在验证机器人辅助 SNS 手术的可能性, 尝试将结构光注册定位技术引入骶尾部手术领域, 并应用激光引导技术指引穿刺, 拓宽神经外科手术机器人的应用场景, 以期为提高 SNS 的疗效提供更智能化的解决方案。目前尚未见该技术应用与 SNS 的文献报道。本团队经论证和探索, 将机器人技术用于 SNS 治疗 1 例会阴痛病人, 证明该技术临床可行, 具有良好的应用前景。现报告如下:

1. 一般资料

病例: 男性, 70 岁, 主因“大便频繁, 间断会阴部疼痛 8 年, 加重 5 月余”入院。病人 8 年前出现大便排不尽感, 每日可排便 20 余次。会阴部胀痛, 伴发作性肛门、直肠坠胀、疼痛, 视觉模拟评分法 (visual analogue scale, VAS) 评分 7 分, 肛门区感觉减退, 病情导致焦虑。4 年前就诊于北京清华长庚医院, 行盆腔 MRI 检查发现骶管囊肿, 同年行骶管囊肿切除术, 术后疼痛无明显好转, 口服布洛芬等镇痛药物可减轻。5 个月前上述症状加重, 发

[△] 通信作者 杨学军 ydenny@126.com

作较前频繁,口服艾瑞昔布、普瑞巴林后疼痛可轻度缓解,但药效持续时间短。入院后经术前评估,行 SNS 治疗。

术前在病人骶部皮肤贴钛合金粒标记后行 CT 扫描供神经外科机器人(华科精准(北京)医疗科技有限公司生产的 SR1 神经外科手术导航定位系统)使用。手术采用镇痛复合局部麻醉,手术开始时病人处于镇静状态,俯卧位,下腹置棉卷,使骶部抬高。机器人置于病人左下方(见图 1)。术者根据病人影像设定手术计划,设计穿刺点、穿刺路径和穿刺深度,使电极经过双侧第三骶后孔植入。结构光定位器将光线条纹投射到病人腰臀部,再摄取发生变形的条纹图像,通过机器人分析变化,利用三角测量原理,计算出物体表面各点的三维坐标,完成注册定位。结构光注册结束后安装激光定位器。首先,验证定位精度,激光定位器发出验证光束,指向钛合金粒标记点,经验证精度良好。按照术前计划,激光发射器发出经过体表穿刺点指向骨盆内穿刺靶点的红色瞄准激光束。激光在皮肤上形成红色光点指出穿刺点,进行标记(见图 2)。穿刺针抵住穿刺点,刺入皮下,调整穿刺针角度,使激光照射在针尾中心(此时即确定了穿刺点和穿刺方向)。保持角度,使激光稳定地照射在针尾中心,进针至术前计划的深度(此时即确定了电极的位置基础)。再经穿刺针植入导丝,沿导丝顺入扩张器,经扩张器植入电极。电极植入后,C 形臂正侧位投照骶骨确定电极位置良好(见图 3)。

一期植入电极后予体外刺激观察疗效。病人疼痛减轻,对疗效认可。1 周后局部麻醉下二期植入 SNS 脉冲发生器。术后第 4 天出院。

术后 3 年电话随访,原有疼痛减轻,不服用镇痛药物,VAS 评分 3 分,对疗效满意。

2. 讨论

本研究初步验证了结构光定位激光引导机器人辅助 SNS 的可行性。本团队采用的钛合金粒标记结构光注册定位法便捷无创,避免了常规机器人脊柱手术中需要在骨性结构上安装导航架的有创操作,减少了手术创伤,节约了手术时间。激光引导技术适用于多种直线穿刺类操作,为穿刺手术的迭代升级提供了可靠的技术选择。

机器人辅助可以提高手术精准性从而减少反复投照造成的术中辐射暴露^[14]。机器人辅助的稳定性可以缩短医师学习曲线,手术效率提升^[15]。虽然术前准备耗时,但术中操作更流畅。对于解剖特异的复杂病例,机器人手术的个体化,可以突破一般技

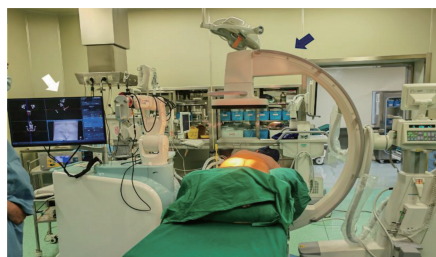


图 1 术中神经外科手术机器人和 C 形臂摆放位置(见白色、黑色箭头所示)



图 2 激光引导穿刺(可见右手示指上激光照射形成的红点)

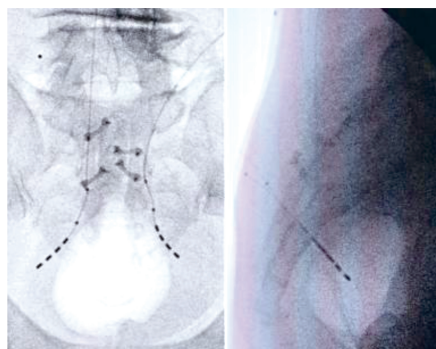


图 3 术中骶骨正侧位 X 线平片

术的限制,拓宽复杂病例的适应证。机器人系统可存储手术数据,为术后效果评估、学术研究或法务需要提供客观资料来源。

本病例表明 SNS 可以作为治疗会阴痛、肛门直肠疼痛的有效治疗选择。机器人技术的稳定性和精准性有助于电极精确植入,提高有效性和安全性。本技术安全、高效,操作简便,不会对病人造成额外损伤,不增加其他操作步骤,可随时切换到常规术式。随着手术机器人的快速普及,应用前景会更加广阔。

机器人辅助 SNS 这一新技术的优势明显,但对设备依赖性强,设备昂贵,术中需要麻醉团队、病人的良好配合。如果病人在术中明显移动或者呼吸幅度过大造成骶尾部明显运动,会影响手术的精度,需要重新注册定位。因此病人的选择是成功的重要条件。



机器人辅助 SNS 技术的成功开展, 变“人工操作”为“机器辅助”。同时, 顺应数智医疗的发展潮流, 为复杂疼痛性疾病的治疗提供了新范式。本研究仅为初步工作, 尚需更多病例总结优化。

利益冲突声明: 作者声明本文无利益冲突。

参 考 文 献

- [1] Noblett K, Crowder C. Neuromodulation[J]. Obstet Gynecol Clin North Am, 2021, 48(3):677-688.
- [2] Schaeffer AJ. Epidemiology and evaluation of chronic pelvic pain syndrome in men[J]. Int J Antimicrob Agents, 2008, 31(supp-S1):108-111.
- [3] Peinado-Molina RA, Hernandez-Martinez A, Martinez-Vazquez S, *et al.* Pelvic floor dysfunction: prevalence and associated factors[J]. BMC Public Health, 2023, 23(1):2005.
- [4] Menconi C, Marino F, Bottini C, *et al.* Evaluation and management of chronic anorectal and pelvic pain syndromes: Italian Society of Colorectal Surgery (SICCR) position statement[J]. Tech Coloproctol, 2024, 28(1):69.
- [5] Franz J, Kieselbach K, Lahmann C, *et al.* Chronic primary pelvic pain syndrome in Men[J]. Dtsch Arztebl Int, 2023, 120(29-30):508-518.
- [6] Greig J, Mak Q, Furrer MA, *et al.* Sacral neuromodulation in the management of chronic pelvic pain: a systematic review and meta-analysis[J]. Neurourol Urodyn, 2023, 42(4):822-836.
- [7] C.Müller, Reissig LF, Argeny S, *et al.* Standardized fluoroscopy-guided implantation technique enables optimal electrode placement in sacral neuromodulation: a cadaver study[J]. Tech Coloproctol, 2021, 25(2):215-221.
- [8] Dawoud C, Reissig L, Muller C, *et al.* Comparison of surgical techniques for optimal lead placement in sacral neuromodulation: a cadaver study[J]. Tech Coloproctol, 2022, 26(9):707-712.
- [9] 钟家雷, 李璇, 陈嘉炜, 等. 超声引导下骶孔精准穿刺技术在骶神经调节术中的应用 [J]. 临床泌尿外科杂志, 2019, 2:132-136.
- [10] 单帅帅, 朱文, 贾智明, 等. CT 联合 C 型臂引导骶神经调控术治疗神经源性膀胱的影像尿动力学分析 [J]. 临床泌尿外科杂志, 2021, 36(8):612-617.
- [11] Liem SS, Demus T, Jivanji D, *et al.* Bullseye technique to optimize S₃ foramen access: applying a trusted endourology technique to pelvic medicine[J]. Urology, 2023, 171:252-254.
- [12] 周禹瑄, 张勇. 辅助定位技术在神经源性膀胱骶神经电刺激治疗中的应用进展 [J]. 山东医药, 2023, 63(13):84-87.
- [13] 彭欣, 董珉光, 王丽娜, 等. 3D 打印导板在射频联合硬膜外置管镇痛治疗腰椎术后疼痛综合征中的应用 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2024, 30(3):231-236.
- [14] 董生, 张晓磊, 李伟, 等. 机器人辅助三叉神经半月节球囊压迫治疗三叉神经痛 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2021, 27(6):474-476.
- [15] 王乃堃, 骆敏舟, 陆丽娟. 穿刺机器人在微创外科手术中的应用进展 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2020, 26(5):376-380.

· 消 息 ·

2025 年疼痛周学术会议通知

“2025 年疼痛周学术会议”将于 2025 年 10 月 17~19 日在北京召开。会议将邀请著名疼痛医学专家及管理专家, 就疼痛医学的发展方向、医疗质量控制及疼痛学科的前沿进展等进行深入的探讨。本次会议将对推动疼痛学科的发展, 加强医疗质控、规范化诊疗及科研教育等起到积极的推动作用。

会议将围绕着“世界镇痛日”的主题积极开展各项推动疼痛学科发展的活动, 增强疼痛学科传播能力, 提升疼痛医疗服务与科学研究水平, 加强疼痛医疗的质控管理。诚邀您参与本次会议。

一、会议时间: 10 月 17 日至 19 日 (10 月 17 日报到), 会议免注册费。

二、联系方式

朱 谦 13701068424

任莉梅 13910566182

刘 磊 18801393293

