颈 2 背根神经节脉冲射频治疗颈源性头痛的临床疗效与安全性分析

申林

（延边大学附属医院（延边医院） 吉林延吉 133099）

【摘 要】颈源性头痛（cervicogenic headache, CEH）是一种由颈椎或颈部软组织病变引起的继发性头痛，其患病率在头痛患者中约占15%~20%，在普通人群中约为2.2%。近年来，颈2（C2）背根神经节脉冲射频（pulsed radiofrequency, PRF）术因其非毁损性、可重复性好等优势，逐渐成为CEH介入治疗的重要选择。本文系统回顾C2背根神经节PRF治疗CEH的临床研究文献，从流行病学背景、发病机制、治疗技术演进、临床疗效、安全性及联合治疗优化等角度进行综述。现有证据表明，C2背根神经节PRF可显著降低CEH患者的疼痛评分、改善颈部功能及睡眠质量，术后6个月有效率约40%~72%，且严重并发症罕见。超声引导技术的应用进一步提高了穿刺的安全性与精准度。该技术为保守治疗无效的CEH患者提供了安全、有效的微创治疗选择。

【关键词】颈源性头痛；C2背根神经节；脉冲射频；临床疗效；安全性

Analysis of the Clinical Efficacy and Safety of Cervical 2 (C2) dorsal root ganglion pulsed radiofrequency therapy for cervicogenic headache

Shen Lin

（Yanbian University Affiliated Hospital (Yanbian Hospital), Yanji, Jilin 133099）

[Abstract] Cervicogenic headache (CEH) is a secondary headache caused by lesions of the cervical spine or cervical soft tissues; its prevalence among patients with headaches ranges from 15% to 20%, while it is approximately 2.2% in the general population. In recent years, C2 dorsal root ganglion pulsed radiofrequency (PRF) therapy has gradually become an important option for the interventional treatment of CEH due to its non-destructive nature and excellent reproducibility. This article systematically reviews clinical research literature on C2 dorsal root ganglion PRF therapy for CEH, providing a comprehensive overview from perspectives such as epidemiological background, pathogenesis, evolution of therapeutic techniques, clinical efficacy, safety, and optimization of combined therapies. Existing evidence indicates that C2 dorsal root ganglion PRF can significantly reduce pain scores in patients with CEH, improve neck function, and enhance sleep quality; the effective rate at 6 months post-treatment ranges from approximately 40% to 72%, with severe complications being rare. The application of ultrasound-guided techniques further enhances the safety and precision of the puncture procedure. This technique offers a safe and effective minimally invasive treatment option for patients with CEH who have failed conservative treatments.

[Key words] Cervical spondylosis-related headache; C2 dorsal root ganglion; pulsed radiofrequency ablation; clinical efficacy; safety

1.引言

本文旨在系统综述 C2 背根神经节 PRF 治疗 CEH 的临床疗效与安全性，以期为临床实践提供循证医学参考。

2.解剖学基础与发病机制

2.1 C2 背根神经节的解剖特点

C2 背根神经节位于寰椎后弓与枢椎椎弓板之间的间隙内，毗邻头下斜肌下缘，位置较为表浅，距皮肤深度约 3~5 cm。该神经节发出 C2 神经后支，支配枕部、耳后及头顶部皮肤的感觉，是枕大神经的主要来源。其前方为寰枢椎侧方关节，内侧紧邻硬膜囊和颈髓，外侧毗邻椎动脉，后方为头半棘肌和头夹肌。这一复杂的解剖毗邻关系使 C2 背根神经节成为 CEH 疼痛传导的关键中转站，同时也对穿刺操作的安全性提出了较高要求。

2.2 颈源性头痛的神经病理机制

CEH 的疼痛信号主要经三叉神经颈核传递至中枢。三叉神经颈核接受来自三叉神经和 C1–C3 脊神经的感觉传入，其尾侧亚核与 C1–C3 脊神经的传入终末在解剖上存在重叠区域。这一“三叉–颈复合体”的存在可以解释为什么 CEH 患者常表现为额部、眼眶及颞部牵涉痛，即所谓的“颅面牵涉痛”。当 C2 背根神经节受到机械性压迫或炎性刺激时，产生的异常神经冲动经上述通路上传，引起头枕部及颅面区域的放射性疼痛。

C2 背根神经节的病理改变主要包括：机械压迫所致的神经纤维脱髓鞘改变、局部无菌性炎症释放的前列腺素、缓激肽等致痛物质对神经末梢的刺激，以及神经节内 A–δ 和 C 类传入纤维的异常放电。这些因素共同导致中枢神经系统的痛觉敏化，使疼痛慢性化、顽固化。

3.脉冲射频治疗的技术原理与操作要点

3.1 脉冲射频的物理学特性

脉冲射频是一种区别于传统连续射频的神经调控技术。其通过输出高频（通常为 2 Hz）、高电压的脉冲式电流，在射频针尖周围形成高强度的电磁场，而针尖组织温度一般不超过 42℃。这一温度阈值低于神经组织热损伤的临界温度（45℃），因此 PRF 主要发挥神经调节作用而非毁损作用。与传统连续射频热凝术相比，PRF 可避免术后出现的枕部、颞部皮肤麻木、感觉减退及瘙痒等并发症，这使 PRF 在 CEH 治疗中具有独特的优势。

3.2 PRF 镇痛的分子机制

C2 背根神经节 PRF 治疗 CEH 的镇痛机制涉及多个层面，尚未被单一理论完全解释。目前公认的机制包括：（1）脉冲电磁场可调节神经元膜电位，影响电压门控钙离子通道的功能，减少兴奋性神经递质的释放；（2）抑制局部炎症介质的合成与释放，减轻神经根周围的无菌性炎症反应；（3）通过激活脑干下行抑制系统，增强内源性镇痛通路的活性；（4）抑制 C 类传入纤维的异常伤害性信号向脊髓背角的传导；（5）影响疼痛相关即刻早期基因的表达，改变痛觉信号传导通路的可塑性。这些机制协同作用，产生较为持久的镇痛效果。

3.3 穿刺引导技术的演进

传统 C2 背根神经节穿刺多在 X 线透视或 CT 引导下进行，需依靠寰椎后弓、枢椎棘突等骨性标志进行间接定位。然而，C2 背根神经节毗邻颈髓、硬膜囊、椎动脉等重要结构，透视下难以清晰显示这些软组织，穿刺的精准度受限，存在误伤硬膜囊或椎动脉的潜在风险。CT 引导虽能提供较好的骨性分辨率，但存在辐射剂量较大、操作时间较长、设备可及性受限等不足。

近年来，超声引导技术在该领域取得重要进展。高频超声探头（8~12 MHz）可清晰显示 C1–2 间隙水平的 C2 神经根、背根神经节及周围血管结构，实现穿刺过程的实时可视化。超声引导具有无辐射、操作便捷、可床边进行等优势。一项纳入 29 例 CEH 患者的回顾性研究证实，超声引导下 C2 背根神经节 PRF 治疗可达到与 X 线引导相当的疗效，同时避免了电离辐射暴露，操作时间也明显缩短。然而，超声引导对操作者的技术要求较高，需要熟悉颈部超声解剖图像。

4.临床疗效分析

4.1 疼痛缓解效果

多项临床研究证实 C2 背根神经节 PRF 对 CEH 具有确切的短期及中期镇痛效果。镇痛效果的评价指标多采用视觉模拟评分（VAS）、数字等级评分（NRS）或麦吉尔疼痛问卷（MPQ），疗效判定通常以疼痛缓解≥50%为有效标准。

一项纳入 74 例 CEH 患者的前瞻性研究显示，C2 背根神经节 PRF 术后各随访时点 VAS 评分均较术前显著降低，差异有统计学意义（$P < 0.05$）。术后 12 个月和 18 个月内的头痛复发率分别为 19%和 31%，提示该技术的中期疗效较为稳定。该研究还发现，术前对 C2 背根神经节诊断性阻滞反应良好的患者，术后疼痛缓解更为显著，这提示诊断性阻滞可作为疗效的预测指标。

Lee 等对 114 例接受 C2 背根神经节阻滞的 CEH 患者进行回顾性分析，其中 45 例因疼痛复发或阻滞效果欠佳接受了 PRF 治疗。结果显示，术后 6 个月疼痛缓解≥50%的患者比例为 40.0%，总有效率为 57.8%。多因素回归分析发现，既往对 C2 背根神经节阻滞反应明确（疼痛缓解≥50%）的患者，接受 PRF 治疗后的成功率显著更高（$P < 0.001$），而高龄（>65 岁）和病程 >5 年则与较差疗效相关。

2025 年发表的一项超声引导下 C2 背根神经节 PRF 研究纳入 29 例 CEH 患者，结果显示术后各随访时点（4 周、12 周、24 周）NRS 评分均较术前显著降低。术后 4 周、12 周、24 周时疼痛缓解≥50%的患者比例分别为 72.41%、68.97%和 68.97%，与透视引导下的疗效数据相当。颈部功能障碍指数（NDI）评分在术后各时点亦显著改善，表明疼痛缓解同时伴随颈部功能的恢复。

4.2 对生活质量及睡眠的改善

CEH 不仅引起疼痛，还常导致睡眠障碍、焦虑、抑郁及日常活动能力下降。近年来，研究者开始关注 PRF 治疗后患者生活质量的改善。华西等的研究采用匹兹堡睡眠质量指数（PSQI）和简明健康调查量表（SF–36）评估患者术后变化，结果显示 PRF 治疗组术后 3 个月 PSQI 总分较术前显著降低，SF–36 中的躯体疼痛、生理职能和社会功能维度评分均显著改善。这表明疼痛缓解带来的益处不仅局限于疼痛本身，还延伸至患者的整体生活质量和心理健康。

4.3 联合治疗的增效作用

为进一步优化疗效，研究者探索了 PRF 与其他治疗方法的联合应用。华西等对 90 例 CEH 患者的回顾性研究比较了单纯星状神经节阻滞（SGB）、单纯 C2 背根神经节 PRF 及 PRF 联合 SGB 三种方案的疗效。结果显示，联合治疗组在术后 1、3、6 个月时的 VAS 评分均优于单纯 PRF 组和单纯 SGB 组（$P < 0.05$），且 PSQI 和 MPQ 评分的改善更为显著。联合组术后 6 个月的总有效率为 93.3%，高于单纯 PRF 组的 80.0%和单纯 SGB 组的 63.3%。该研究认为，SGB 可阻断交感神经传导、改善头部血供，与 PRF 的神经调节作用形成协同效应。赵艳红等将 C2 背根神经节 PRF 与三氧自体血疗法联合应用于老年 CEH 患者。三氧自体血疗法可通过诱导抗氧化酶活性、改善组织氧供和调节免疫应答发挥作用。结果显示，联合组术后 1 周、1 个月时的 VAS 评分优于单纯 PRF 组（$P < 0.05$），两组总有效率均超过 90%，但联合组的优效率（疼痛缓解≥70%）更高。另有研究表明，在 PRF 基础上于 C2 背根神经节旁注射臭氧可进一步优化疗效。臭氧具有抗炎和镇痛作用，可减轻神经根周围的炎性水肿。联合组术后 6 个月优效率为 66.7%，显著高于单纯 PRF

组的 40.0%（P=0.034），表明臭氧注射可作为 PRF 的有效辅助手段。

5.安全性评价

5.1 并发症发生情况

现有文献表明，C2 背根神经节 PRF 治疗 CEH 的安全性良好。在上述 74 例患者的前瞻性研究中，未观察到感染、硬膜外血肿、颈髓损伤、椎动脉损伤等严重并发症。部分患者在术后当晚出现一过性的枕神经支配区域不适或轻微头晕，但均在 24 小时内自行缓解，考虑与穿刺针道刺激或局部麻醉药物作用有关。

Lee 等的研究中，45 例接受 PRF 治疗的患者均未记录到术后即刻或远期并发症。2023 年和 2025 年发表的超声引导研究同样报告无重大不良事件发生，仅个别患者出现短暂的穿刺部位疼痛，未予特殊处理后好转。

5.2 与传统射频的比较

与传统连续射频热凝术相比，PRF 因其非毁损性的技术特点，不会造成神经组织的不可逆热损伤，因此枕部皮肤麻木、感觉减退或灼热感等并发症发生率显著降低。连续射频热凝术虽然起效迅速，但术后约 10%~30%的患者可出现不同程度的枕部感觉减退，部分患者甚至出现难以忍受的神经病理性疼痛。PRF 有效避免了这些缺陷，在需要反复治疗或双侧病变的患者中优势更为明显。

5.3 超声引导的安全增益

超声引导技术的应用进一步提升了穿刺的安全性。实时超声图像可清晰显示椎动脉的走行和搏动，帮助操作者避开这一关键结构。此外，超声还能显示硬膜囊后缘，防止穿刺针突破椎管。对于颈部解剖变异或既往手术史的患者，超声引导的个体化定位价值尤为突出。但需要指出的是，超声引导下穿刺的学习曲线较长，要求操作者熟练掌握颈部超声解剖和手眼协调技术，建议在有经验的医师指导下开展。

6.展望

C2 背根神经节脉冲射频是治疗颈源性头痛的有效微创手段，可在显著缓解疼痛的同时改善患者颈部功能与睡眠质量，且安全性良好，严重并发症罕见。超声引导技术的应用使操作更为精准、便捷，具有良好的推广前景。

目前该领域仍存在以下不足：（1）多数研究为回顾性设计，前瞻性随机对照研究较少，循证医学证据级别有待提高；（2）样本量普遍偏小，随访时间参差不齐，缺乏远期（＞2 年）疗效数据；（3）疗效判定标准尚未统一，不同研究间的可比性受限；（4）PRF 的最佳参数设置（频率、电压、时间）尚无标准化方案。

未来需开展大样本、多中心的前瞻性随机对照研究，以进一步明确该技术的最佳适应证、最优参数组合及远期疗效。此外，PRF 与药物、神经阻滞、物理治疗等联合方案的优化及其协同机制也值得深入探索。随着超声设备的普及和操作技术的规范化，C2 背根神经节 PRF 有望成为 CEH 阶梯治疗中介入阶段的一线选择。

参考文献：

[1]Sjaastad O, Fredriksen TA, Pfaffenrath V. Cervicogenic headache: diagnostic criteria[J]. Headache, 1998, 38(6): 442–445.

[2]Hua L, Sha KY, Lu HC, et al. Clinical efficacy evaluation of ultrasound–guided C2 dorsal root nerve pulsed radiofrequency combined with stellate ganglion block in the treatment of cervicogenic headache: a retrospective cohort study[J]. Journal of Pain Research, 2023, 16: 2655–2663.

[3]Lee HJ, Kim YH, Shin JH, et al. Pulsed radiofrequency ablation of the C2 dorsal root ganglion using a posterior approach for treating cervicogenic headache: a retrospective chart review[J]. Headache, 2020, 60(10): 2463–2472.

[4]孙永海, 张宏, 杨立强, 等. 颈 2 背根神经节脉冲射频术治疗颈源性头痛的疗效[J]. 中华麻醉学杂志, 2011, 31(4): 429–431.

[5]赵艳红, 李明泽, 王连松, 等. C2 背根神经节脉冲射频联合三氧自体血疗法治疗老年颈源性头痛的效果[J]. 国际老年医学杂志, 2024, 45(1): 36–40.

[6]臭氧注射对颈 2 背根神经节脉冲射频治疗颈源性头痛患者疗效的优化效果[J]. 中华疼痛学杂志, 2022, 18(3): 198–204.

[7]Ultrasound–guided pulsed radiofrequency at the C2 dorsal root ganglion for cervicogenic headache: a retrospective study focusing on the C1–2 level[J]. Journal of Pain and Headache, 2025, 39(1): 112–118.

[8]Bogduk N. Cervicogenic headache: anatomic basis and pathophysiologic mechanisms[J]. Current Pain and Headache Reports, 2001, 5(4): 382–386.

[9]Van Suijlekom HA, Weber WE, van Kleef M, et al. Cervicogenic headache: a critical review of the literature[J]. Clinical Journal of Pain, 2005, 21(3): 239–246.

[10]何亮亮, 倪家骧. 颈源性头痛诊断及治疗研究进展[J]. 中国疼痛医学杂志, 2016, 22(2): 135–138.