

# 三叉神经经皮球囊压迫术麻醉方式的研究进展

邱晟<sup>1</sup>, 魏俊<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>赣南医科大学第一临床医学院, 江西 赣州

<sup>2</sup>赣南医科大学第一附属医院疼痛科, 江西 赣州

收稿日期: 2026年2月13日; 录用日期: 2026年3月6日; 发布日期: 2026年3月17日

## 摘要

经皮球囊压迫术(PBC)已成为三叉神经痛的一线微创治疗方案, 但术中剧烈疼痛及三叉神经-心脏反射(TCR)仍是麻醉管理的核心难点。全身麻醉可提供完善的镇静镇痛与气道控制, 但对高龄及合并症患者耐受性差, 且TCR发生风险较高。局部麻醉血流动力学稳定、TCR发生率低, 但镇痛不全、患者舒适度差及术中配合困难等问题突出, 高度依赖术者经验。监护下麻醉(MAC)在局麻基础上辅助镇静镇痛, 兼顾清醒配合与术中舒适, 成为研究热点, 但常用药物如舒芬太尼、咪达唑仑存在呼吸抑制或个体差异大等局限, 右美托咪定虽呼吸影响小, 但对TCR的影响尚存争议。CT导航技术为局麻与MAC的应用提供了有利条件。目前PBC麻醉方式尚无统一标准, 本综述拟将目前三叉神经经皮球囊压迫术麻醉方式的选择及研究进展作一阐述。

## 关键词

三叉神经痛, 经皮球囊压迫术, 麻醉

# Research Progress on Anesthetic Modalities for Percutaneous Balloon Compression of the Trigeminal Ganglion

Sheng Qiu<sup>1</sup>, Jun Wei<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>First Clinical School of Medicine, Gannan Medical University, Ganzhou Jiangxi

<sup>2</sup>Department of Pain, The First Affiliated Hospital of Gannan Medical University, Ganzhou Jiangxi

Received: February 13, 2026; accepted: March 6, 2026; published: March 17, 2026

\*通讯作者。

文章引用: 邱晟, 魏俊. 三叉神经经皮球囊压迫术麻醉方式的研究进展[J]. 临床医学进展, 2026, 16(3): 3029-3035.  
DOI: 10.12677/acm.2026.1631107

## Abstract

**Percutaneous balloon compression (PBC) has become a first-line minimally invasive treatment for trigeminal neuralgia; however, severe intraoperative pain and the trigemino-cardiac reflex (TCR) remain central challenges in anesthesia management. General anesthesia provides adequate sedation, analgesia, and airway control, yet it is poorly tolerated in elderly patients with comorbidities and is associated with a high risk of TCR. Local anesthesia offers more stable hemodynamics and a lower incidence of TCR, but is limited by insufficient analgesia, poor patient comfort, and difficulty in intraoperative cooperation, and is highly dependent on operator experience. Monitored anesthesia care (MAC), which combines local anesthesia with adjuvant sedative-analgesic agents, preserves patient cooperation while improving comfort and has become a research focus. However, commonly used drugs such as sufentanil and midazolam are associated with respiratory depression or significant interindividual variability, and although dexmedetomidine has minimal respiratory effects, its impact on TCR remains controversial. The widespread use of CT-guided navigation has facilitated the application of local anesthesia and MAC. Currently, no unified anesthesia standard exists for PBC. This review aims to summarize the current anesthesia options and research progress in PBC.**

## Keywords

**Trigeminal Neuralgia, Percutaneous Balloon Compression, Anesthesia**

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着全球人口老龄化进程的不断加剧,神经病理性疼痛(neuropathic pain, NP)的患病率呈持续上升趋势[1]。三叉神经痛(trigeminal neuralgia, TN)作为临床最常见的神经病理性疼痛之一,全球患病率约为0.16%~0.3% [2]。其典型临床特征为三叉神经单支或多支分布区内反复发作的电击样、刀割样剧烈疼痛,严重影响患者生活质量。目前,药物治疗仍是TN的首选初始治疗方案,但由于该病病程迁延、易反复,长期用药常导致疗效减退、耐药或出现难以耐受的不良反应,此时手术治疗成为必要的干预选择[3]。在多种外科术式中,经皮球囊压迫术(percutaneous balloon compression, PBC)因其疗效确切、创伤小、并发症风险低、住院时间短及医疗成本较低等综合优势,已逐步成为国内外广泛推荐的一线微创手术方式[3] [5]。然而,目前针对PBC围术期的麻醉管理,国内外尚缺乏统一的临床实践指南或共识性规范。随着PBC技术在临床中的日益推广,如何在保障患者围手术期安全的前提下,有效缓解术中疼痛与焦虑、提升手术舒适度,已成为亟待解决的关键问题。探索一套安全、有效、可控且适用于PBC手术特点的镇静镇痛策略,不仅直接关系到患者的术中体验与术后早期康复,也对PBC操作的标准化实施、手术效果的稳定发挥乃至该技术的规范化推广具有重要意义。因此,本文拟就当前PBC术中麻醉方式的选择及研究进展进行系统综述,以期为临床麻醉决策与未来研究提供参考依据。

## 2. PBC 的概述

经皮球囊压迫术(percutaneous balloon compression, PBC)最早由Mullan和Lichtor于1983年首次报道

[6], 经过三十余年的临床实践与技术迭代, 该术式已日趋成熟。其标准操作流程为: 在放射线引导下, 术者经口角外侧穿刺, 将穿刺针置入卵圆孔外口, 随后经穿刺针将球囊导管推送至麦克尔腔(Meckel 腔), 注入造影剂使球囊扩张并在影像下呈现典型的“梨形”形态, 持续压迫三叉神经半月节约 2~3 分钟后, 抽空造影剂并撤出导管。PBC 操作中的主要疼痛刺激集中于穿刺针进入卵圆孔及球囊压迫阶段, 尤以卵圆孔穿刺最为剧烈。若术中镇静或镇痛深度不足, 患者极易出现体动、呛咳等非预期反应。由于卵圆孔周围密布重要血管及神经, 且穿刺过程属非直视下操作, 任何微小的位置偏移均可能损伤邻近结构, 进而引发出血、感觉异常甚至颅神经功能障碍等并发症[7]。除操作相关疼痛外, PBC 术中另一显著风险为三叉神经-心脏反射(trigemino-cardiac reflex, TCR), 文献报道其发生率可高达 97.3% [8]。

TCR 被认为是一种脑干反射, 三叉神经传入纤维的刺激在脑干迷走神经元(vagal neurons, CVNs)引起一个大的单个兴奋性突触后电流(excitatory postsynaptic current, EPSC), 随后往往伴随多个潜伏期较长的 EPSC。这表明该反射通路由一个双突触或多突触的通路组成。刺激三叉神经纤维使心脏迷走神经元去极化往往足以达到 CVNs 动作电位发放的阈值。已有研究表明 TCR 反射回路对麻醉药有不同的易感性。氯胺酮抑制 CVNs 的 EPSC 峰值幅度和 EPSC 持续时间。吸入麻醉药异氟醚也能显著抑制 CVNs 中 TCR 诱发的 EPSC, 而镇痛药芬太尼则能显著增强 CVNs 中诱发的 EPSC 幅度和 EPSC 突触面积。芬太尼可能通过激活阿片受体来增强谷氨酸释放和/或突触后谷氨酸受体的激活[9]。TCR 的典型表现为术中突发的心率减慢、血压下降, 严重者可出现心搏骤停, 需立即暂停手术并酌情使用抗胆碱能药物或血管活性药物以稳定循环[10]-[12], 已有研究证实, 麻醉方式及麻醉药物的选择对 TCR 的发生率及严重程度具有显著影响[13]。综上所述, PBC 手术对麻醉管理提出了极高的要求。其基本目标包括: 维持血流动力学稳定、保障气道通畅、确保术中无体动及呛咳反应; 在此基础上, 还应尽可能提升患者的舒适度, 并使其保持适度清醒以配合术者完成术中神经功能评估。因此, PBC 术中的麻醉管理不仅风险高, 且对麻醉方案的个体化设计与精细化执行具有强烈依赖。

### 3. PBC 的麻醉方式

#### 3.1. 全身麻醉

目前, 全身麻醉仍是经皮球囊压迫术(PBC)最为广泛采用的麻醉方式。其在围术期管理中的关键优势主要体现在以下四个方面: (1) 充分的镇静与镇痛: 全麻可确保患者在手术全程处于无痛、无意识状态, 有效消除疼痛刺激与恐惧情绪, 显著提升术中耐受性与舒适度。(2) 有效抑制呛咳与体动: 通过稳定的麻醉深度, 可最大限度减少因强烈刺激诱发的呛咳、体动等突发反应, 从而降低穿刺偏差及相关并发症的发生风险。(3) 可靠的气道安全与控制: 全麻状态下可实现主动气道管理(如气管插管或喉罩通气), 有效防止反流、误吸等呼吸道不良事件, 为手术提供稳定、可控的呼吸支持。(4) 支持多模态深度监测: 全麻便于实施有创动脉血压、麻醉深度、肌松状态等高级别监测手段, 实现对循环、呼吸及中枢神经系统状态的实时、定量评估, 增强对术中剧烈生理波动(如 TCR)的预警能力与干预效能。

目前, PBC 手术的全身麻醉多采用以咪达唑仑、舒芬太尼、依托咪酯、丙泊酚等药物进行诱导, 术中通过吸入麻醉药、丙泊酚或瑞芬太尼维持麻醉深度。候琪等[14]采用咪达唑仑、舒芬太尼、罗库溴铵及依托咪酯诱导, 术中七氟烷维持, 经口气管插管控制通气, 术中血流动力学波动显著, 需密切监测并及时药物干预。杨立强等[15]回顾性分析 99 例全麻下 PBC 患者, 诱导方案为舒芬太尼、依托咪酯、罗库溴铵, 术中采用丙泊酚复合七氟烷维持, 同样观察到明显的血流动力学波动。PBC 手术的麻醉核心挑战在于术中三叉神经-心脏反射(TCR)高发, 文献报道其发生率可达 83%~97.3% [16] [17], 常诱发剧烈血流动力学紊乱。因此, 理想的麻醉药物应兼具血流动力学稳定与充分镇静的双重特性。丙泊酚因其镇静效果确切、代谢迅速, 并能有效抑制 TCR 相关的血压升高, 在 PBC 麻醉中应用广泛[18], 然而, 该药亦可通

过抑制交感神经张力、增强副交感活性, 诱发心动过缓[19], 单纯七氟烷维持虽未能降低 TCR 发生率, 但可在一定程度上减轻其严重程度[20]。近年来, 环泊酚、瑞马唑仑等新型镇静药物逐渐应用于临床, 初步研究提示其可能有助于降低 TCR 发生风险[21]。

目前, PBC 术中维持通气仍以经口气管插管最为常用, 但其操作相对复杂、对气道及循环的刺激较大, 且术后咽喉痛、声带损伤等气道并发症发生率较高。相比之下, 喉罩通气因其置入简便、对气道黏膜及血流动力学影响轻微、术后气道相关不良事件发生率低等优势, 正逐步在 PBC 手术中得到推广应用。在具备术中唤醒条件的临床场景下, 喉罩通气还可实现患者在术中的短暂清醒配合, 便于术者即时评估球囊压迫后的疼痛缓解程度及面部感觉变化, 从而更精准地判断压迫终点, 提高手术成功率, 降低因疗效不确切而需二次手术的风险[22]。尤其对于高龄、心肺功能储备差或预期术后拔管困难的患者, 喉罩通气在保障通气安全的同时, 亦体现出更优的围术期舒适性与恢复质量。

### 3.2. 局部麻醉

近年来, 局部麻醉下实施经皮球囊压迫术(PBC)的可行性日益受到临床关注。由于 PBC 涉及头面部穿刺及球囊压迫等强致痛操作, 理想的局麻方案不仅需提供完善的术中镇痛, 还应有效缓解患者在头面部手术过程中可能产生的紧张与恐惧情绪, 从而避免因体动、呛咳等干扰手术操作。目前, 临床最常采用的局麻策略基于 Hartel 穿刺路径进行优化设计。具体操作为: 在患侧口角外侧约 2.5 cm 处定位穿刺点, 先行局部表面麻醉, 随后在穿刺针逐步深入的过程中, 采用利多卡因进行逐层浸润麻醉, 覆盖皮下组织、肌层及骨膜。在穿刺针抵达卵圆孔外口后, 于孔周及孔内再次注射适量利多卡因, 以实现对于三叉神经分支的局部阻滞, 从而提高术中镇痛效果并降低 TCR 的诱发风险。该方案在保留患者意识清晰、可配合术中评估的同时, 为局麻下 PBC 的顺利实施提供了可行的技术路径。

传统 PBC 手术常借助 DSA 或 C 臂引导, 该方式高度依赖术者的操作经验, 且手术周期较长, 易导致患者术中配合度下降, 进而制约了局部麻醉在该术式中的临床实施。近年来, CT 导航技术凭借其精准的穿刺定位优势, 不仅大幅缩短了手术时长, 还有效减少了术后并发症的发生。这一技术突破为局部麻醉在 PBC 中的规范化推广创造了有利条件[23][24]。杨立强[15]及苗杨[25]等在单纯利多卡因局部麻醉下开展 PBC 手术。术中患者意识完全清醒, 能够与术者保持持续语言互动, 并根据指令准确描述患侧面疼痛程度及感觉异常变化。术者以此为依据, 实时判断球囊压迫对三叉神经痛觉传导的抑制效果, 进而调整压迫时间或确认手术终点。该策略充分发挥了清醒状态下患者反馈的即时性与可靠性, 为局麻下 PBC 的疗效评估提供了可操作的临床路径。

局部麻醉下实施 PBC 可有效规避全身麻醉相关的多重风险, 尤其是全麻药物对循环功能的抑制以及麻醉状态下手术操作易诱发 TCR 的潜在隐患。杨立强等[15]通过对比研究证实, 与全身麻醉相比, 局部麻醉能够提供更稳定的血流动力学状态, 并显著降低 TCR 的发生率。卢洁等[26]研究中 TCR 的发生率仅为 2%, 远低于全麻下 PBC 常规报道的 TCR 发生率。然而, 局部麻醉在 PBC 中的应用仍面临若干亟待突破的瓶颈。首先, 卵圆孔解剖结构复杂、个体变异大, 即使在 CT 导航精准引导下, 穿刺操作仍具有一定难度, 对术者的空间定向能力与操作熟练度提出较高要求, 其次, 单纯依赖局部麻醉难以完全阻断卵圆孔穿刺及球囊压迫过程中的强烈伤害性刺激, 镇痛不全导致患者术中剧烈疼痛, 显著降低舒适度[25]。再者, 患者在完全清醒状态下接受头面部手术操作, 易产生明显的焦虑与恐惧情绪; 若手术时间延长, 患者可能出现疲劳、配合度下降, 无法准确反馈面部疼痛及感觉变化, 影响术者对疗效的即时判断。更为严峻的是, 术中突发剧痛可能诱发患者不自主体动, 导致穿刺针偏移, 增加血管损伤、神经功能障碍甚至颅内血肿等并发症风险, 极端情况下可能因患者无法耐受而被迫终止手术。综上, 局部麻醉下 PBC 的顺利实施高度依赖于术者对穿刺路径的精准规划、对局麻药合理应用的娴熟掌握, 以及对患者心理状

态与疼痛反应的动态调控能力。这些因素共同构成了当前局部麻醉在 PBC 中推广应用的重要制约。

### 3.3. 监护下麻醉

患者对于局部麻醉下进行 PBC 可能产生的疼痛的不耐受, 但又无法进行全身麻醉进行手术, 部分学者选择使用监护下麻醉(monitored anesthesia care, MAC)进行手术, 患者在局部麻醉下, 辅以相应的镇痛镇静药物, 在保持能被随时唤醒的状态下进行手术[27]。黄兵等[28]在局部麻醉基础上, 辅以舒芬太尼行镇静镇痛, 成功为 248 例原发性三叉神经痛患者实施 PBC 手术。术中有患者虽主诉不同程度疼痛, 但均能良好耐受, 无 1 例因疼痛剧烈而改行全身麻醉。患者全程保持清醒, 能够与术者进行语言交流, 并在球囊压迫后即时反馈面部疼痛及麻木变化, 协助术者准确判断手术效果, 为手术的个体化调控与疗效确认提供了可靠支持。郝露露等[29]在入室后使用咪达唑仑进行镇静, 再使用局部麻醉为 48 例患者进行 PBC 手术, 所有患者均顺利完成手术。咪达唑仑的镇静作用虽确切, 但其呼吸抑制效应与剂量密切相关, 且不同患者间药物反应存在显著个体差异, 导致有效治疗剂量范围狭窄, 难以实现稳定、可预测的镇静深度[30], 另一方面, 舒芬太尼、芬太尼等强阿片类药物同样具有剂量依赖性的呼吸抑制作用, 可致呼吸频率下降、通气不足甚至呼吸暂停。在局麻下 PBC 手术中, 若采用上述药物辅助镇静镇痛, 一旦发生呼吸抑制, 术者与麻醉医师将面临气道干预困难、操作空间受限等现实挑战, 尤其在高龄或合并呼吸系统基础疾病的患者中, 气道安全难以得到充分保障。右美托咪定作为 MAC 常用药物, 因其兼具镇静、镇痛及呼吸抑制轻微等优势, 理论上适合用于局麻下 PBC 术中的辅助镇静。该药通过作用于  $\alpha_2$  受体, 可使患者维持可唤醒的清醒镇静状态, 且对通气功能影响小, 有助于提升术中配合度与气道安全性, 然而, 右美托咪定亦可通过抑制交感神经、增强副交感张力, 诱发或加重心动过缓, 从而可能增加三叉神经-心脏反射(TCR)的发生风险[31]。目前, 右美托咪定在 PBC 术中是否真正增加 TCR 发生率及其严重程度, 仍缺乏足够的高质量临床证据, 其应用价值与安全性尚需通过设计严谨的对照研究进一步验证。

**Table 1.** Comparison of relevant indicators of percutaneous balloon compression under different anesthetic approaches  
**表 1.** 不同麻醉方式下经皮球囊压迫术相关指标对比

	全身麻醉 (General Anesthesia)	局部麻醉 + 镇静 (MAC)	单纯局部麻醉 (Local Anesthesia)
三叉神经- 心脏反射(TCR) 发生率	术中无法观察临床症状, 但生理监测显示发生率较高。有研究显示, 全麻术中 83%~97.3%的患者出现 TCR [15] [16]。	不同的药物对于 TCR 的发生率影响较大。目前并无广泛认可的方式。	发生率较低, 有研究显示, 局麻术中 5%~15%的患者出现 TCR [15] [25] [33]。
患者满意度 评分	较高。患者术中无疼痛记忆, 舒适度高。	良好。总体疗效确切, 术后即刻疼痛完全消失率可达 100%。术后 6 个月随访总疗效可达 98.5% [34]。	未明确评分。虽然手术可行, 但穿刺及压迫时患者偶有一定程度的疼痛(VAS 评分 $\geq 3$ 分), 但均可耐受手术[25]。
手术时长	通常为 25~55 分钟, 根据不同的辅助操作设备如 CT、C 臂、DSA 等及术者穿刺经验, 手术时间波动幅度较大[15]。	略长于单纯局部麻醉。因涉及术中唤醒、与患者交流确认疗效, 操作时间相对延长。	通常为 15~45 分钟, 无需全身麻醉前的相关操作, 可以减少整体手术时间[15]。
住院时间	短。通常为 2~5 天。多数医院报道术后第 2 天出院, 部分报道平均 5 天。	短。与单纯局部麻醉类似。	未明确。但作为微创手术, 预计住院时间也较短。

研究表明, 相较于深度麻醉, 在浅麻醉状态下实施 PBC 手术时, TCR 的发生频率显著升高[32], 这一发现提示, 在 MAC 模式下进行 PBC, 麻醉深度的把控尤为关键: 镇静过浅易诱发 TCR, 过深则可能抑制循环、影响气道安全。因此, 术者与麻醉医师需在确保患者术中舒适、手术操作顺利的同时, 兼顾血流动力学稳定与呼吸功能保护。这种多目标平衡对镇静镇痛药物的药理学特性提出了极高要求, 理想药物应具备起效迅速、可控性强、对呼吸循环影响轻微且具备一定抗 TCR 潜力的综合优势。

#### 4. 小结

PBC 因其微创、安全、恢复快等独特优势, 正逐步在临床中得到推广应用。然而, 术中因穿刺及球囊压迫所致的剧烈疼痛, 以及 TCR 所诱发的血流动力学剧烈波动, 始终是该术式麻醉管理的核心难点。目前, 全身麻醉仍是 PBC 最主流的麻醉方式, 但随着手术技术的不断优化、影像引导手段的持续革新以及镇静镇痛药物的推陈出新, 局部麻醉及监测下麻醉管理(MAC)在 PBC 中的应用日益增多。值得强调的是, 上述麻醉方式各有其优势与局限, 并无绝对的“最优方案”, 见表 1。麻醉医师应在充分评估患者年龄、基础疾病、气道条件、手术预期及耐受能力的基础上, 遵循个体化原则, 审慎权衡风险与获益, 为每一位患者制定最适宜、最安全的麻醉策略。

#### 参考文献

- [1] Colloca, L., Ludman, T., Bouhassira, D., Baron, R., Dickenson, A.H., Yarnitsky, D., *et al.* (2017) Neuropathic Pain. *Nature Reviews Disease Primers*, **3**, Article No. 17002. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.2>
- [2] Ashina, S., Robertson, C.E., Srikiatkachorn, A., Di Stefano, G., Donnet, A., Hodaie, M., *et al.* (2024) Trigeminal Neuralgia. *Nature Reviews Disease Primers*, **10**, Article No. 39. <https://doi.org/10.1038/s41572-024-00523-z>
- [3] Bendtsen, L., Zakrzewska, J.M., Abbott, J., Braschinsky, M., Di Stefano, G., Donnet, A., *et al.* (2019) European Academy of Neurology Guideline on Trigeminal Neuralgia. *European Journal of Neurology*, **26**, 831-849. <https://doi.org/10.1111/ene.13950>
- [4] Franssen, P. (2012) Cost-Effectiveness in the Surgical Treatments for Trigeminal Neuralgia. *Acta Neurologica Belgica*, **112**, 245-247. <https://doi.org/10.1007/s13760-012-0095-0>
- [5] 郑宇, 万丽. 三叉神经痛的临床治疗进展[J]. 中华疼痛学杂志, 2024, 20(3): 469-474.
- [6] Mullan, S. and Lichtor, T. (1983) Percutaneous Microcompression of the Trigeminal Ganglion for Trigeminal Neuralgia. *Journal of Neurosurgery*, **59**, 1007-1012. <https://doi.org/10.3171/jns.1983.59.6.1007>
- [7] 沈兴模, 朱亚文. 卵圆孔穿刺术解剖与临床研究进展[J]. 解剖与临床, 2012, 17(2): 167-169.
- [8] Xia, Y., Yu, G., Min, F., Xiang, H., Huang, J. and Leng, J. (2022) The Focus and New Progress of Percutaneous Balloon Compression for the Treatment of Trigeminal Neuralgia. *Journal of Pain Research*, **15**, 3059-3068. <https://doi.org/10.2147/jpr.s374433>
- [9] Chowdhury, T., Mendelowith, D., Golanov, E., Spiriev, T., Arasho, B., Sandu, N., *et al.* (2015) Trigemino-cardiac Reflex: The Current Clinical and Physiological Knowledge. *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*, **27**, 136-147. <https://doi.org/10.1097/ana.0000000000000065>
- [10] Schaller, B. and Chowdhury, T. (2020) The Trigemino-cardiac Reflex and Implications for Neuroanesthesia. *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*, **33**, 5-7. <https://doi.org/10.1097/ana.0000000000000735>
- [11] Meuwly, C., Chowdhury, T., Sandu, N., Golanov, E., Erne, P., Rosemann, T., *et al.* (2017) Definition and Diagnosis of the Trigemino-cardiac Reflex: A Grounded Theory Approach for an Update. *Frontiers in Neurology*, **8**, Article No. 533. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00533>
- [12] 张焕焕, 张延红. 老年患者行三叉神经半月节球囊压迫术诱发自主神经反射致心脏停搏一例报告[J]. 北京医学, 2024, 46(3): 255-258.
- [13] 肖玉花, 曹丽君. 经皮球囊压迫术中三叉神经心反射的研究进展[J]. 临床麻醉学杂志, 2025, 41(1): 89-93.
- [14] 侯琪. 全麻三叉神经微球囊压迫术中的血流动力学变化[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2019: 52.
- [15] Wang, H., Lu, J., Cheng, Y., He, L., Dou, Z., Zhao, W., *et al.* (2025) Comparative Analysis of Efficacy and Safety of Trigeminal Ganglion Balloon Compression for Trigeminal Neuralgia under Regional and General Anesthesia: A Retrospective Cohort Study. *World Neurosurgery*, **198**, Article ID: 123973. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2025.123973>

- [16] Lv, W., Hu, W., Chi, L. and Zhang, L. (2022) Factors That May Affect Recurrence of Trigeminal Neuralgia after Percutaneous Balloon Compression. *Journal of Clinical Neuroscience*, **99**, 248-252. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2022.03.022>
- [17] Li, M., Jiang, X. and Niu, C. (2020) Efficacy of and Risk Factors for Percutaneous Balloon Compression for Trigeminal Neuralgia in Elderly Patients. *British Journal of Neurosurgery*, **35**, 280-284. <https://doi.org/10.1080/02688697.2020.1787341>
- [18] Wang, C., Guan, Z., Wang, Q., Zhang, J., Ma, Y. and Zhao, P. (2019) The Effect of Depth of Anesthesia on Hemodynamic Changes Induced by Therapeutic Compression of the Trigeminal Ganglion. *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*, **32**, 344-348. <https://doi.org/10.1097/ana.0000000000000612>
- [19] Zhang, H., He, J., Du, Y., Liu, M. and Li, J. (2023) Prolonged Asystole Induced by Trigemino-cardiac Reflex Accompanied with Abnormal Heart Rate Variability during Percutaneous Balloon Compression: A Case Report. *Journal of International Medical Research*, **51**, 1-6. <https://doi.org/10.1177/03000605221148618>
- [20] 聂超然, 李京生, 高鑫, 等. 七氟烷对经皮穿刺微球囊压迫治疗老年原发性三叉神经痛患者三叉神经心脏反射的影响[J]. 北京医学, 2022, 44(3): 253-256.
- [21] Long, D., Chen, K., Li, Y., He, P., Li, X., Qin, X., et al. (2024) Comparison of Remimazolam and Propofol for Intravenous Anesthesia on Trigemino-cardiac Reflex in Percutaneous Balloon Compression for Trigeminal Neuralgia: A Randomized Controlled Trial. *Drug Design, Development and Therapy*, **18**, 5225-5237. <https://doi.org/10.2147/dddt.s473700>
- [22] 李兴可, 鲁明, 赵绍云, 等. 唤醒麻醉联合三维重建影像辅助下 PMC 治疗原发性三叉神经痛的疗效[J]. 中国临床神经外科杂志, 2020, 25(8): 500-502.
- [23] 王尚军. CT 定位神经导航下微球囊压迫治疗三叉神经痛的临床疗效分析[J]. 医药前沿, 2021, 11(16): 8-10.
- [24] Zhang, W., Zhao, C., Shen, Y., Xing, Y. and Luo, F. (2023) Efficacy and Safety of Computed Tomography-Guided Percutaneous Balloon Compression for Trigeminal Neuralgia Secondary to Vertebrobasilar Dolichoectasia. *Neurosurgical Review*, **46**, Article No. 112. <https://doi.org/10.1007/s10143-023-02019-y>
- [25] 苗杨, 何垒, 董道松, 等. 局部麻醉下经皮穿刺球囊压迫治疗原发性三叉神经痛的方案选择[J]. 中国医科大学学报, 2025, 54(2): 161-166.
- [26] 卢洁, 程余意, 王宏岩, 等. 区域麻醉下三叉神经节球囊压迫术的安全性和有效性分析[J]. 中国疼痛医学杂志, 2025, 31(2): 102-109.
- [27] Ghisi, D., Fanelli, A., Tosi, M., et al. (2005) Monitored Anesthesia Care. *Minerva Anestesiologica*, **71**, 533-538.
- [28] Huang, B., Lin, H., Yao, M., et al. (2024) Technique of Awake Computed Tomography-Guided Percutaneous Balloon Compression of the Gasserian Ganglion for Trigeminal Neuralgia. *Pain Physician Journal*, **27**, E619-E626. <https://doi.org/10.36076/ppj.2024.7.e619>
- [29] Xi, L., Liu, X., Shi, H., Han, W., Gao, L., Wang, L., et al. (2024) Efficacy and Safety of Computed Tomography-Guided Percutaneous Balloon Compression under Local Anesthesia for Recurrent Trigeminal Neuralgia: A Prospective Study. *Pain Research and Management*, **2024**, Article ID: 8885274. <https://doi.org/10.1155/2024/8885274>
- [30] Nishizawa, T., Suzuki, H., Sagara, S., Kanai, T. and Yahagi, N. (2014) Dexmedetomidine versus Midazolam for Gastrointestinal Endoscopy: A Meta-Analysis. *Digestive Endoscopy*, **27**, 8-15. <https://doi.org/10.1111/den.12399>
- [31] Bayard, D., Lersch, F., Ugen, G. and Schaller, B. (2022) Atypical Trigemino-cardiac Reflex during Intranasal Dexmedetomidine Sedation of a 6-Month-Old Premature Baby. *BMJ Case Reports*, **15**, e247292. <https://doi.org/10.1136/bcr-2021-247292>
- [32] Meuwly, C., Chowdhury, T., Sandu, N., Reck, M., Erne, P. and Schaller, B. (2015) Anesthetic Influence on Occurrence and Treatment of the Trigemino-Cardiac Reflex: A Systematic Literature Review. *Medicine*, **94**, e807. <https://doi.org/10.1097/md.0000000000000807>
- [33] Tibano, A.T., de Siqueira, S.R.D.T., da Nóbrega, J.C.M. and Teixeira, M.J. (2010) Cardiovascular Response during Trigeminal Ganglion Compression for Trigeminal Neuralgia According to the Use of Local Anesthetics. *Acta Neurochirurgica*, **152**, 1347-1351. <https://doi.org/10.1007/s00701-010-0664-z>
- [34] 任玉娥, 韩文彪, 杜玉敏, 等. 清醒状态三叉神经节阻滞下 CT 引导经皮微球囊扩张压迫术治疗原发性三叉神经痛的安全性与疗效[J]. 中华疼痛学杂志, 2020, 16(1): 30-35.