

三叉神经节为靶点的三叉神经痛治疗方法研究进展

王可心 宋凯 李洁莹 李贵忠 孟宇翔 杨小琛 冯元勇 尚伟
青岛大学附属医院口腔颌面外科, 青岛市 266000
通信作者: 尚伟, Email: liweishang@126.com

【摘要】 三叉神经痛应针对不同病情、不同分支及不同病史的患者选择不同的治疗方法。本文旨在对近年来针对三叉神经节的三叉神经痛治疗方法的研究进展作一综述, 以期为临床该病的诊治提供一定的参考。

【关键词】 三叉神经痛; 三叉神经节; 射频热凝术; 球囊压迫; 甘油注射; 臭氧; 麦克囊
DOI: 10.3760/cma.j.cn101658-20220126-00023

Research progress of targeting the trigeminal ganglion for treatment of trigeminal neuralgia

Wang Kexin, Song Kai, Li Jieying, Li Guizhong, Meng Yuxiang, Yang Xiaochen, Feng Yuanyong, Shang Wei
Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao City, Shandong Province 266000, China
Corresponding author: Shang Wei, Email: liweishang@126.com

【Abstract】 Patients with trigeminal neuralgia in different disease condition, affected branches and medical history should have different treatment options. This article is to review progress in the treatment of trigeminal neuralgia targeting the trigeminal ganglion in recent years, to provide reference for clinical diagnosis and treatment of the disease.

【Key words】 Trigeminal neuralgia; Trigeminal ganglion; Radiofrequency thermocoagulation; Balloon compression; Glycerol injection; Ozone; Meckel cave
DOI: 10.3760/cma.j.cn101658-20220126-00023

三叉神经痛(trigeminal neuralgia)的治疗方式主要分为药物治疗和外科手术治疗^[1]。Bendtsen等^[2]指出在三叉神经痛外科治疗方案中, 针对三叉神经节(trigeminal ganglion)的治疗方案应用广泛, 尤其在口腔科和疼痛科具有较高的应用价值。本文将对三叉神经节的解剖、治疗方式、定位技术进行阐述, 以期为该病的诊治提供参考和依据。

三叉神经节和麦克囊相关解剖

Bond等^[3]认为在发育过程中, 三叉神经节最初被后颅窝的硬脑膜包围, 当它移动到中颅窝时一部分硬脑膜呈现麦克囊(Meckel cave)形态。麦克囊的入口是三叉神经孔, 其中三叉神经根形成三角形神经丛。麦克囊的硬脑膜向前延伸为“3指手套”, 并

包裹三叉神经的神经节、眼支(V1)、上颌支(V2)和下颌支(V3), 其中V1和V2分界较好, 多相互分离, 而V2和V3区域则有一定程度的重叠。在空间位置上, Tsutsumi等^[4]通过对167例患者进行薄层轴位T2加权成像和冠状结构序列扫描发现, 三叉神经主感觉根起始节段的水平和形态是不同的。此外, 还发现三叉神经主要感觉根的3个分区以不同的方式排列。其中, 平行排列仅占35%。Lipari等^[5]的一项关于三叉神经复合体(即三叉神经、三叉神经节和核团)主要形态的研究提到, 三叉神经感觉核位于三叉神经根传入纤维的外侧, 位于脑桥上部。V1纤维终止于内侧, V2纤维居中, V3纤维则主要以背外侧为主。Sindou和Brinzeu^[6]在一项关于三叉神经痛疼痛分布与神经根压迫的部位关系的临床研究也证实了

这一结论。该研究统计了356例患者微血管减压术中三叉神经节与血管的关系,结果显示三叉神经根上内侧受压最可能引起V1痛,而下方压迫最可能表现为V3痛,如果仅存在上内侧或下方的压迫,则多不表现为V2痛。在空间距离上,V3从卵圆孔到神经节的颅内部分长0~10 mm;而从神经节到三叉神经孔的根的距离为5~15 mm;这两者之间的三叉神经节通常为5 mm。因此,Tsutsumi等^[4]和Kurucz等^[7]认为“穿过卵圆孔比准确进入神经节要容易得多”“神经节的注射在没有穿过其凹形后缘进入麦克斯囊的情况下,很难渗入三叉神经池”。

三叉神经节处的治疗方式

目前临床中针对三叉神经节的手术治疗方式主要分为射频热凝术(radiofrequency thermocoagulation),脉冲射频术(pulsed radiofrequency),球囊压迫术(percutaneous balloon compression),甘油注射术(glycerol rhizotomy)和三氧注射术(ozone injection)^[8-10]。

1. 射频热凝术

当MRI没有显示血管与三叉神经根相接触时,欧洲神经病学学会(European Academy of Neurology, EAN)指南中推荐将射频热凝术治疗作为首选^[11]。Hayes等^[12]指出射频热凝术是一种神经损毁性治疗,通过破坏神经通路和阻断疼痛信号的传递来治疗疼痛。这种方法是从电极到目标组织产生射频电流,将组织离子动员到产生的电场中,导致组织发热,随后发生凝固和蛋白质变性,引起神经破坏,最终阻断疼痛信号的传导。目前多项长时间随访研究表明,相比于其他针对三叉神经节的治疗方式,射频热凝术有着相对较长时间的疼痛缓解期^[13-14]。Benoliel等^[15]报道随访4~11年,26%~82%($n=4\ 533$)的患者在射频热凝术后无疼痛发生,中位百分比为52%。

Hong等^[16]最近的一项临床研究表明,射频过程中所用的最高温度是影响术后并发症的重要因素。严重的面部麻木、咀嚼无力和角膜损伤与射频使用 $\geq 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度有关,部分患者在5年随访结束时仍未恢复。而采用更高的温度,则可能发生更严重的并发症,如 $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 可发生听力损失,上睑下垂; $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ 可发生外展神经损伤、视力丧失和复视等;相反,若温度 $\leq 65\text{ }^{\circ}\text{C}$,则这些不可逆的严重并发症的发生率较

低^[16-18]。因此,Hong等^[16]建议,如果涉及V1,为了降低角膜反射减弱或消失的风险,建议射频温度 $\leq 65\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。如果涉及V2和/或V3,则使用 $65\sim 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度,既可减轻疼痛,又能降低并发症发生率。因此,应避免使用太高温($\geq 80\text{ }^{\circ}\text{C}$)。

另外,李雷等^[19]认为对于三叉神经痛患者,如果疼痛不典型、病程 ≥ 48 个月、既往有手术史及术前巴罗神经学研究所(Barrow Neurological Institute, BNI)疼痛强度评分较高,则射频热凝术后三叉神经痛复发风险较高,可考虑使用脉冲射频或球囊压迫治疗。

2. 脉冲射频术

脉冲射频术一般用于腰椎背根神经节,于2011年首次报道用于三叉神经痛^[20]。Filippiadis等^[21]介绍此法的特点是通过一个带有两个电极的发生器,即活性电极(active electrode)和惰性电极(dispersive electrode)组成一个闭合电路,将交流电引导到目标组织,并使用一定间隔的脉冲射频,通过在脉冲射频中间的暂停时间,使周围组织吸收热量,并在整个治疗过程中保持温度在 $42\text{ }^{\circ}\text{C}$;由于存在组织热凝的限制,使该方法在能够达到有效缓解疼痛的同时,并不会造成永久性的组织损伤。尽管脉冲射频术也改变了神经的结构,但相对于其他针对三叉神经节的有创性手术,脉冲射频术被认为是对神经节破坏最小的损伤性治疗方式。同时,这种损害是可逆的。因此,脉冲射频术通常不会引起严重的神经损伤性的并发症^[22-23]。

虽然脉冲射频术后不良反应较少,但其镇痛效果并不能保证。Elawamy等^[24]进行了一项比较脉冲射频术和射频热凝术的前瞻性研究,所有三叉神经痛患者术后疼痛均得到缓解,随访至第3个月,脉冲射频术组疼痛开始复发。Garcia-Isidoro等^[25]收集了近15年有关射频热凝术和脉冲射频术治疗三叉神经痛的469篇文献,并筛选出符合要求的8篇文章,对其临床数据进行Meta分析,其结果也提示脉冲射频在缓解短期和中期疼痛方面效果相对较差,而脉冲射频在维持长期疗效方面效果更好,且不良反应也更少。

基于以上原因,临床中对于脉冲射频术进行了多项研究。Vanneste等^[22]的一项随机对照研究,比较高电压和标准电压脉冲射频术的疗效,高压组(平均 71.5 V)的短期和长期有效率均显著高于标准电



压组(平均 36.3 V),且无并发症发生。Yeh 等^[26]也在动物实验中比较了脉冲射频术在不同电压下的效果,结果显示脉冲射频术治疗的有效性在一定范围内与刺激电压成正比。Silva 等^[20]提出了最优脉冲射频参数,该研究认为最好采用双极脉冲,推荐参数为电压 85 V,脉宽 20 ms,总持续时间 6 min。

近期,针对脉冲射频术的研究热点主要在脉冲射频术与射频热凝术的联合治疗上。Ding 等^[27]比较 CT 引导下脉冲射频术联合低温射频热凝术的效果,研究结果显示,联用治疗后 6、12、24 个月的疼痛缓解率均得到了提高,且并发症减少,复发率降低。Elawamy 等^[24]也比较了脉冲射频术(42 °C, 10 min)、射频热凝术(75 °C, 270 s)和联合治疗(脉冲射频术 42 °C, 10 min;射频热凝术 75 °C, 270 s)的效果。研究显示,与单独应用两者任何一种相比,联合治疗是最好的方法,它可以显著降低疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS),提高患者满意度,这使其成为对于 V2 和 V3 的原发性三叉神经痛的一个很有前景的治疗选择^[20]。与此同时,对于 V1 分支,Yao 等^[28]也提出了一种新的联合治疗方法,即先进行射频热凝术(62 ~ 75 °C, 180 s),再联合脉冲射频术(输出电压 45 V,脉冲 10 ms,温度 42 °C,持续时间 8 min)。该研究发现联合应用可显著提高远期疗效(1 年有效率 85% ~ 92%,2 年有效率 70% ~ 92%),并且在发生角膜损伤的病例中,缩短了损伤恢复时间[(3.4±2.5)月比(11.9±7.5)月, $P<0.05$]。

3. 球囊压迫术

球囊压迫术于 1983 年由 Mullan 和 Lichtor^[29]首次报道,其相比于传统的射频治疗,术后发生面部麻木的风险更低,程度也更轻。Bond 等^[3]介绍球囊压迫术治疗三叉神经痛的主要方式是将球囊导管插入卵圆孔并使球囊扩张以压迫三叉神经节。这种压迫对神经造成机械损伤,并优先损伤三叉神经根的有髓鞘轴突。Hayes 等^[12]报道在 4.2 ~ 10.7 年的随访中,球囊压迫术长期有效率达 68%(55% ~ 80%)。赵政政等^[30]在进行球囊压迫术与射频热凝术的比较后,推荐首选初期有效率相于射频热凝术的球囊压迫术来治疗三叉神经痛。Asplund 等^[31]对球囊压迫术和甘油注射术进行了比较,也认为从术后的并发症方面考虑,更推荐使用球囊压迫术。

王可心等^[32]认为球囊压迫术成功的最关键之处是术中球囊形状和压迫时间,两者在较大程度上

决定了术后的疗效,理想的充盈后球囊形状是倒梨形,并且压迫 2 ~ 3 min 的有效率最高。而术中呈现球拍样或保龄球样,术后的有效率均明显低于倒梨形。不仅如此,Xiao 等^[33]还指出,球囊的形状在一定程度上也提示了可能出现的术后并发症。王可心等^[32]与 Xiao 等^[33]进一步指出术中密切关注膨胀球囊的位置和形状有利于避免复视的发生,若术中球囊呈漏斗型或哑铃型,则表明球囊此时位置过深且充盈过度,应及时回调穿刺针,避免造成滑车神经损伤,从而产生复视和眼球功能障碍。但鉴于麦克囊本身的变异和个体差异,球囊的形状并不能作为唯一标准。例如,Liu 等^[34]发现,若卡马西平对患者存在一定的治疗作用,则球囊压迫术对患者的疗效较好。若卡马西平对患者无效,则表明神经损伤已相对严重,球囊压迫术的疗效有限。

在最近的一项研究中,Grewal 等^[35]发现球囊压迫术对于以往手术复发的三叉神经痛患者仍有较好的疗效。同时,该研究发现球囊充气压力或压迫持续时间对初期疗效或复发并无显著相关。何睿林等^[36]比较压迫时间分别为 120、150、180 s 的有效率和并发症的发生率,其中 3 种压迫时长的术后镇痛效果和疼痛复发率差异并无统计学意义,但术后面部麻木和咬肌无力的发生率会随着压迫时间的延长而提高;因此,压迫时间在 120 s 是比较合理的,不仅可以保证疗效,同时能够减少面部麻木和肌无力的发生。

4. 甘油注射术

甘油注射术是在三叉神经池内注射无水甘油,引起渗透压变化,导致脱髓鞘和轴突损伤。甘油注射术主要作用于大直径纤维,消除三叉神经根中相对应的部分^[3]。随访 4.5 ~ 8.0 年,其平均有效率为 28%(19% ~ 58%)^[8]。

Thatikunta 等^[37]指出,甘油注射术的关键是要求穿刺针需到达麦克囊内,同时控制患者下颌向下 15 min,使甘油“浸泡”三叉神经和三叉神经节。并且在麻醉苏醒和拔管后,建议患者继续保持此姿势 4 h 以优化效果。对于甘油注射的剂量,Texakalidis 等^[9]在最近发表的一项关于药物治疗三叉神经痛的 Meta 分析中提出,根据 Meckel' 腔的容积(平均 0.31 ml),推荐剂量范围为 0.1 ~ 0.4 ml。

近年来针对甘油注射术的研究较少,其主要优势在于术后的并发症较少且程度较轻。Texakalidis

等^[9]认为与射频相比,甘油注射术的有效率较低,并且无法对某一特定分支进行治疗。Yan等^[38]通过纳入三叉神经痛患者6391例,分别进行了甘油注射术、射频热凝术、球囊压迫术治疗,射频热凝术和球囊压迫术的术后即刻镇痛有效率差异无统计学意义,但两者的有效率均显著高于甘油注射术,在2年左右的随访中,三者的复发率相近。在术后并发症方面,Bendtsen等^[11]提到,甘油注射术与球囊压迫术的术后感觉障碍发生率相近,且均低于射频,并可在相对较短的时间恢复正常。而与球囊压迫相比,甘油注射术后咀嚼肌无力和复视发生率较低^[12]。相反,Asplund等^[31]对球囊压迫术和甘油注射术的比较结果显示,甘油注射术后复视和感觉障碍等并发症发生率明显高于球囊压迫术。两文结果存在矛盾,还需要更多的对照研究来进一步验证。

5. 三氧注射术

三氧注射对三叉神经痛的治疗机制,Gao等^[39]认为三氧是通过消除累积的炎症因子改善血液循环,提供氧气和营养物质,从而减轻疼痛。Ozby等^[40]的一项动物实验支持此理论,大鼠面神经损伤后分别使用生理盐水和三氧注射治疗,30 d后测量面神经刺激阈值,结果发现三氧治疗组的血液循环和髓鞘厚度均优于生理盐水组,这证明三氧对于修复损伤的神经是有益的。而An等^[41]则认为三氧是通过刺激脑部神经元释放内啡肽,而内啡肽控制P物质的释放和其他神经细胞的突触前连接,从而抑制向丘脑和皮层发出疼痛信号来减轻疼痛。

李彤等^[42]介绍三氧治疗的手术方式是将穿刺针置入圆孔或卵圆孔后,行CT扫描,确认针尖位置,然后注射由三氧治疗仪产生的30 μg/ml的O₂-O₃混合物3 ml(3~5 ml),注射后观察患者至少30 min,待生命体征稳定后结束手术。应注意的是,An等^[41]提出三氧也是促炎介质,较高浓度也可导致神经损伤,需严格控制混合物的浓度^[43]。为提高三氧注射的疗效和安全性,Gao等^[39]建议将穿刺针置于卵圆孔周围,而不是置于卵圆孔内,同时尽量使用液态三氧。

由于其对神经具有修复作用,并不像射频热凝术和球囊压迫术等通过损伤神经而达到镇痛的作用,所以三氧治疗术后的并发症相对较少也较轻,其在治疗后能够保持正常的面部触觉,避免面部麻木,保持较高的触觉敏感性,患者的接受度也较好^[43-44]。

Gao等^[39]对103例三叉神经痛患者进行三氧注射术,并在术后即刻、6个月、1年及2年统计其BNI和VAS评分,其结果显示4个时间节点的BNI评分分级在I~III a级的患者占比分别为88.35%、86.87%、84.46%、83.30%。

三叉神经节的定位技术

三叉神经节的穿刺多选在圆孔或卵圆孔,且以卵圆孔应用最为广泛。成人卵圆孔的长轴可达7.2 mm,宽度可达3.7 mm。Bond等^[3]介绍,解剖学上的变异表现在4.5%的情况下此孔被分成2~3个隔间,形状呈圆环状、杏仁状或裂隙状,这些都可能妨碍穿刺。根据Han等^[45]报道,三叉神经节的穿刺失败率高达4%~20%,不正确的穿刺方向可能导致严重的并发症,如上颌翼丛静脉瘘、颈内动脉瘘、味觉减退和失明等,并且这些并发症的发生率高达5%~7%。

穿刺指导技术是指在徒手穿刺的基础上应用额外的辅助设备和方法来指导穿刺。其中应用最广泛的是CT引导技术,其次是DSA引导技术,后者可进行实时状态下的穿刺,以控制穿刺的角度和深度^[32,45]。CT引导技术已从过去的C型臂辅助Hartel法穿刺发展到现在的三维重建结合立体定向进行术前设计,术中以此来辅助穿刺^[46-47]。Xiao等^[33]通过分别使用3D-CT和C型臂进行球囊压迫术发现,尽管在初始缓解率及复发率差异无统计学意义,但在术中一次性穿刺成功率和穿刺时间上3D-CT均优于C型臂。为弥补C型臂无法实时监测穿刺针的不足,梁惠等^[48]采用超声联合C型臂进行实时穿刺卵圆孔,平均手术时间可缩短2 min,同时一次性穿刺成功率也有所提升。为实现精准的辅助穿刺,Thatikunta等^[37]将CAS-R-2型神经导航系统与CT相结合,术中用CT重建面部及颅底三维结构,由神经导航和有触觉反馈的虚拟可视化系统来指导穿刺针的角度和深度。通过直视下和触诊证实穿刺方向和位置。一旦针尖进入卵圆孔,针就会和虚拟可视化相“契合”。并且,该扫描还可以与术前MRI融合,以帮助识别针尖相对于麦克囊的位置^[49]。为了更好地辅助穿刺,Zhao等^[50]提出基于Hamilton-Jacobi(H-J)方程的神经束提取和图像融合技术,该方程可以为动态系统中的相关函数提供更为准确的计算结果,因此,他们通过将患者的CT与MRI数据导入Iplan CMF系统,然后基于H-J方程确定特定目标点

并进行神经轮廓跟踪,以此来进行三叉神经束的提取,从而建立了卵圆孔与三叉神经节共存的可导航手术界面,找到了经卵圆孔到达三叉神经节的理想个性化路径。

穿刺个性化技术是基于三维重建模型与口内激光扫描仪或石膏模型激光扫描影像进行融合,在软件中创建穿刺入路,该入路仿照 Hartel 入路方式,并在重建的颅脑模型中确保其在穿刺过程中无其他阻挡,针尖顺利并准确到达圆孔或卵圆孔处。在此基础上通过计算机辅助设计个性化的固位方式,通过3D打印制作个性化模板,最后进行术中辅助穿刺^[45]。其固位方式主要分为软组织固位和硬组织固位,其中软组织固位主要选择耳后沟、鼻底和外耳道作为锚定点。而硬组织的选择基于无任何运动的上颌牙列、上颌骨、颅底骨、圆孔和卵圆孔,其锚定点主要选在上颌牙列和颅骨^[51]。

评 论

以上5种针对三叉神经节的治疗方案是目前应用范围最广,疗效较为确切的方案。其中射频热凝术治疗效果维持时间较长,疗效较为确切,对于首次进行外科干预的三叉神经痛患者仍可作为首选,但其术后面部麻木等并发症的发生概率过高,对患者术后的生活质量影响较大。临床中建议使用射频热凝术与脉冲射频术联合的治疗方案以弥补单纯用射频热凝术的高并发症发生率和单纯用脉冲射频术的低疼痛缓解率。对于病程过长、疼痛不典型及复发的三叉神经痛患者,可推荐使用球囊压迫术来治疗。甘油注射术疗法,由于其长期有效率低于其他几种方案且并不能针对某一支进行精确治疗,所以建议作为其他几种治疗方案的备选方案。

利益冲突 所有作者均声明无利益冲突

参 考 文 献

- [1] Nicholas M, Vlaeyen JWS, Rief W, et al. The IASP classification of chronic pain for ICD-11: chronic primary pain[J]. Pain, 2019, 160(1): 28-37. DOI: 10.1097/j.pain.0000000000001390.
- [2] Bendtsen L, Zakrzewska JM, Heinskou TB, et al. Advances in diagnosis, classification, pathophysiology, and management of trigeminal neuralgia [J]. Lancet Neurol, 2020, 19(9): 784-796. DOI: 10.1016/S1474-4422(20)30233-7.
- [3] Bond JD, Xu Z, Zhang H, et al. Meckel's cave and somatotopy of the trigeminal ganglion [J]. World Neurosurg, 2021, 148: 178-87. DOI: 10.1016/j.wneu.2021.01.081.

- [4] Tsutsumi S, Ono H, Ishii H. Meckel cave: an anatomical study using magnetic resonance imaging [J]. J Comput Assist Tomogr, 2021, 45(5): 743-748. DOI: 10.1097/RCT.0000000000001185.
- [5] Lipari A, Lipari L, Carini F, et al. Somatotopy of the trigeminal complex: nerve, ganglion, nucleus [J]. Euromediterranean Biomed J. 2017, 12(37): 170-177. DOI: 10.3269/1970-5492.2017.12.37.
- [6] Sindou M, Brinzeu A. Topography of the pain in classical trigeminal neuralgia: insights into somatotopic organization [J]. Brain, 2020, 143(2): 531-540. DOI: 10.1093/brain/awz407.
- [7] Kurucz P, Ganslandt O, Buchfelder M, et al. Arachnoid membranes around the cisternal segment of the trigeminal nerve: a cadaveric anatomic study and intraoperative observations during minimally invasive microvascular decompression surgery [J]. World Neurosurg, 2019, 125: e262-e272. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.01.060.
- [8] Cruccu G, Di Stefano G, Truini A. Trigeminal neuralgia [J]. N Engl J Med, 2020, 383(8): 754-762. DOI: 10.1056/NEJMra1914484.
- [9] Texakalidis P, Xenos D, Tora MS, et al. Comparative safety and efficacy of percutaneous approaches for the treatment of trigeminal neuralgia: a systematic review and meta-analysis [J]. Clin Neurol Neurosurg, 2019, 182: 112-122. DOI: 10.1016/j.clineuro.2019.05.011.
- [10] Tuleasca C, Régis J, Sahgal A, et al. Stereotactic radiosurgery for trigeminal neuralgia: a systematic review [J]. J Neurosurg, 2018, 130(3): 733-757. DOI: 10.3171/2017.9.JNS17545.
- [11] Bendtsen L, Zakrzewska JM, Abbott J, et al. European academy of neurology guideline on trigeminal neuralgia [J]. Eur J Neurol, 2019, 26(6): 831-849. DOI: 10.1111/ene.13950.
- [12] Hayes DJ, Chen DQ, Zhong J, et al. Affective circuitry alterations in patients with trigeminal neuralgia [J]. Front Neuroanat, 2017, 11: 73. DOI: 10.3389/fnana.2017.00073.
- [13] Wu H, Zhou J, Chen J, et al. Therapeutic efficacy and safety of radiofrequency ablation for the treatment of trigeminal neuralgia: a systematic review and meta-analysis [J]. J Pain Res, 2019, 12: 423-441. DOI: 10.2147/JPR.S176960.
- [14] Wang Z, Wang Z, Li K, et al. Radiofrequency thermocoagulation for the treatment of trigeminal neuralgia [J]. Exp Ther Med, 2022, 23(1): 17. DOI: 10.3892/etm.2021.10939.
- [15] Benoliel R, Svensson P, Evers S, et al. IASP taskforce for the classification of chronic pain. The IASP classification of chronic pain for ICD-11: chronic secondary headache or orofacial pain [J]. Pain, 2019, 160(1): 60-68. DOI: 10.1097/j.pain.000000000000135.
- [16] Hong T, Ding Y, Yao P. Long-term efficacy and complications of radiofrequency thermocoagulation at different temperatures for the treatment of trigeminal neuralgia [J]. Biochem Res Int, 2020, 2020:3854284. DOI: 10.1155/2020/3854284.
- [17] Tang YZ, Yang LQ, Yue JN, et al. The optimal radiofrequency temperature in radiofrequency thermocoagulation for idiopathic trigeminal neuralgia: a cohort study [J]. Medicine (Baltimore), 2016, 95(28): e4103. DOI: 10.1097/MD.0000000000004103.
- [18] Macfarlane TV, Blinkhorn AS, Davies RM, et al. Predictors of



- outcome for orofacial pain in the general population: a four-year follow-up study [J]. *J Dent Res*, 2004, 83(9): 712-717. DOI: 10.1177/154405910408300911.
- [19] 李雷, 张来健, 徐宏志, 等. 原发性三叉神经痛经皮三叉神经节射频热凝术后复发的危险因素[J]. *中国临床神经外科杂志*, 2021, 26(10): 776-779. DOI: 10.13798/j.issn.1009-153X.2021.10.010.
- [20] Silva V, Day M, Santiago M. Bipolar pulsed radiofrequency for trigeminal neuralgia: a report of two cases [J]. *Pain Pract*, 2021, 21(3): 343-347. DOI: 10.1111/papr.12944.
- [21] Filippidis D, Bolotis D, Mazioti A, et al. Percutaneous imaging-guided techniques for the treatment of benign neuropathic pain [J]. *Diagn Interv Imaging*, 2021, 102(1): 11-18. DOI: 10.1016/j.diii.2020.05.001.
- [22] Vanneste T, Van Lantschoot A, Van Boxem K, et al. Pulsed radiofrequency in chronic pain [J]. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2017, 30(5): 577-582. DOI: 10.1097/ACO.0000000000000502.
- [23] Ren H, Zhao C, Jia Z, et al. Predictors of the analgesic efficacy of CT-guided percutaneous pulsed radiofrequency treatment of Gasserian ganglion in patients with idiopathic trigeminal neuralgia [J]. *Pain Pract*, 2020, 20(8): 850-858. DOI: 10.1111/papr.12910.
- [24] Elawamy A, Abdalla EEM, Shehata GA. Effects of pulsed versus conventional versus combined radiofrequency for the treatment of trigeminal neuralgia: a prospective Study [J]. *Pain Physician*, 2017, 20(6): E873-E881.
- [25] Garcia-Isidoro S, Castellanos-Sanchez VO, Iglesias-Lopez E, et al. Invasive and non-invasive electrical neuromodulation in trigeminal nerve neuralgia: a systematic review and meta-analysis [J]. *Curr Neuropharmacol*, 2021, 19(3): 320-333.
- [26] Yeh KY, Chiu HW, Tseng WT, et al. A dual-mode multifunctional pulsed radio-frequency stimulator for trigeminal neuralgia relief and its animal model [J]. *IEEE Trans Biomed Circuits Syst*, 2021, 15(4): 719-730. DOI: 10.1109/TBCAS.2021.3097058.
- [27] Ding Y, Li H, Hong T, et al. Combination of pulsed radiofrequency with continuous radiofrequency thermocoagulation at low temperature improves efficacy and safety in V2/V3 primary trigeminal neuralgia [J]. *Pain Physician*, 2018, 21(5): E545-E553.
- [28] Yao P, Hong T, Zhu YQ, et al. Efficacy and safety of continuous radiofrequency thermocoagulation plus pulsed radiofrequency for treatment of V1 trigeminal neuralgia: a prospective cohort study [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2016, 95(44): e5247. DOI: 10.1097/MD.0000000000005247.
- [29] Mullan S, Lichtor T. Percutaneous microcompression of the trigeminal ganglion for trigeminal neuralgia [J]. *J Neurosurg*, 1983, 59(6): 1007-1012. DOI: 10.3171/jns.1983.59.6.1007.
- [30] 赵政政, 宋敏华, 江峰, 等. 射频热凝术与球囊压迫术治疗原发性三叉神经痛的临床疗效比较 [J]. *中华疼痛学杂志*, 2021, 17(1): 36-41. DOI: 10.3760/cma.j.cn101379-20200114-00007.
- [31] Asplund P, Blomstedt P, Bergenheim AT. Percutaneous balloon compression vs percutaneous retrogasserian glycerol rhizotomy for the primary treatment of trigeminal neuralgia [J]. *Neurosurgery*, 2016, 78(3): 421-428; discussion 428. DOI: 10.1227/NEU.0000000000001059.
- [32] 王可心, 乔婧, 张杰, 等. DSA引导下微球囊压迫技术精准治疗三叉神经痛 [J]. *口腔医学*, 2020, 40(8): 711-714. DOI: 10.13591/j.cnki.kqyx.2020.08.008.
- [33] Xiao X, Wei Z, Ren H, et al. Comparison of effectiveness and safety between intraoperative 3D-CT-guided and C-arm-guided percutaneous balloon compression for idiopathic trigeminal neuralgia: a multi-center retrospective study [J]. *Pain Res Manag*, 2021, 2021:9306532. DOI: 10.1155/2021/9306532.
- [34] Liu M, Tang S, Li T, et al. Prognostic nomogram for percutaneous balloon compression in the treatment of trigeminal neuralgia [J]. *Neurosurg Rev*, 2022, 45(1): 561-569. DOI: 10.1007/s10143-021-01514-4.
- [35] Grewal SS, Kerezoudis P, Garcia O, et al. Results of percutaneous balloon compression in trigeminal pain syndromes [J]. *World Neurosurg*, 2018, 114: e892-e899. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.03.111.
- [36] 何睿林, 韦艳红, 胡鑫, 等. 不同压迫时长对经皮穿刺球囊压迫术治疗原发性三叉神经痛疗效的影响 [J]. *中华疼痛学杂志*, 2021, 17(1): 28-35. DOI: 10.3760/cma.j.cn101658-20201015-00182.
- [37] Thatikunta M, Eaton J, Nuru M, et al. Intraoperative CT for neuronavigation guidance and confirmation of foramen ovale cannulation for glycerol trigeminal rhizotomy: a technical report and case series [J]. *Cureus*, 2020, 12(5): e8100. DOI: 10.7759/cureus.8100.
- [38] Yan C, Zhang Q, Liu C, et al. Efficacy and safety of radiofrequency in the treatment of trigeminal neuralgia: a systematic review and meta-analysis [J]. *Acta Neurologica Belgica*, 2021. DOI: 10.1007/s13760-021-01654-w.
- [39] Gao L, Chen RW, Williams JP, 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: 927-936. DOI: 10.2147/JPR.S232081.
- [40] Ozbay I, Ital I, Kucur C, et al. Effects of ozone therapy on facial nerve regeneration [J]. *Braz J Otorhinolaryngol*, 2017, 83(2): 168-175. DOI: 10.1016/j.bjorl.2016.02.009.
- [41] An JX, Liu 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: 255-263. DOI: 10.2147/JPR.S140369.
- [42] 李彤, 钱晓焱, 郑蓉, 等. CT引导下三叉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 [J]. *中国疼痛医学杂志*, 2021, 27(10): 744-749. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9852.2021.10.006.
- [43] Oyarzún G MJ, Sánchez R SA, Dussaubat D N, et al. Efecto del sulfato de cobre en el daño pulmonar inducido por la exposición crónica intermitente a ozono [Effect of copper sulphate on the lung damage induced by chronic intermittent exposure to ozone] [J]. *Rev Med Chil*, 2017, 145(1): 9-16. DOI: 10.4067/S0034-98872017000100002.
- [44] Baeza-Noci J. Comments on "Intraforaminal ozone therapy and

particular side effects: preliminary results and early warning" [J]. Acta Neurochir (Wien), 2016, 158(5): 989-990. DOI: 10.1007/s00701-016-2754-z.

[45] Han ZX, Chen MJ, Zhang WJ, et al. Tooth-supported personalized template-assisted foramen ovale puncture system for trigeminal neuralgia treatment [J]. J Clin Neurosci, 2020, 82(Pt A): 71-75. DOI: 10.1016/j.jocn.2020.10.039.

[46] 朱永强, 吴定权, 宋魁, 等. CT多平面重建引导圆孔穿刺射频治疗三叉神经上颌支痛的价值[J]. 中国疼痛医学杂志, 2020, 26(10): 774-777. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9852.2020.10.010.

[47] Guo Z, Wu B, Du C, et al. Stereotactic approach combined with 3D CT reconstruction for difficult-to-access foramen ovale on radiofrequency thermocoagulation of the Gasserian ganglion for trigeminal neuralgia [J]. Pain Med, 2016, 17(9): 1704-1716. DOI: 10.1093/pm/pnv108.

[48] 梁惠, 郭玉娜, 窦智, 等. 超声引导联合C型臂验证下经卵圆孔选择性三叉神经节射频热凝术对三叉神经痛患者治疗的可行性[J]. 中华疼痛学杂志, 2022, 18(1): 41-51. DOI: 10.3760/cma.j.cn101658-20220116-00017.

[49] 荣道建, 张海波, 潘海, 等. 神经导航联合电生理监测辅助下三叉神经节射频热凝术治疗原发性三叉神经痛[J]. 中国临床神经外科杂志, 2021, 26(1): 11-13. DOI: 10.13798/j.issn.1009-153X.

2021.01.004.

[50] Zhao L, Chen J, Peng Z, et al. Radiofrequency thermocoagulation of trigeminal nerve assisted by nerve bundle extraction and image fusion based on hamilton-jacobi equation [J]. Comput Methods Programs Biomed, 2021, 209: 106361. DOI: 10.1016/j.cmpb.2021.106361.

[51] Deng M, Cai H, Fang W, et al. Three-dimensionally printed personalized guide plate for percutaneous radiofrequency thermal coagulation in idiopathic trigeminal neuralgia [J]. Int J of Oral Maxillofac Surg, 2018, 47(3): 392-394. DOI: 10.1016/j.ijom.2017.10.016.

(收稿日期: 2022-01-26)

(本文编辑: 柴叶静)

作者简介

王可心, 男, 1994年5月出生, 硕士研究生(在读); 工作单位: 青岛大学附属医院口腔颌面外科; 专业特长: 三叉神经痛的诊治; 研究方向: 数字化辅助慢性疼痛的诊疗。

尚伟, 男, 1962年1月出生, 主任医师, 教授, 博士生导师; 工作单位: 青岛大学附属医院口腔颌面外科; 专业特长: 慢性疼痛和头颈部肿瘤的诊疗。

本文引用格式

王可心, 宋凯, 李洁莹, 等. 三叉神经节为靶点的三叉神经痛治疗方法研究进展[J]. 中华疼痛学杂志, 2023, 19(1): 127-133. DOI: 10.3760/cma.j.cn101658-20220126-00023.

·读者·作者·编者·

关于中华医学会系列杂志指南共识类文章撰写与发表的推荐规范

制定和推广临床指南是当前规范医疗卫生服务的重要举措, 为保证临床指南制定的科学、公正和权威, 以及使临床指南适应于我国国情, 从而更好地发挥指导作用, 中华医学会杂志社对指南共识类文章的撰写与发表推荐规范如下。

一、指南共识类文章的撰写

指南共识类文章指具有学术权威性的指导类文章, 包括指南、标准、共识、专家建议、草案等。

拟在中华医学会系列杂志发表的指南共识类文章, 需具备以下条件: (1) 有明确的应用范围和目的; (2) 制定方为该学科学术代表群体, 权益相关各方均有合理参与; (3) 有科学的前期研究铺垫, 有循证医学证据支持, 制定过程严谨规范, 文字表述明确, 选题有代表性; (4) 内容经过充分的专家论证与临床检验, 应用性强; (5) 制定者与出版者具有独立性, 必要时明确告知读者利益冲突情况; (6) 制定者提供内容和文字经过审核的终稿。

二、指南共识类文章的发表

1. 指南共识类文章宜在符合其报道范围和读者定位的相关学术期刊上发表。
2. 不同期刊可共同决定同时或联合发表某篇指南, 版式可有所不同, 但内容必须一致。
3. 指南类文章的二次发表应遵循《关于中华医学会系列杂志论文二次发表的推荐规范》。