

· 临床论著 ·

神经导航引导下经皮球囊压迫术治疗老年患者原发性三叉神经痛的效果

曹纹平¹, 王宇航¹, 徐修鹏¹, 王彬彬¹, 徐文华²

1. 南京医科大学第一附属医院神经外科, 江苏 南京 210029;

2. 南京医科大学第一附属医院运营管理处, 江苏 南京 210029

摘要: **目的** 探讨神经导航引导下经皮球囊压迫术(PBC)对老年患者三叉神经痛的精确治疗的临床应用效果。**方法** 回顾性分析南京医科大学第一附属医院 2021 年 5 月至 2022 年 9 月收治的 93 例原发性三叉神经痛老年患者,以采用微血管减压术(MVD)治疗的 45 例为 MVD 组,选择患侧乙状窦后入路微创开颅行 MVD;采用 PBC 治疗的 48 例为 PBC 组,患者术前行头颅 MRI、头颅 CT 扫描重建卵圆孔及 Meckel 囊腔并在神经导航引导下 PBC 对三叉神经痛进行精准治疗。随访 12 个月,比较两组患者手术时长、住院时长、临床疗效、复发率以及并发症发生率。**结果** PBC 组的手术时长及住院时长均显著短于 MVD 组[(21.21±5.09) min vs (118.40±15.79) min, (3.67±0.80) d vs (12.42±2.29) d, $P<0.01$]。PBC 组和 MVD 组总有效率(97.7% vs 93.3%, $P>0.05$)、复发率(20.8% vs 13.3%, $P>0.05$)差异无统计学意义,复发患者均再次行 PBC 治疗,疗效满意。两组均未发生死亡及其他严重并发症,PBC 组面部麻木及口唇部疱疹并发症发生率高于 MVD 组(85.4% vs 8.9%, 31.2% vs 11.1%, $P<0.05$),两组所有并发症均在 1 年内恢复。**结论** PBC 和 MVD 手术有效率和复发率无差异,均可有效缓解疼痛,PBC 以其微创性显著缩短了手术和住院时长。对于不适合开颅手术的高龄患者,神经导航引导下 PBC 提供了一种安全、有效的三叉神经痛治疗方案。

关键词: 神经导航; 经皮球囊压迫术; 微血管减压术; 原发性三叉神经痛; 老年

中图分类号: R745.1⁺1 文献标识码: A 文章编号: 1674-8182(2025)02-0247-05

Neuronavigation-guided percutaneous balloon compression for treatment of primary trigeminal neuralgia in elderly patients

CAO Wenping*, WANG Yuhang, XU Xiupeng, WANG Binbin, XU Wenhua

* Department of Neurosurgery, The First Affiliated Hospital with Nanjing Medical University, Nanjing, Jiangsu 210029, China

Corresponding author: XU Wenhua, E-mail: eaglestarld@163.com

Abstract: Objective To explore the clinical application effect of percutaneous balloon compression (PBC) under neuronavigation guidance for the precise treatment of trigeminal neuralgia in elderly patients. **Methods** A retrospective analysis was conducted on 93 elderly patients with primary trigeminal neuralgia admitted to the First Affiliated Hospital with Nanjing Medical University from May 2021 to September 2022. Forty-five patients treated with microvascular decompression surgery (MVD) were selected as the MVD group, with minimally invasive craniectomy performed with MVD by the posterior approach of the sigmoid sinus on the affected side. Forty-eight patients treated with PBC were selected as the PBC group. The patients underwent preoperative cranial MRI and cranial CT scanning to reconstruct the foramen ovale and Meckel's capsule cavity and underwent PBC under neuronavigation guidance for precise treatment of trigeminal neuralgia. The patients in the two groups were followed up for 12 months to compare the length of surgery, length of hospitalization, clinical efficacy, recurrence rate, and complication rate. **Results** The surgical duration and

DOI: 10.13429/j.cnki.cjcr.2025.02.017

基金项目: 江苏省科教能力提升工程(ZDXK202225)

通信作者: 徐文华, E-mail: eaglestarld@163.com

出版日期: 2025-02-20

hospitalization duration in the PBC group were significantly lower than those in the MVD group [(21.21±5.09) min vs (118.40±15.79) min, (3.67±0.80) d vs (12.42±2.29) d, $P<0.01$]. There was no statistically significant difference in the overall effective rate (97.7% vs 93.3%, $P>0.05$) and recurrence rate (20.8% vs 13.3%, $P>0.05$) between the PBC group and MVD group. For recurrent patients, PBC treatment was performed again, and the effect was satisfactory. The incidence of facial numbness and lip herpes were higher in the PBC group than in the MVD group (85.4% vs 8.9%, 31.2% vs 11.1%, $P<0.05$), and all complications in both groups were recovered within one year. **Conclusions** PBC and MVD surgeries have no difference in effectiveness and recurrence rates, both of which can effectively relieve pain. PBC significantly shortens the duration of surgery and hospitalization with its minimally invasive nature. For elderly patients who are not suitable for craniotomy surgery, PBC under neuronavigation guidance provides a safe and effective treatment for trigeminal neuralgia.

Keywords: Neuronavigation; Percutaneous balloon compression; Microvascular decompression; Primary Trigeminal neuralgia; Elderly

Fund program: Jiangsu Province Science and Education Ability Improvement Project (ZDXK202225)

原发性三叉神经痛是以三叉神经分布区域剧烈疼痛为特征的一种神经病理性疼痛,被认为是“天下第一痛”,疼痛剧烈且顽固,严重影响患者身心健康和生活质量。多数学者认为其发病机制与三叉神经后根入桥脑段受血管搏动性压迫有关。药物治疗是首选方法,而对于药物治疗效果差或不耐受者,外科干预则格外重要,外科方法主要包括显微血管减压术(microvascular decompression, MVD)、经皮球囊压迫术(percutaneous balloon compression, PBC)、经皮射频热凝术、立体定向放射外科等^[1-4]。据报道,三叉神经痛的年发病率为(4~28)/10万人,并随着年龄的增长而增加^[5]。对于高龄、基础疾病多,恐惧开颅手术的患者,微球囊压迫术治疗三叉神经痛是比较适宜的方法之一,疗效满意,风险较低^[6]。该方法从口角外侧经皮穿刺准确定位卵圆孔的位置,将球囊植入 Meckel 囊腔,球囊内注入造影剂,并要求在 X 光透视下出现满意的“梨形”球囊,才能作为手术成功的标志^[7]。然而由于传统数字减影血管造影(DSA)二维影像的重叠局限性,PBC 技术关键步骤只能依赖术者的经验,往往出现失误,尤其在卵圆孔和中颅底骨质变异或异常增生时,容易发生穿刺并发症或球囊难以到位^[8-9]。如何精准穿刺卵圆孔并将微球囊置入 Meckel 腔及球囊造影形成满意的“梨形”是该手术方法的关键,也是保证治疗效果的关键。本研究采用头颅 CT 三维重建颅底卵圆孔及 Meckel 腔,在神经导航下精准穿刺,并将球囊准确植入 Meckel 腔,保证手术精准有效的同时减少手术时长及住院时长,现将应用效果报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性选取南京医科大学第一附属医院 2021 年 5 月至 2022 年 9 月共 93 例原发性三叉神

经痛的老年患者。PBC 组 48 例患者术前行头颅 MRI、头颅 CT 扫描重建卵圆孔及 Meckel 腔,并在神经导航引导下 PBC 对三叉神经痛进行精准治疗;MVD 组 45 例患者选择患侧乙状窦后入路微创开颅行微血管减压手术。所有患者术前均行头颅 CT 和 MRI 检查排除继发性三叉神经痛,同时作为手术计划的影像资料数据。本研究通过南京医科大学第一附属医院(江苏省人民医院)伦理委员会批准(批准号:2023-SR-703)。纳入标准:年龄 ≥ 65 岁;根据三叉神经痛中国专家共识^[10]诊断标准确诊为原发性三叉神经痛,伴有反复发作的阵发性针刺样疼痛,疼痛具有周期性,间歇期与正常人无异;近 3 个月,除接受奥卡西平和卡马西平等口服药物治疗外,未接受其他治疗;所有患者知情同意。排除标准:既往有精神类疾病史;存在严重的心、肝、肾等重要脏器疾病;治疗依从性较差;中途退出研究或临床资料不全等。

1.2 方法

1.2.1 术前计划 (1) 观察组:术前将患者头颅 CT 及 MRI 影像资料导入神经导航计划系统中,进行颅底三维重建,获得卵圆孔的大小、位置及形态;头颅 MRI 上重建 Meckel 腔,初步了解 Meckel 腔大小,将头颅 CT 和 MRI 图像融合,获得完整的卵圆孔、Meckel 腔 3D 图像;并根据 3D 图像进行针道设计,设计的穿刺路径经口角外侧通过卵圆孔达 Meckel 腔,以此作为靶点;同时避开内侧的颈内动脉及前内侧的骨性翼凸。(2) 对照组:术前阅读患者头颅 MRI。

1.2.2 手术方法 (1) PBC 组患者全身麻醉后取仰卧位,固定导航参考架、神经导航注册头部,并验证注册有无偏差,穿刺针尾端固定好导航反射球,选择实时导航模式,采用 Hartel 三叉神经半月节穿刺入路,但不以传统经验性的患侧口角外 2~3 cm 的部位作

为进针点,而是根据术前计划的穿刺路径,在导航系统界面显示的穿刺通道上“瞄准”靶点并缓慢进针直至到达卵圆孔,然后将内针芯推送至 Meckel 腔,导航界面实时显示针芯到达 Meckel 腔正中点时退针芯,将 4 号 Fogarty 球囊(1180403 型,深圳市擎源医疗器械有限公司)通过穿刺套管针置入 Meckel 腔并注入造影剂直至出现满意的梨形球囊。压迫 2 min 后排空球囊,退出球囊和穿刺针,穿刺点压迫 5 min。术后麻醉苏醒后返回病房。(2) MVD 组患者全麻后取侧卧位、头高脚低,头部用三钉头架固定,患侧向上,采用乙状窦后入路,铣下 3 cm×3 cm 小骨瓣,充分显露乙状窦和横窦,在显微镜下对神经入脑干位置探查并选择合适的 Teflon 隔离责任血管和神经,或根据术中探查情况,无责任血管或者静脉血管行高选择性三叉神经根部梳理术。术后骨瓣还纳,缝合头皮。

1.2.3 疗效评价方法和标准 (1) 临床疗效。① 采用视觉模拟评分量表(VAS)评估手术前后 24 h 内疼痛情况,分为 10 个刻度,随着数字增加疼痛程度增加,10 分表示难以忍受的最剧烈的疼痛,0 分表示无痛,1~3 分表示轻度疼痛,4~6 分表示中度疼痛,7~10 分表示重度疼痛。② 采用面部疼痛预后分级(BNI)在患者出院前评估临床疗效:I 级(无疼痛)、II 级(偶尔疼痛,无需服药)、III 级(疼痛可通过服药控制)、IV 级(服药可缓解疼痛,但不能控制)、V 级(疼痛无缓解)。临床有效率=(I 级例数+II 级例数)/总例数×100%。(2) 统计住院时长和手术时长。① 住院时长:统计患者从入院到出院的时间,以天数计算;② 手术时长:MVD 从手术切皮开始,PBC 从穿刺开始,均以外科医生操作结束作为手术结束,以分钟计算。(3) 并发症发生率。包括术后面部麻木、咬肌无力、口角疱疹等发生情况。(4) 复发情况。随访 1 年,所有患者随访期间出现面部疼痛即为复发。

1.3 统计学方法 采用 SPSS 20.0 软件分析数据。定量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,比较采用独立样本 t 检验;计数资料以例(%)表示,采用 χ^2 检验和校正 χ^2 检验;等级资料采用非参数检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料比较 两组患者 VAS 评分均为中重度疼痛,年龄、性别、疼痛侧别、病程及 VAS 疼痛等级比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

2.2 手术时长及住院时长比较 PBC 组的手术时长 [(21.21 ± 5.09) min vs (118.40 ± 15.79) min, $t =$

40.465, $P < 0.01$] 及住院时长 [(3.67 ± 0.80) d vs (12.42 ± 2.29) d, $t = 24.885$, $P < 0.01$] 均短于 MVD 组,差异有统计学意义。

2.3 疗效比较 PBC 组和 MVD 组术后 VAS 疼痛较术前显著降低 ($Z = 6.368$, $P < 0.01$; $Z = 6.245$, $P < 0.01$),两组术后 VAS 疼痛差异无统计学意义 ($P > 0.05$);PBC 组总有效率与 MVD 组比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 2。

2.4 复发率比较 PBC 组 10 例复发,其中 1 例口服药物治疗,9 例再次行 PBC 治疗,效果满意;MVD 组 6 例复发均行 PBC 治疗,疗效满意。PBC 组与 MVD 组术后复发率差异无统计学意义 (20.8% vs 13.3%, $\chi^2 = 0.917$, $P = 0.338$)。

2.5 术后并发症比较 两组患者均未发生脑出血、面瘫、听力下降及死亡的情况。两组患者面部麻木及口角疱疹发生率差异有统计学意义 ($P < 0.05$),咬肌无力发生率差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 3。两组患者所有并发症均在 1 年内恢复;7 例咬肌无力患者均在术后 2 个月自行恢复;20 例口唇部疱疹患者采用抗病毒软膏治疗后于术后 2 周恢复;PBC 组 41 例面部麻木患者于术后半年到 1 年症状基本消失,MVD 组 1 例轻度面部麻木患者 3 个月恢复正常,剩余 3 例面部麻木患者术后 6 个月面部麻木完全消失。

表 1 两组一般资料比较

Tab. 1 Comparison of general information between two groups

组别	例数	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	男/女 (例)	侧别 (左/右,例)	病程 (年, $\bar{x} \pm s$)	VAS 疼痛等级 (中度/重度,例)
PBC 组	48	78.88±6.89	25/23	26/22	4.59±1.50	4/44
MVD 组	45	76.18±6.79	26/19	20/25	5.03±1.55	5/40
$t/\chi^2/Z$ 值		1.899	0.304	0.878	1.371	0.010
P 值		0.061	0.581	0.349	0.174	0.919

表 2 两组疗效比较 (例)

Tab. 2 Comparison of clinical efficacy between two groups (case)

组别	例数	VAS 疼痛等级				BNI 分级				有效率 (%)	
		无痛	轻度	中度	重度	I 级	II 级	III 级	IV 级		V 级
PBC 组	48	6	38	4	0	45	2	1	0	0	97.9
MVD 组	45	1	41	3	0	41	1	3	0	0	93.3
χ^2/Z 值											0.333
P 值											0.564

表 3 两组患者术后并发症的比较 [例(%)]

Tab. 3 Comparison of postoperative complications between the two groups [case(%)]

组别	例数	面部麻木	咬肌无力	口角疱疹
PBC 组	48	41(85.4)	6(12.5)	15(31.2)
MVD 组	45	4(8.9)	1(2.2)	5(11.1)
χ^2 值		54.465	2.203	5.580
P 值		<0.001	0.138	0.018

3 讨论

原发性三叉神经痛是发病率较高的颅神经疾病,表现为三叉神经分布区域突然、剧烈、刀割样疼痛,持续时间数秒至数分钟不等。治疗方法包括:药物治疗(如卡马西平)、局部封闭、射频治疗、 γ 刀、微球囊压迫技术及微血管减压术^[11-12]。尽管 MVD 手术被认为是根治性手段,但并非绝对有效,且开颅手术风险较高。射频热凝消融效果有限,不能治疗三叉神经痛第 I 支的患者,第 II、III 支术后长期治愈率仅 40% 左右; γ 刀效果不确切且复发率高^[13-14]。PBC 作为一种微创治疗,因其疗效确切、成本较低、风险较低,越来越受到青睐^[15]。

本研究发现 PBC 组的手术时长及住院时长均显著低于 MVD 组,PBC 组手术过程缩短至 15~20 min,患者 3 d 左右时间出院,大大缩短了手术时长及平均住院日。徐冰等^[14]报导螺旋 CT 辅助下 PBC 治疗三叉神经痛可将手术时间缩短至(29.3±15.3)min,住院时长(3.43±1.36)d,本研究结果与其一致。PBC 作为一种微创穿刺技术,无需开颅、手术切口小且无需缝合,显著减少了患者的生理和心理负担。本研究结果凸显了 PBC 在缩短手术和住院时间方面的优势,同时也意味着患者能够更早地恢复日常生活,减少了医疗资源的占用,提高了医疗运营效率。PBC 通过机械损毁三叉神经节内的痛觉纤维来阻断痛觉的传导,操作简便、创伤小、临床效果确切,适应证广,几乎可以治疗任何原因的三叉神经痛,以及不适合开颅、顽固性三叉神经痛的患者。夏英华等^[16]研究发现,PBC 组与 MVD 组的有效率为(96.2% vs 92.4%, $P>0.05$),复发率为(21.6% vs 11.5%, $P>0.05$),本研究结果与之相似,PBC 组与 MVD 组有效率及复发率差异无统计学意义(97.7% vs 93.3%,20.8% vs 13.3%),表明两种手术方式均能有效治疗三叉神经痛但存在一定的复发率。外周神经具有自我修复能力存在复发的可能,如何保证疗效的同时降低复发率的发生是难点。故 DSA、CT 和神经导航技术开始逐渐应用于 PBC 手术治疗,不仅提高了 PBC 的成功率,而且减少了严重并发症的出现,本组均未出现严重并发症如脑出血、面瘫、听力下降甚至死亡。通过术前 Meckel 腔的重建精准球囊植入并通过 X 射线验证球囊的“梨形”确保疗效。两组同侧咬肌无力发生率无差异,PBC 组面部麻木及口唇部疱疹并发症均高于 MVD 组,所有患者均在 1 年内恢复,与 Ni 等^[17]学者研究一致。尽管大部分 PBC 组患者都有术后面部麻木等

并发症,但这些症状不会影响日常生活,且多数患者会数月后逐渐康复,这与 Li 等^[18]研究一致。PBC 机械压迫三叉神经半月节,麻木感就会或多或少的存在,由于每位患者的耐受性、Meckel 腔大小不一样,实际操作中很难把握确保患者既不麻木也不疼痛。因此,如何保证疗效的同时降低复发率,是未来研究的重点。

传统手术在 X 射线透视下进行,常需多次穿刺调整方向,将球囊导管置入囊腔并向球囊注入造影剂获得理想“梨形”,压迫数分钟后手术结束。这种方法存在盲目性,增加手术风险及手术失败可能性,总结原因如下:(1) 颅底骨性结构复杂,卵圆孔周围血管神经密集,盲目穿刺可能致周围神经血管损伤,甚至导致颈内动脉破裂大出血引发患者死亡;(2) 卵圆孔个体差异大,大小、位置、形状多变,卵圆孔过小过大都可能导致穿刺困难甚至失败;(3) 穿刺方向不当可能导致球囊不在 Meckel 腔内,或者达到 Meckel 腔深度不够或过深,球囊不能充分压迫三叉神经半月结或者三叉神经分支。比如球囊充盈后呈现哑铃形或漏斗形,则证明球囊位置已较深且充盈过度,很有可能引起滑车神经麻痹,从而产生复视及眼球功能障碍;穿刺深度过大或角度偏向内过多也可能出现颈内动脉及蛛网膜下腔的出血^[19];如出现球拍样和保龄球样等则术后有效率均明显低于梨形^[20];(4) 高龄患者反复穿刺卵圆孔易引起三叉神经心脏反射增加发生心脑血管意外的风险,心率变慢甚至停搏,血压骤停,当停止刺激则恢复平稳。本研究采用神经导航技术,经皮球囊压迫术精准治疗,减少手术风险,提高治疗效果,尤其适用于老年患者。

卵圆孔、Meckel 腔、置入球囊深度是得到满意梨形球囊的三个关键因素。PBC 手术难点在于精确找到卵圆孔、进入 Meckel 腔、控制进入的方向及深度,最终达到梨形,压迫三叉神经半月节^[21]。如何将卵圆孔及 Meckel 腔可视化成为该项技术的关键,本研究利用 MR 成像及头颅 CT 融合技术,将术前头颅 CT 及 MRI 影像数据导入导航系统,颅底 CT 可将卵圆孔清晰重建,在 MRI 的 T2 序列图像上直接定位,并将 CT 和 MRI 图像融合,Meckel 腔作为最终植入球囊的靶点位置,通过导航系统定位靶点完成穿刺路径的设计,实时完成颅底卵圆孔穿刺及球囊的 Meckel 腔植入,减少反复穿刺探查,提高穿刺效率。

本研究发现 PBC 和 MVD 疗效及复发率无差异,均无严重并发症,神经导航引导下 PBC 可以明显缩短手术耗时,缩短麻醉时间,减少手术过程中血压、心

率波动的时间,减少麻醉风险。临床上因基础疾病较多等各种原因不能行开颅手术甚至因对手术总体比较恐惧而拒绝开颅手术的老年患者,更适合 PBC 治疗。综上所述,颅底卵圆孔及 Meckel 腔重建并在神经导航下穿刺具有可视化靶点、路径设计、穿刺准确和并发症少等优点,且治疗效果确切,尤其是对老年患者及不适合行开颅手术患者具有一定的优势。

利益冲突 无

参考文献

- [1] Sharma R, Phalak M, Katiyar V, et al. Microvascular decompression versus stereotactic radiosurgery as primary treatment modality for trigeminal neuralgia: a systematic review and meta-analysis of prospective comparative trials[J]. *Neurol India*, 2018, 66(3): 688-694.
- [2] Li S, Cheng G, Wu YW, et al. Long-term pain outcomes in trigeminal neuralgia patients with concomitant continuous pain: a comparison of first-time microvascular decompression and percutaneous balloon compression[J]. *Neurosurg Rev*, 2023, 46(1): 183.
- [3] Simioni V, Capone JG, Sette E, et al. Intraoperative monitoring of sensory part of the trigeminal nerve using blink reflex during microvascular decompression for trigeminal neuralgia[J]. *Acta Neurochir*, 2018, 160(1): 165-169.
- [4] Gandhoke GS, Smith KJ, Niranjana A, et al. Comparing microvascular decompression with gamma knife radiosurgery for trigeminal neuralgia. A cost-effectiveness analysis[J]. *World Neurosurg*, 2019, 125: 207-216.
- [5] Jay GW, Barkin RL. Trigeminal neuralgia and persistent idiopathic facial pain (atypical facial pain) [J]. *Dis Mon*, 2022, 68(6): 101302.
- [6] 刘冲,张良文.原发性三叉神经痛微创外科治疗进展[J]. *临床外科杂志*, 2019, 27(10): 910-912.
- [7] 中华医学会神经外科学分会功能神经外科学组,中国医师协会神经外科医师分会功能神经外科专家委员会,等.三叉神经痛诊疗中国专家共识[J]. *中华外科杂志*, 2015, 53(9): 657-664.
- [8] 尹姬,刘净,师昕翌,等.C 臂 CT 在经皮三叉神经痛球囊压迫术中的应用价值[J]. *介入放射学杂志*, 2023, 32(8): 755-759.
- [9] 靳子娟,王晶晶,李云,等.经皮穿刺微球囊压迫术相关的解剖研究及其临床意义[J]. *中国疼痛医学杂志*, 2023, 29(1): 20-23.
- [10] 任玉娥,刘小会,程志祥,等.经皮球囊压迫术治疗三叉神经痛中国专家共识(2022 版) [J]. *中华疼痛学杂志*, 2022, 18(4): 437-448.
- [11] Sathasivam HP, Ismail S, Ahmad AR, et al. Trigeminal neuralgia: a retrospective multicentre study of 320 Asian patients[J]. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 2017, 123(1): 51-57.
- [12] 崔海征,段虎斌,杨柳,等.加巴喷丁对比卡马西平治疗三叉神经痛的疗效及安全性的 Meta 分析[J]. *中国临床研究*, 2019, 32(12): 1639-1645.
- [13] 邓竹,张黎,于炎冰,等.三叉神经痛微血管减压术无效或复发的原因与外科处理[J]. *中国微侵袭神经外科杂志*, 2019, 24(11): 525-528.
- [14] 徐冰,贾子普,任浩,等.螺旋 CT 辅助下经皮微球囊压迫术治疗难治性三叉神经痛疗效初探[J]. *中国疼痛医学杂志*, 2019, 25(9): 660-665.
- [15] Xia YH, Yu G, Min FX, et al. The focus and new progress of percutaneous balloon compression for the treatment of trigeminal neuralgia[J]. *J Pain Res*, 2022, 15: 3059-3068.
- [16] 夏英华,闵飞祥,余桂,等.球囊压迫术与微血管减压术治疗原发性三叉神经痛的对比研究[J]. *中国疼痛医学杂志*, 2024, 30(4): 274-281.
- [17] Ni HY, Wang YL, Chen X, et al. Outcomes of treatment for elderly patients with trigeminal neuralgia: percutaneous balloon compression versus microvascular decompression[J]. *J Craniofac Surg*, 2020, 31(7): e685-e688.
- [18] Li S, Liao CL, Wu YW, et al. Association between morphological characteristics of Meckel's cave and outcomes after percutaneous balloon compression for primary trigeminal neuralgia [J]. *Neurosurg Rev*, 2023, 46(1): 307.
- [19] 张章,李俊. Dyna-CT 引导下经皮穿刺三叉神经半月节微球囊压迫术治疗三叉神经痛[J]. *中国临床神经外科杂志*, 2019, 24(2): 84-86.
- [20] 王斌,马逸,邹建军,等.球囊压迫法治疗三叉神经痛的临床体会[J]. *中华神经外科杂志*, 2008, 24(5): 330.
- [21] 顾斌,张庆海,金星,等. CT 及 MRI 三维重建辅助经皮穿刺半月节球囊压迫术治疗原发性三叉神经痛[J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2019, 39(11): 1643-1645.

收稿日期:2024-07-14 修回日期:2024-09-03 编辑:李方