

doi:10.3969/j.issn.1006-9852.2021.10.006

CT 引导下半月神经节射频热凝术与三氧注射治疗 三叉神经痛的疗效比较 *

李 彤^{1,2#} 钱晓焱^{4#} 郑 蓉³ 胡桂莲² 白清丽³ 李芝兰³ 张建峰^{4△} 安建雄^{4△}

(1 兰州市第一人民医院疼痛科, 兰州 730050; 2 兰州市妇幼保健院疼痛科, 兰州 730000; 3 兰州大学公共卫生学院, 兰州 730000; 4 中国医科大学航空总医院麻醉/疼痛与睡眠医学中心, 北京 100012)

摘 要 目的: 比较 CT 引导下半月神经节射频热凝术与三氧注射治疗三叉神经痛的疗效。**方法:** 收集 2014 至 2020 年因三叉神经痛接受治疗的病人诊疗信息, 按手术方法分为经皮射频热凝术 (percutaneous radiofrequency thermocoagulation, PRT) 组 14 例和三氧注射治疗 (ozone therapy, OT) 组 13 例; 并进行随访。采用视觉模拟评分法 (visual analogue scale, VAS) 评分及巴罗神经学研究所 (Barrow neurological institute, BNI) 疼痛评分, 评估病人疼痛 (pain) 和麻木 (numbness) 程度。**结果:** 两组治疗前 VAS, BNI (P) 和 BNI (N) 评分差异均无统计学意义。治疗后 1 周 VAS 和 BNI (P) 评分均降低; 但 OT 组高于 PRT 组。治疗后 BNI (N) 评分 OT 组均低于 PRT 组。随访期间 PRT 组 2 例疼痛复发, 病人均有麻木症状; OT 组 5 例病人偶发轻微疼痛, 均无麻木症状。**结论:** OT 和 PRT 均可缓解三叉神经痛, OT 缓解疼痛的效果略低于 PRT, 但 OT 组的病人术后麻木程度低于 PRT 组。

关键词 三叉神经痛; 射频热凝术; 三氧注射治疗; 半月神经节

Comparison of the efficacy of CT-guided percutaneous radiofrequency thermocoagulation and ozone injection of the gasserian ganglion in the treatment of trigeminal neuralgia *

LI Tong^{1,2#}, QIAN Xiaoyan^{4#}, ZHENG Rong³, HU Guilian², BAI Qingli³, LI Zhilan³, ZHANG Jianfeng^{4△}, AN Jianxiong^{4△}

(1 Department of Pain Medicine, The First People's Hospital of Lanzhou, Lanzhou 730050, China; 2 Department of Pain Medicine, Maternal and Child Health Hospital of Lanzhou, Lanzhou 730030, China; 3 School of Public Health, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; 4 Department of Anesthesiology, Pain & Sleep Medicine, Aviation General Hospital of China Medical University, Beijing 100012, China)

Abstract Objective: To compare the effects of percutaneous radiofrequency thermocoagulation (PRT) and ozone therapy (OT) in the treatment of trigeminal neuralgia (TN). **Methods:** We collected the clinical information and outcome measurements of patients with TN from 2014 to 2020. Patients were divided into two groups according to different treatment approaches: PRT group ($n = 14$) and OT group ($n = 13$). The visual analogue scale (VAS) and Barrow neurological institute (BNI) were used to measure the levels of pain and numbness in patients with TN. **Results:** There were no significant differences in VAS scores, BNI (P) and BNI (N) scores between two groups at the baseline. Compared with pre-treatment, VAS score and BNI (P) score decreased in both groups 1 week after treatment. However, VAS score and BNI (P) score in OT group were higher than those in PRT group. After treatment, BNI (N) scores in OT group were lower than those in PRT group. Five patients in OT group had occasional mild pain, and no patients had numbness symptoms. In the PRT group, 2 patients had pain, and all patients had numbness symptoms. **Conclusion:** Both treatment methods could alleviate TN. The short-term analgesic effect of OT on pain was not as good as PRT, However, the degree of facial numbness of patients in OT group was significantly lower than that in PRT group.

Keywords trigeminal neuralgia; percutaneous radiofrequency thermocoagulation; ozone therapy; gasserian ganglion

* 基金项目: 首都医学发展基金 (202036101); 兰州市人才创新创业项目 (2020-RC-78); 甘肃省自然科学基金 (21JR1RA189)

共同第一作者

△ 通信作者 张建峰 zhangjianfeng3141@163.com; 安建雄 anjianxiong@yeah.net

三叉神经痛 (trigeminal neuralgia, TN) 表现为三叉神经分布区内短暂性的反复发作性剧痛。病人多为成年人, 男性居多, 病程迁延不愈, 常因为剧烈疼痛而无法洗脸、刷牙、进食等影响病人的生活质量和身心健康^[1]。流行病学调查显示其年发生率约为 4.3/10 万人^[2], 在一般人群中的发病率约为 12.6~28.9/10 万人^[3]。

目前, 三叉神经痛的发病机制尚不明确, 且无统一的治疗方法。通常使用药物治疗, 首选卡马西平、奥卡西平等^[4], 但会产生一些胃肠道不耐受、下肢无力等不良反应^[5]; 当药物治疗难以控制时, 外科手术中微血管减压术 (microvascular decompression, MVD)、伽马刀放射治疗 (gamma knife radiosurgery stereotactic, GKRS) 等也被应用于治疗三叉神经痛^[6]; 对临床上机体耐受性差、不适于开颅手术等情况的病人, 使用微球囊压迫术 (percutaneous microballoon compression, PMC)、经皮射频热凝术 (percutaneous radiofrequency thermocoagulation, PRT) 创伤小、易耐受, 是目前普遍流行的方法。PRT 是指在 X 线或 CT 引导下将射频针经皮刺入三叉神经节处, 选择性地破坏半月神经节从而达到镇痛的目的^[1]。该方法能够迅速缓解疼痛, 缺点是病人可能出现患侧神经支配区域麻木、咬肌无力、耳鸣、角膜炎和角膜反射消失等并发症, 部分病人甚至出现疼痛加重的现象^[3]。尽管 PRT 是治疗神经病理性疼痛的主流方法, 但其高复发率以及引起的并发症仍是亟待解决的问题^[7]。三氧是一种强氧化剂, 具有较好的抗炎、杀菌和镇痛等作用。新近研究显示, 三氧治疗 (ozone therapy, OT) 难治性三叉神经痛安全有效^[8]。

本研究旨在分析 PRT 和 OT 用于治疗 TN 的疗效和并发症, 对两种介入治疗方法进行比较和评估。虽然目前已有关于 PRT 和 OT 治疗 TN 的报道, 但尚无二者疗效比较的研究。本研究首次对比 PRF 和 OT 两种方法对神经病理性疼痛的治疗效果, 并分析了两种方法各自的利弊, 为临床 TN 治疗提供更多选择。

方 法

1. 一般资料

本研究已通过兰州市妇幼保健院伦理学委员会批准 (G2021-6-23)。选取 2014 年 7 月至 2020 年 7 月于疼痛科就诊并符合纳入标准的三叉神经痛病人, 按照接受手术方法不同分为经皮射频热凝术

(PRT) 组和三氧注射治疗 (OT) 组, 其中行 PRT 病人 14 例, 男性 10 例, 女性 4 例; 行 OT 病人 13 例, 男性 7 例, 女性 6 例。治疗前所有病人均签署知情同意书。收集病人的性别、年龄、病程、术前视觉模拟评分法 (visual analogue scale, VAS) 评分、巴罗神经学研究所 (Barrow neurological institute scoring, BNI) 疼痛评分分级、手术类型等, 电话随访收集病人术后 1 周、1 个月、3 个月、6 个月的手术并发症发生情况, 并评价 VAS 及 BNI 评分分级^[9]。

纳入标准: 年龄 > 18 岁; 确诊为 TN; VAS 评分 4~10; 常规药物治疗无效、耐药或者药物有严重不良反应者。

排除标准: 年龄 < 18 岁; 严重心、脑、肝、肾疾病; 妊娠及产妇; 对三氧过敏或高敏体质; 甲状腺功能亢进; 血小板减少症; 葡萄糖-6-磷酸脱氢酶 (glucose-6 phosphatedehy drogenase, G-6PD) 明显缺陷的病人 (蚕豆症); 严重精神障碍者。

2. 治疗方法

病人术前禁食 4~6 小时, 平车推入 CT 室, 平卧, 颈部垫枕, 持续 NIBP、SpO₂ 及 ECG 监测, 建立静脉通道, 术前 30 分钟肌肉注射阿托品 0.5 mg, 氟哌利多 2.5 mg。CT 引导下扫描定位卵圆孔及皮肤穿刺点, 常规消毒铺巾后行 0.5% 利多卡因局部浸润麻醉。

(1) 经皮射频热凝术: CT 引导下穿刺针进入患侧卵圆孔, 拔出针芯观察无血液及脑脊液流出, 连接射频仪, 给予试验强度 0.5 V 电刺激, 电生理学结果证实穿刺针在半月节内。给予麻醉机面罩吸氧后, 静脉缓慢注入丙泊酚 30 mg, 待病人意识消失后, 给予 75℃ 持续热凝射频毁损 70 s, 2 次, 退针约 3 mm, 75℃ 热凝射频毁损 90 s, 1 次。射频结束后, 针退出卵圆孔并给予 0.5% 利多卡因后拔针。

(2) 三氧注射治疗: 可经传统 Hartel 前入路或改良 Hartel 前入路, 选择病侧口角外侧 2.5~3.0 cm 处作为穿刺点进行穿刺, 进针深度大约 6~7 cm 时可至卵圆孔外口, 可诱发病病人面部疼痛及异感, 即刻停止穿刺, 退出针芯后接 5 ml 注射器回吸无气、无血、无脑脊液, 注液阻力小, 缓慢注入 0.5% 利多卡因 2 ml, 观察 3~5 分钟, 病人生命体征平稳, 术侧耳前、下颌部较健侧出现感觉麻木, 即缓慢注入含有三氧-氧气混合气体 (浓度 30 μg/ml) 3 ml, CT 像示气体分布于 Meckel 腔内 (见图 1)。

病人生命体征平稳, 平车推回病房, 嘱病人严格卧床 48 小时, 监测 NIBP、SpO₂ 及 ECG 变化。

3. 评分标准

(1) VAS 评分^[10]: 使用一条长约 10 cm 标尺, 两端分别为“0”分端和“10”分端, 0 分表示无痛, 10 分代表难以忍受的最剧烈的疼痛。0 分: 无痛; 1~3 分: 有轻微疼痛, 能忍受; 4~6 分: 疼痛并会影响睡眠, 尚能忍受; 7~10 分: 有渐强烈的疼痛, 疼痛难忍影响其食欲和睡眠。

(2) BNI 评分^[11] (见表 1、2): 在本研究中, 将 VAS < 3 或 BNI < 3 定义为治疗有效。所有病人在治疗及随访过程中根据疼痛程度口服不同剂量加巴喷丁, 以防病人出现爆发性疼痛。

上述疼痛评分由一名对本研究分组不知情的临床医师进行评估。

(3) 术后随访和术后评估通过电话随访评估病人术后 1 周、1 月、3 月、6 个月的情况, 并评价 VAS 及 BNI 分级。

4. 统计学分析

经 SPSS 20.0 软件处理数据, 通过 Shapiro-Wilk 检验是否正态分布, 服从正态的数据采用均数 ±

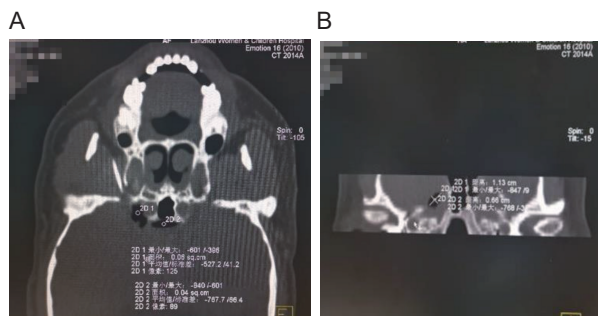


图 1 CT 引导下将三氧气体注射入病人 Meckel 腔内 (A) 颅底 CT 扫描轴位图像显示; (B) 颅底 CT 扫描冠状位图像显示

Fig. 1 CT-guided injection of trioxide gas into the patient's Meckel cavity

(A) Shows axial CT scan of skull base; (B) Coronal CT scan of the skull base.

标准差 ($\bar{x} \pm SD$) 和方差分析; 不服从正态的使用中位数和四分位数间距 (M, Q) 和 Wilcoxon 秩和检验分析数据; 分类变量经 χ^2 检验分析结果; 检验水准为 $\alpha = 0.05$, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 两组病人一般资料比较

本次研究共纳入 27 例研究对象, 按照接受手术方法分为 PRT 组 14 例和 OT 组 13 例, 两组病人年龄在 40~80 岁之间, 男性 17 例、女性 10 例; 其中 PRT 组男性 10 例, 女性 4 例, 年龄 40~80 岁之间; OT 组男性 7 例, 女性 6 例, 年龄 49~80 岁之间。两组病人三叉神经疼痛累及分支多为左/右 2 支, 共 16 例, 其中 PRT 组 7 例, OT 组 9 例; 其次为左右 3 支, 共 8 例, 其中 PRT 组 4 例, OT 组 4 例; 左右 1 支最少, 共 3 例, 其中 PRT 组 3 例, OT 组 0 例。经卡方检验和方差分析两组病人的年龄、性别、累计分支等差异均无统计学意义 (见表 3)。

2. 两组病人治疗前后 VAS 评分比较

两组病人治疗前 VAS 评分无统计学差异, 治疗后 1 周、1 个月、3 个月的随访结果显示, OT 组 VAS 评分均高于 PRT 组, 差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)。但 OT 组的 VAS 评分有下降趋势, 治疗后 6 个月, OT 组的 VAS 评分下降, PRT 组 VAS 评分有所上升, 两组 VAS 评分差异无统计学意义 (见图 2)。

3. 两组病人治疗前后 BNI (P) 评分比较

两组病人治疗前 BNI (P) 评分无统计学差异,

表 1 面部疼痛强度评分 BNI (P) 评估疼痛缓解程度

Table 1 The facial pain intensity score BNI (P) to assess pain relief

疼痛等级 Pain Level	症状 Symptom
P-1 级	无疼痛, 不需要药物治疗 No pain, no medication
P-2 级	偶尔疼痛, 不需要药物治疗 Occasional pain, not requiring medication
P-3 级	有些疼痛, 但药物可以控制 Some pain, adequately controlled with medication
P-4 级	有些疼痛, 药物也不能很好控制 Some pain, not adequately controlled with medication
P-5 级	严重疼痛, 药物无法缓解 Severe pain, no pain relief

表 2 面部麻木评分 BNI (N) 评估麻木程度

Table 2 The facial numbness score BNI (N) to assess the degree of numbness

疼痛等级 Pain Level	症状 Symptom
N-1	没有面部麻木感 No facial numbness
N-2	面部轻度麻木, 不影响正常生活 Mild facial numbness, not bothersome
N-3	面部麻木, 会影响正常生活 Facial numbness, somewhat bothersome
N-4	面部麻木, 严重影响正常生活 Facial numbness, very bothersome

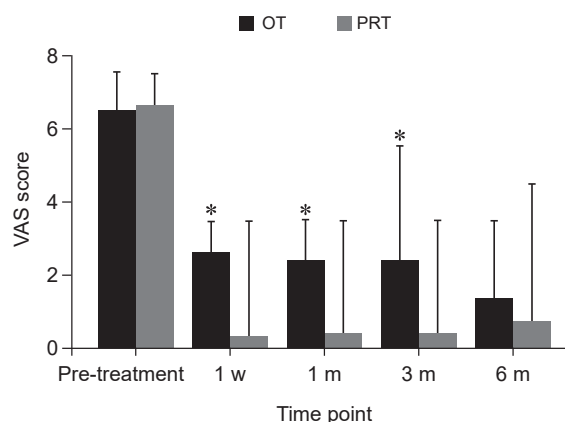


图2 治疗前后 PRT 组和 OT 组的 VAS 评分比较

* $P < 0.05$, 与 PRT 组相比

Fig. 2 Comparison of VAS scores between PRT group and OT group before and after treatment

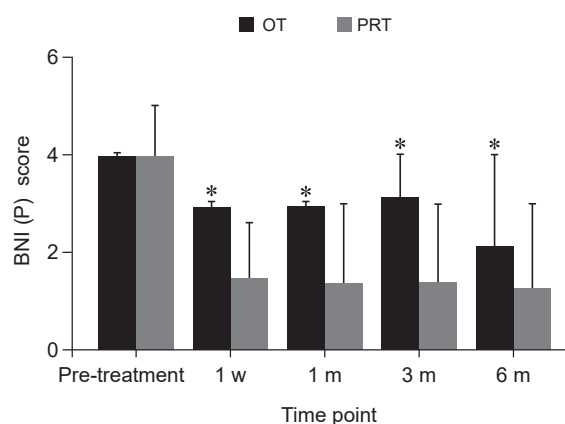
* $P < 0.05$, compared with group PRT.

图3 治疗前后 OT 组和 PRT 组的 BNI (P) 评分比较

* $P < 0.05$, 与 PRT 组相比

Fig. 3 Comparison of BNI (P) scores between PRT group and OT group before and after treatment

* $P < 0.05$, compared with group PRT.

治疗后 1 周、1 个月、3 个月、6 个月的随访结果显示, OT 组的 BNI (P) 评分均高于 PRT 组, 差异具有统计学意义 ($P < 0.05$, 见图 3)。

4. 两组病人治疗前后随访 BNI (N) 评分比较

两组病人治疗前 BNI (N) 评分无统计学差异, 治疗后 1 周、1 个月、3 个月、6 个月的随访结果显示, OT 组的 BNI (N) 评分均低于 PRT 组, 差异具有统计学意义 ($P < 0.05$, 见图 4)。

5. 两组病人治疗后并发症发生情况

PRT 组 BNI (P) 评分为 2 级和 4 级, 病人都出现麻木症状 (占 100%), BNI (N) 评分均为 2 级; OT 组 BNI (P) 评分均为 2 级, 病人均未出现麻木症状, BNI (N) 评分均为 1 级。

OT 组除轻微疼痛外尚未出现其他并发症; PRT 术后出现面部麻木、咀嚼无力、眼睛干涩、流泪、口唇疱疹、流口水等并发症情况, PRT 治疗后总并发症发生率为 100% (见表 4)。

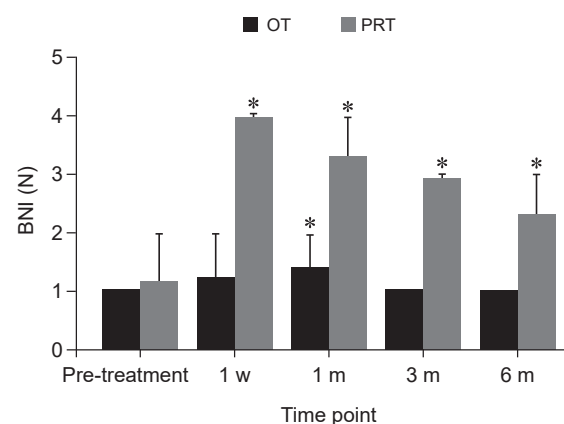


图4 治疗前后 OT 组和 PRT 组的 BNI (N) 评分比较

* $P < 0.05$, 与 PRT 组相比

Fig. 4 Comparison of BNI (N) scores between PRT group and OT group before and after treatment

* $P < 0.05$, compared with group PRT.表3 两组病人一般资料 ($\bar{x} \pm SD$)Table 3 General data of the two groups of patients ($\bar{x} \pm SD$)

组别 Group	例数 n	性别 Gender		年龄 (岁) Age	累及分支 (例数) Branches involved		
		男 Male	女 Female		左右 2 支 Bilateral second branch	左右 3 支 Bilateral third branch	左右 1 支 Bilateral first branch
PRT 组 PRT Group	14	10	4	65.6 ± 10.7	7	4	3
OT 组 OT Group	13	7	6	65.1 ± 12.8	9	4	0
t/χ^2		0.894		1.505		2.886	
P		0.44		0.918		0.331	

表 4 PRT 组术后并发症发生率 (%)

Table 4 Postoperative complication rate in PRT group (%)

	面部麻木 Facial numbness	咀嚼无力 Weak chewing	眼睛干涩 Dry eyes	流泪 Tears	口唇疱疹 Herpes labialis	流口水 Drool
治疗后 1 周 1 week after treatment	100.0	57.1	35.7	14.3	21.4	7.1
治疗后 1 月 1 month after treatment	100.0	50.0	14.2	0.0	7.1	14.3
治疗后 3 月 3 months after treatment	100.0	0.0	35.7	0.0	0.0	0.0
治疗后 6 月 6 months after treatment	100.0	14.2	0.0	0.0	0.0	14.3

讨 论

PRT 是在 CT 引导下将穿刺针穿破蛛网膜下腔, 精准定位至半月节, 通过热凝射频的高温凝固蛋白损毁疼痛的神经; OT 是将三氧气体在 CT 引导下注入病人 Meckel 腔内, 通过抗炎和神经修复 Meckel 腔内的神经纤维而达到镇痛的目的。著名医学杂志《柳叶刀》早在第一次世界大战时报道, 三氧被用于治疗德国气性坏疽时, 具有显著的镇痛、消炎和增加血流作用^[12]。研究表明, 三氧可以迅速缓解阿片类药物无效的复杂性区域疼痛综合征的疼痛, 并可显著减轻水肿和改善运动功能^[13]; 局部痛点注射三氧可氧化、灭活、分解、多种致痛物质, 并能迅速改善组织的缺氧缺血^[14]; 三氧治疗可以缓解急性和慢性膝关节炎^[15]、腰背痛^[16], 三氧皮下注射治疗带状疱疹及其引起的颈背部相关疼痛也有较好的效果^[17]。安建雄等^[7]使用 OT 半月节治疗 TN 总有效率达到约 90%, 且复发率较低, 鲜有并发症。随后, Gao 等^[18]通过多中心研究证明了在半月神经节周围注射三氧是治疗 TN 的有效方法并深入研究了改进方案, OT 治疗的优点包括创伤小、并发症少和操作简单。

本研究采用 Meckel 腔内注射三氧治疗三叉神经痛探究其效果。结果表明, 三叉神经痛多累及第 2、3 支, 第 1 支较为少见, 这与 Oliviero 等^[15]研究结果一致。

OT 组治疗后 VAS 评分和 BNI (P) 评分均高于 PRT 组, 说明 OT 组疼痛缓解情况不及 PRT 组, 可能因为 PRT 是将疼痛的三叉神经直接损毁, 因此可以立即见效, 出现 VAS 评分迅速降低的情况, 而 OT 组是将三氧注射入 Meckel 腔内对疼痛的神经进行消炎镇痛, 这是一种修复疼痛的神经的过程^[4-7], 因而缓解疼痛的疗效不如 PRT 快。但在随访过程中随着时间的推移, OT 组治疗效果逐渐显现, VAS

评分不断下降, 随访至 6 个月时已与 PRT 组的 VAS 评分相比无统计学差异。

BNI (P) 评分是疼痛等级评分, 在术后随访过程中, OT 组一直高于 PRT 组, 说明 OT 组治疗效果与 PRT 组相比仍有一定的局限性, 但由于 BNI (P) 评分只分为四个等级, 不及 VAS 评分细致, 以及未进一步随访探究更久的远期效果, 因此这二者的治疗效果还需进一步研究。

BNI (N) 评分是麻木等级评分, 本研究结果表明, 随访过程中 OT 组的 BNI (N) 评分均显著低于 PRT 组, 即 OT 组的病人术后麻木程度低于 PRT 组。病人面部麻木是 TN 术后常见并发症, 由于 PRT 直接损毁了神经, 导致支配面部神经损伤, 病人术后麻木明显, 与 PRT 组相比, OT 后 1 周病人面部麻木情况即可缓解; 可能是 OT 并未损毁神经, 三氧的抗菌消炎作用改善了半月神经节的血供, 促进神经修复, 因此 OT 的并发症和后遗症远远低于 PRT 组。

本研究发现治疗后两组 BNI (N) 评分相比, OT 组均低于 PRT 组。随访期间 PRT 组 2 例复发疼痛, 且所有病人均有麻木症状, 而 OT 组有 5 例病人偶发轻微疼痛, 但治疗后均无麻木症状。表明虽然 PRT 对 TN 病人镇痛效果优于 OT, 但术后麻木的发生率较 OT 组高。有研究表明, PRT 治疗 TN 效果显著, 可以明显降低病人的痛苦, 但半月神经节 PRT 治疗后并发症尤其是面部麻木的风险较高^[19], 这与本研究结果一致。另有报道 OT 在治疗脑卒中后中枢神经痛、带状疱疹和神经性腰背痛等神经痛也获得较好疗效, 且术后并发症减少, 具有临床效果较好和不良反应较少的优点^[20]。PRT 属于神经破坏治疗, 而 OT 有强大的神经修复和抗炎作用, 因此在下一步研究中应当探索 PRT 联合 OT 对神经病理性疼痛的治疗效果。二者联合疗法有望在获得最大治疗效果的同时降低各自单一疗法的不良反应。

综上所述, 本研究首次对比了 PRT 和 OT 这两种治疗 TN 的方法, 发现尽管 OT 治疗在近期缓解疼痛方面略逊于 PRT, 但术后出现麻木等并发症方面低于 PRT。显示出 OT 具有疗效好、创伤小、并发症少等优点。对于需要保留面部正常感觉和肌肉功能的病人尤其适用。

本研究的局限性包括: 病例来自单一医疗中心, 同时也是一项回顾性研究, 且我科于 2014 年至 2018 年行射频热凝治疗, 2018 年后以三氧治疗为主, 因此样本量偏少, 对疗效评价数据不精确, 对痛温触觉、表情咀嚼肌肉功能、皮温和生活质量等评价数据欠全面。同时, OT 组无第 1 支受损病人是本研究较大缺陷之一。未来三氧治疗 TN 效果和安全性需要多中心、更大样本和更精细评价的随机对照研究。

参 考 文 献

- [1] 贾建平, 陈生弟, 崔丽英, 等. 神经病学. 第 7 版 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2013:338-339.
- [2] 顿英俏, 纪俊宇, 张亚楠, 等. 三叉神经痛的研究进展 [J]. 沈阳药科大学学报, 2020, 37(10):949-955.
- [3] 郭金婉, 张建中, 宋文阁, 等. 205 例半月神经节射频热凝治疗原发性三叉神经痛的疗效分析 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2018, 24(8):597-602.
- [4] Song H, Nahm F. Oxcarbazepine for trigeminal neuralgia may induce lower extremity weakness: A case report[J]. World J Clin Cases, 2020, 8(5):922-927.
- [5] Kaya O, Hurel C, Gumussuyu G, *et al.* Bilateral calcaneal insufficiency fractures due to chronic carbamazepine use for trigeminal neuralgia: A case report[J]. Niger J Clin Pract, 2020, 23(4):574-576.
- [6] 徐菲菲, 吴昊. 三叉神经痛的病理机制及治疗进展 [J/OL]. 山东大学耳鼻喉眼学报: 1-13 [2021-05-26]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/37.1437.R.20201231.1705.002.html>.
- [7] 安建雄. 三叉神经痛的治疗: 损毁还是修复?[J]. 中华疼痛学杂志, 2020, 26(1):2-3.
- [8] An JX, Li H, Chen RW, *et al.* Computed tomography-guided percutaneous ozone injection of the Gasserian ganglion for the treatment of trigeminal neuralgia[J]. J Pain Res, 2018, 11(1):255-263.
- [9] 王俭, 刘妍, 奚奇, 等. 两种射频热凝术治疗原发性三叉神经痛临床观察 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2019, 25(3):234-237.
- [10] An JX, Wang Y, Cope D, *et al.* Quantitative evaluation of pain with pain index extracted from electroencephalogram[J]. Chin Med J, 2017, 130(16):1926-1931.
- [11] 廖洪飞. 三叉神经痛伽玛刀治疗长期随访疗效及起效时间多因素分析 [D]. 四川: 泸州医科大学, 2012.
- [12] Stoker, George. The surgical users of ozone[J]. Lancet, 1917, 189(4891):797-799.
- [13] Rowen R, Robins H. Ozone therapy for complex regional pain syndrome: Review and case report[J]. Curr Pain Headache Rep, 2019, 23(41):1-5.
- [14] 叶攀, 雷柯, 胡海涛, 等. 超声引导下三氧局部注射联合三氧大自血在筋膜疼痛综合征诊疗中的应用 [J]. 淮北职业技术学院学报, 2020, 19(3):107-110.
- [15] Oliviero A, Giordano L, Maffulli N. The temporal effect of intra-articular ozone injections on pain in knee osteoarthritis[J]. Br Med Bull, 2019, 132(1):33-44.
- [16] Andrade R, Oliveira K, Barbosa L, *et al.* Efetividade da ozonioterapia comparada a outras terapias para dor lombar: Revisão sistemática com metanálise de ensaios clínicos randomizados [J]. Rev Bras Anestesiologia, 2019;69(5):493-501.
- [17] Lin SY, Zhang SZ, An JX, *et al.* The effect of ultrasound-guided percutaneous ozone injection around cervical dorsal root ganglion in zoster-associated pain: A retrospective study[J]. J Pain Res, 2018, 11(1):2179-2188.
- [18] Gao L, Chen R, Williams J, *et al.* Efficacy and safety of percutaneous ozone injection around gasserian ganglion for the treatment of trigeminal neuralgia: A multicenter retrospective study[J]. J Pain Res, 2020, 13(1):927-936.
- [19] 荣道建, 张海波, 姜雪, 等. 神经导航下经皮选择性半月神经节射频热凝治疗三叉神经痛 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2020, 26(8):612-615.
- [20] 黄志雄, 李晶, 吴爱花, 等. 三氧大自体血联合普瑞巴林治疗脑卒中后中枢神经痛的临床研究 [J]. 中外医学研究, 2019, 17(18):24-26.