

doi:10.3969/j.issn.1006-9852.2025.05.012

• 临床病例报告 •

机器人辅助半月节电刺激治疗顽固性
三叉神经痛 1 例 *李建广 顾柯[△] 尹丰 王嘉义 赵明明 陈辉
(航天中心医院神经外科, 北京 100049)

三叉神经痛是一种临床常见的面部神经痛, 其特征是三叉神经分布的面部区域自发或诱发的电击样痛或刺痛, 疼痛较剧烈。2018 年头痛疾病国际分类第三版 (International Classification of Headache Disorders 3rd edition, ICHD-3) 将三叉神经痛 (trigeminal neuralgia, TN) 分为经典性三叉神经痛、继发性三叉神经痛和特发性三叉神经痛^[1]。经典性三叉神经痛为血管压迫神经导致的三叉神经痛; 继发性三叉神经痛为继发于其他疾病而产生的三叉神经痛; 特发性三叉神经痛为无明确病因的三叉神经痛。目前, 除了继发性三叉神经痛需要解除病因治疗外, 经典和特发性三叉神经痛, 首选治疗均为口服药物, 如抗惊厥药物卡马西平或奥卡西平^[2], 这些药物可以减少电击样阵发性惊厥样发作的高频放电, 但对于缓解伴随出现的持续性疼痛症状时, 这类药物的不良反应包括头晕、复视、共济失调和转氨酶水平升高等, 会降低病人对此类治疗的依从性^[3]。加巴喷丁、普瑞巴林等钙离子通道调节剂已被证实可用于治疗持续性的神经病理性疼痛, 虽然在治疗效果上并不如上述抗惊厥药物, 但其不良事件发生率较低, 不良反应较小, 若可接受其不良反应, 可尝试作为单一疗法使用^[4]。针对药物治疗无效的 classic 三叉神经痛, 微血管减压术是目前重要的手术治疗手段之一^[5], 术后 60%~80% 的病人疼痛症状明显减轻, 但对于特发性三叉神经痛应用微血管减压作用甚微。对于药物治疗失败, 而微血管减压无效或出现复发的病人目前可能的选择包括伽马刀治疗、三叉神经射频热凝术、三叉神经根离断术、三叉神经半月节球囊压迫术等^[6,7], 尽管现有治疗手段多样, 但顽固性三叉神经痛的治疗仍面临重大挑战^[2]。长期药物治疗易产生耐受性, 而微血管减压术和射频热凝术等侵入性治疗可能伴随感觉缺失、复发率

高等问题^[8]。特别是对于药物难治性特发性三叉神经痛和带状疱疹后三叉神经痛病人, 亟需开发更安全有效的治疗方法^[9]。

近年来, 神经调控技术为慢性疼痛治疗提供了新思路。研究显示, 半月节电刺激 (gasserian ganglion stimulation, GGS) 可通过调节痛觉传导通路发挥镇痛作用^[10,11]。Escobar-Vidarte 等^[12]报道 GGS 可使难治性 TN 病人疼痛缓解 50% 以上, 但传统徒手穿刺存在定位不精准、并发症风险高等局限。目前国内相关研究较少, 且尚未见机器人辅助 GGS 永久植入的报道。本文报道 1 例通过 CT 和 MRI 融合应用机器人辅助精准导航将神经刺激电极放置于三叉神经半月节, 刺激器永久体内植入持续刺激治疗特发性三叉神经痛的病例, 为顽固性三叉神经痛病人提供新的治疗选择。现报告如下:

1. 一般资料

病例: 74 岁, 女性, 左侧三叉神经痛 7 年余, 以左侧牙周游走性跳痛为主, 伴睡眠障碍, 严重影响生活质量, 视觉模拟评分法 (visual analogue scale, VAS) 评分 10, 呈顽固性疼痛, 于 2024 年 8 月 5 日入住我科。

自 2016 年发病后, 先后接受鼻中隔矫正术、射频热凝术、微血管减压术及多次神经阻滞等治疗, 均无效, 长期口服加巴喷丁/吗啡镇痛效果不佳。

既往史: 高血压、骨质疏松、碘造影剂过敏。

术前检查无禁忌, 头颅 MRI 排除继发病变。病人既往接受三叉神经微血管减压术、射频热凝术及神经阻滞等治疗无效, VAS 评分持续 9 以上。一期给予左侧三叉神经半月节短时程电刺激, 3 小时后开机, 开机后 VAS 评分降到 2, 短时程刺激电极测试 14 天开机期间, VAS 评分始终在 1~2。拔除电极后疼痛复发, 遂行机器人导航下左侧三叉神经

* 基金项目: 航天医科科研基金资助项目 (2021YK19)

[△] 通信作者 顾柯 engtong999@163.com



半月节永久电极植入术。选用骶神经翼状电极以优化长期稳定性。

2. 手术过程

气管插管全身麻醉，仰卧位，头略后仰，塑形枕固定头部。采用睿米机器人导航定位，术中将病人 CT 及 MRI 等多模态影像资料导入进行融合，可以清晰呈现颅内三维立体结构，为手术规划提供准确信息，该病人以左侧三叉神经半月节为靶点，规划经左侧面部穿卵圆孔到达 Meckel 腔的穿刺路径。机器人导航引导下沿设定路径穿入穿刺针，见穿透筋膜的突破感时停止进针，拔出针芯，用带刻度穿刺针反复比对术前定位靶点与穿刺针尖完全重合。将带固定翼的自固定 4 触点骶神经刺激电极沿穿刺针套管置入 Meckel 腔，X 线下调整电极深度，使有效触点贴近三叉神经半月节，保持固定电极于原位不动，拔除穿刺针套管，使固定翼释放固定电极，X 线复查见电极无位移，临时包扎手术切口。去除塑形枕，仰卧位，头偏右侧约 15 度，左侧面部、颈部和左侧胸部常规消毒，铺单，分别于左侧面部穿刺点处切长约 5 mm 小切口，左侧胸部锁骨下 3 cm 做一长约 6 cm 横切口，分离皮下组织至胸大肌筋膜，用通道管自穿刺点经左侧面部、颈部、跨锁骨上至胸部切口处造皮下隧道，将刺激电极另一端沿皮下隧道穿出至胸部切口。电极导线与脉冲发生器连接，测试电极阻抗及刺激反应正常后，将脉冲发生器埋于胸部皮下囊袋。逐层缝合面部及胸部切口，无菌辅料包扎。术后 24 小时开机 VAS 评分下降至 1，术后刺激 1 周 VAS 评分均稳定在 1，拆线后出院。

术后 1、3、6 个月随访：开机刺激时 VAS 评分均稳定在 1，病人极其满意，暂无电刺激相关不良反应发生。6 个月随访时，病人自诉术后 5 个月曾自行停止电刺激时仍有疼痛反复至 VAS 评分 8。

3. 讨论

三叉神经痛病人临床常见，治疗方式繁多，国内学者呼吁临床医师要重视三叉神经痛的阶梯化治疗，应遵循由无创到有创、由保守到手术、由低阶梯到高阶梯治疗的原则^[13]。部分非原发性三叉神经痛病人无论是无创还是有创/药物还是手术效果均不佳，鉴于本团队应用三叉半月节电刺激治疗缺血样脑卒中（脑梗死）后三叉神经痛及带状疱疹后三叉神经痛取得的经验，讨论可尝试三叉神经半月节电刺激疗法为该病人解除疼痛。但该病人为慢性顽固性疼痛且既往治疗史可能已经对患侧三叉神经根部造成损伤，临时刺激只能暂时缓解或为验证疗效。

因此，临时刺激选择应用脊髓电刺激电极，永久植入时为避免电极移位而选择带有固定翼的骶神经刺激电极。另外，术前影像提示病人卵圆孔及 Meckel 腔狭小，以及该病人既往多次三叉神经干及周围支的反复穿刺治疗，解剖结构和穿刺路径存在粘连变形等情况，穿刺难度增加。三叉神经半月节电刺激永久植入术的难点包括：①电极精准植入三叉神经半月节保证疗效；②电极固定牢靠避免移位；③永久植入刺激器导线在面颊部的走行路径设计。

机器人辅助导航定位是一种较新的手术技术，通过将病人的 CT 与 MRI 融合，构建出病人头颅的 3D 成像，可以清晰地反映出各种解剖结构（CT 能够准确识别重要的骨性标记卵圆孔，MR-T2 space 可清晰勾勒出 Meckel 腔），见图 1。在机器人的引导下由卵圆孔进入 Meckel 腔的穿刺路径可一览无余，保证了穿刺靶点准确无误，又避免了穿刺路径血管、组织损伤。本团队在机器人手术操作方面有数千例成功的经验，这一难点可以轻松破解；另外，本团队使用“无创塑形枕”手术固定枕固定头部，无需三钉头架固定，避免病人头部因头架固定而带来额外损伤。在机器人导航的辅助下，穿刺可以做到精准稳定、微创、安全的一次穿刺到位，避免了常规 C 形臂或 CT 引导反复验证而被动摄入过多的辐射剂量，还减少了因调整穿刺方向而反复穿刺，降低对病人的创伤，提高手术的安全性和有效性，减少术后并发症（见图 2）。

对于普通的周围神经电极或脊髓电刺激电极，本团队在既往带状疱疹后神经痛的病例中使用短疗程电刺激镇痛过程中经过多次尝试后发现，由于电极的导丝光滑，病人日常饮食饮水需要面部咀嚼运动，且无法在穿刺后精确固定，术后随时间推移可能会出现电极位置触点移位，从而无法保证通过电刺激稳定缓解疼痛的疗效。鉴于此，本病例选用骶神经电极（见图 3），由于其特殊的应用环境，骶神经电极的导线表面带有一定数量的“固定翼”，在穿刺成功之后，这些“固定翼”会锚定在周围的组织中，从而可有效阻止电极从刺激点位偏移从而影响疗效。路桂军团队近期发表的 1 例个案报道中有类似设想^[14]，且已证实疗效满意，能够有效预防电极移位。但在永久植入时也存在不足之处，如电极长度不够长，需要改进长度，根据病人具体情况选择不同长度的电极，从而能够在体表下形成更有效的减压和避开面部腮腺和下颌腺导管及骨性突出物等，增加舒适感和美观度，适应不同病人的需求。

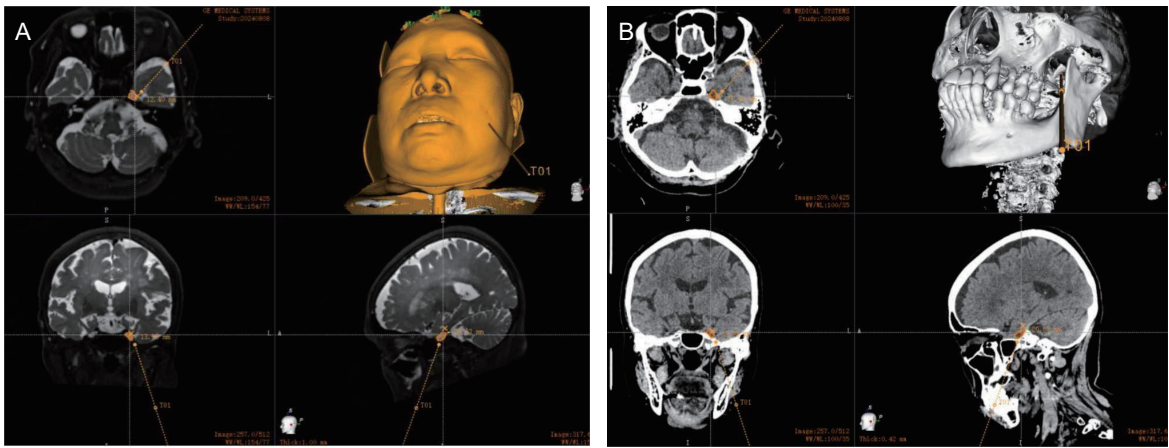


图1 术中机器人重建影像及穿刺路径设计
(A) 术中MR; (B) 术中CT

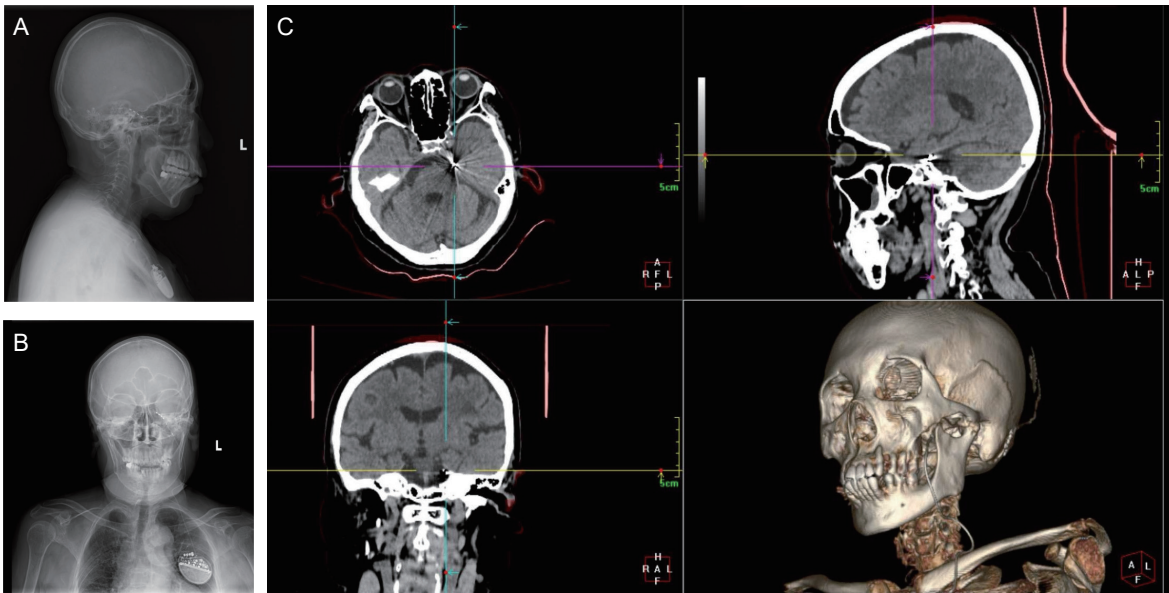


图2 术后复查X片及CT影像验证电极、刺激器位置
(A) 术后侧位X片; (B) 术后正位X片; (C) 术后CT三维重建



图3 骶神经电极示意图

永久植入刺激器需要在面颊部走行导线，既往没有较好地案例参考，本团队术前复习头面部解剖，设计出一套穿刺走行路径，于左侧面部穿刺点下方切一长约0.5 cm小切口，尽量不破坏面部美观，以骶神经穿刺针做通道针，从面部切口至下颌骨中点做皮下通道，深度在皮下中层筋膜，避开腮腺导管到达下颌骨下缘同时避开下颌下腺，左侧胸部锁骨下3 cm处做一长约6 cm横切口，分离皮下组织至

胸大肌筋膜，用通道管自面部下颌骨中点过颈阔肌筋膜、跨锁骨上至胸部切口胸大肌筋膜处造一皮下隧道，将刺激电极另一端沿皮下隧道穿出至胸部切口，并与脉冲发生器连接后植入皮下，以无损伤缝合线与胸大肌筋膜固定，测试植入电极工作良好（见图4）。

本团队经过查新和通过邮件与国外相关机构专家沟通后，尚未发现有其他报道应用同样的方法治

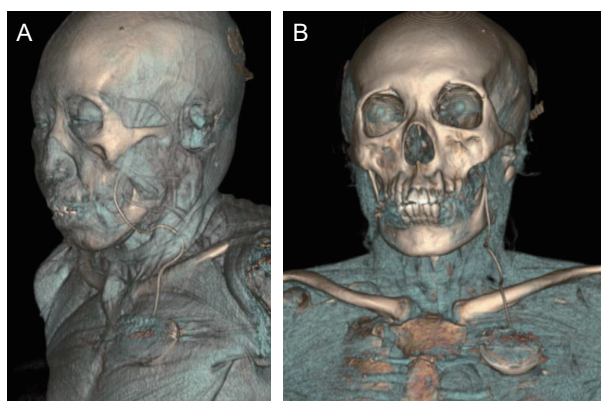


图4 电极、导线走行路径及刺激器位置
(A) 电极导线路径重建; (B) 导线刺激器重建

疗特发性三叉神经痛。同时本例病人目前也未出现围手术期发生相关的不良反应, 目前在持续随访观察过程中, 病人各方面指征良好, VAS 评分 1, 将继续观察其长期疗效及是否有不良事件发生。

利益冲突声明: 作者声明本文无利益冲突。

参 考 文 献

- [1] Headache Classification Committee of the International Headache Society (IHS) the International Classification of Headache Disorders, 3rd Edition[J]. Cephalalgia, 2018, 38(1):1-211.
- [2] Bendtsen L, Zakrzewska JM, Abbott J, *et al.* European academy of neurology guideline on trigeminal neuralgia[J]. Eur J Neurol, 2019, 26:831-849.
- [3] Cruccu G, Pennisi EM, Antonini G, *et al.* Trigeminal isolated sensory neuropathy (TISN) and FOSMN syndrome: despite a dissimilar disease course do they share common pathophysiological mechanisms?[J]. BMC Neurol, 2014, 14:248-256.
- [4] Yang F, Lin Q, Dong L, *et al.* Efficacy of 8 different drug treatments for patients with trigeminal neuralgia: a network meta-analysis[J]. Clin J Pain, 2018, 34(7):685-690.
- [5] 王文良, 李洋, 钱涛. 微血管减压术与射频热凝术治疗三叉神经痛的疗效与安全性比较的 Meta 分析 [J]. 中华疼痛学杂志, 2021, 17(1):54-62.
- [6] Lee S, Lee JI. Gamma knife radiosurgery for trigeminal neuralgia: review and update[J]. J Korean Neurosurg Soc, 2022, 65(5):633-639.
- [7] Fariselli L, Ghielmetti F, Bosetti D, *et al.* The role of radiosurgery in trigeminal neuralgia[J]. Neurol Sci, 2017, 38(Suppl 1):63-65.
- [8] Cruccu G, Finnerup NB, Jensen TS, *et al.* Trigeminal neuralgia: new classification and diagnostic grading for practice and research[J]. Neurology, 2016, 87(2):220-228.
- [9] 邢秀芳, 李海芹, 刘琳, 等. 半月神经节电刺激治疗三叉神经区带状疱疹相关性疼痛 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2023, 29(1):64-68.
- [10] Shlobin NA, Wu C. Current neurostimulation therapies for chronic pain conditions[J]. Curr Pain Headache Rep, 2023, 27(11):719-728.
- [11] 姜在莹, 倪兵, 杜涛, 等. 三叉神经半月节电刺激镇痛应用及进展 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2025, 31(4): 283-288.
- [12] Escobar-Vidarte ÓA, Alzate-Carvajal V, Mier-García JF. Gasserian ganglion stimulation for refractory trigeminal neuropathic pain[J]. Rev Esp Anesthesiol Reanim (Engl Ed), 2024, 71(7):530-537.
- [13] 罗芳. 重视三叉神经痛的阶梯化治疗 [J]. 中华疼痛学杂志, 2022, 18(1):3-5.
- [14] Niu J, Wang C, Wang X, *et al.* Temporary gasserian ganglion stimulation utilizing SNM electrode in subacute herpetic trigeminal neuralgia[J]. Front Neurol, 2024, 15:1435272.

《中国疼痛医学杂志》编辑部

地址: 北京市海淀区学院路 38 号, 北京大学医学部

联系电话: 010-82801712; 010-82801705

电子邮箱: pain1712@126.com

杂志官网: <http://casp.ijournals.cn> 在线投稿

微信公众平台号: 中国疼痛医学杂志 (cjpm1712)

