

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 *

夏英华 闵飞祥 余 桂 冷景兴 杨 宇 钟凤英 向 晖[△]
(江西省人民医院(南昌医学院第一附属医院) 神经外科, 南昌 330006)

摘 要 目的: 比较球囊压迫术 (percutaneous balloon compression, PBC) 与微血管减压术 (microvascular decompression, MVD) 治疗原发性三叉神经痛 (primary trigeminal neuralgia, PTN) 的临床疗效。**方法:** 选取 2018 年 7 月至 2020 年 12 月在江西省人民医院接受住院治疗的 119 例 PTN 病人, 其中接受 MVD 手术 66 例 (MVD 组), 接受 PBC 手术 53 例 (PBC 组), 并进行了至少 2 年的随访。每例病人在术前接受 3.0 Tesla 磁共振成像, 以获得三维飞行时间序列 (3D-TOF)。之后按照 MRI 的检查结果, 通过 3DSlicer 软件对所有纳入研究的病人进行三维重建, 并按照压迫程度分为 I、II、III 型, 将其与性别、年龄、侧别、发病区域、是否有糖尿病、高血压、发病时长一起纳入 MVD 和 PBC 的术后 COX 比例风险回归模型进行多因素风险分析。通过 ROC 曲线验证风险因素与预后的相关性, 对 PTN 病人进行亚组分析, 根据 COX 回归模型和 Kaplan-Meier 曲线评估预后结果。**结果:** MVD 组的立即缓解率为 92.4%, 复发率为 11.5%, 3 年内总体缓解率为 81.8%; PBC 组的立即缓解率为 96.2%, 复发率为 21.6%, 3 年内总体缓解率为 75.5%; 通过卡方检验比较, 发现 MVD 和 PBC 在术后立即缓解率、复发率、3 年内总体缓解率上差异均无统计学意义。MVD 的多因素 COX 回归模型提示: 血管压迫程度与 MVD 的预后明显相关; PBC 的多因素 COX 回归模型结果显示: 血管压迫程度与 PBC 的预后无关。基于血管压迫程度对 PTN 病人进行亚组分析, COX 回归模型和 Kaplan-Meier 曲线结果显示: 对于 I 型 (无明确血管压迫) PTN 病人来说, MVD 和 PBC 的预后无明显差异, 对于 II + III 型 (有明确血管压迫) PTN 病人来说, MVD 的预后优于 PBC。**结论:** 血管压迫程度对上述两种手术方式所取得的手术效果有影响, 对于 I 型 PTN 病人而言, PBC 与 MVD 的术后无明显差异; 对于 II + III 型 PTN 病人而言, MVD 的预后明显优于 PBC, 对于不同病人的手术方式选择, 血管压迫程度是一个重要因素。**关键词** 球囊压迫术; 微血管减压术; 典型三叉神经痛; 血管压迫程度; 手术效果

Comparison of balloon compression and microvascular decompression in the treatment of primary trigeminal neuralgia *

XIA Ying-hua, MIN Fei-xiang, YU Gui, LENG Jing-xing, YANG Yu, ZHONG Feng-ying, XIANG Hui[△]

(Department of Neurosurgery, People's Hospital of Jiangxi Province (The First Affiliated Hospital of Nanchang Medical College), Nanchang 330006, China)

Abstract Objective: To compare the clinical efficacy of percutaneous balloon compression (PBC) and microvascular decompression (MVD) in the treatment of primary trigeminal neuralgia (PTN). **Methods:** Total of 119 patients with PTN who were hospitalized at Jiangxi Provincial People's Hospital from July 2018 to December 2020 were included. Among them, 66 patients received MVD treatment, and 53 patients underwent PBC treatment. All patients were followed up for a minimum of 2 years. All the patients underwent 3.0 Tesla magnetic resonance imaging before surgery to obtain 3D time series of flight (3D-TOF). Three-dimensional (3D) reconstruction by 3DSlicer software was used to detect the level of compression. Based on the degree of compression, patients were divided into types I, II and III. The postoperative COX proportional-hazards regression model of MVD and PBC included the degree of compression, gender, age,

* 基金项目: 江西省卫生健康委员会科技计划 (202110010)

[△] 通信作者 向晖 xianghui1991@163.com



side, lesion location, diabetes mellitus, hypertension, and disease course. Receiver operating characteristic (ROC) curves were used to evaluate the correlation between risk factors and prognosis. Subgroup analysis of PTN patients was performed, and COX regression model and Kaplan-Meier (KM) curve were used for evaluating the prognosis. Finally, subgroup analysis was performed on PTN patients, and the prognostic results were evaluated based on the COX regression model and Kaplan-Meier curve. **Results:** In the MVD group, the immediate postoperative remission rate was 92.4%, the recurrence rate was 11.5%, and the overall response rate within 3 years was 81.8%. In the PBC group, the immediate postoperative remission rate was 96.2%, the recurrence rate was 21.6%, and the overall response rate within 3 years was 75.5%. Chi-square test showed no significant differences in immediate postoperative remission rate, recurrence rate, and overall remission rate within 3 years between the two groups. The multivariate COX regression model indicated that the degree of vascular compression significantly correlated with the prognosis of patients in the MVD group, whereas it showed no association with the prognosis of patients in the PBC group. Subgroup analysis of PTN patients was performed based on the degree of vascular compression. The COX regression model and Kaplan-Meier curve showed no significant difference in prognosis between MVD and PBC therapy in type I (no definite vascular compression) PTN patients, while patients treated with MVD had a better prognosis than those treated with PBC in type II + III (definite vascular compression) subgroups. **Conclusion:** For patients with type I PTN, there was no significant difference in therapeutic effect between PBC and MVD therapy. For patients with type II + III, those who underwent MVD treatment demonstrated a significantly better prognosis compared with those who received PBC treatment. The degree of vascular compression is an important factor in the selection of surgical methods for different patients.

Keywords percutaneous balloon compression; microvascular decompression; typical trigeminal neuralgia; degree of vascular compression; operative effect

三叉神经痛是三叉神经分布区内反复发作的
单侧短暂电击样疼痛, 突发突止, 由无害刺激引
起, 为最常见的颅面神经痛, 给病人带来极大痛
苦, 随着病程的延长, 疼痛发作频率不断增加, 严
重影响病人的生活质量^[1]。三叉神经痛是一种尚未
明确病因的慢性神经病理性疼痛, 年发病率约为
4.3/100,000, 女性略高于男性, 多见于中老年人。
在疾病的初期, 使用钙通道阻滞剂(如卡马西平等)
药物能够有效的缓解疼痛, 但随着病程的进展, 疼
痛发作越来越频繁、程度越来越剧烈并且药物难以
控制, 因此需要有效的外科方式干预。微血管减压
术(microvascular decompression, MVD)已成为治疗
三叉神经痛的首选手术方法。球囊压迫术(percuta-
neous balloon compression, PBC)通过压迫半月神经节
在节前部分损伤三叉神经以达到治疗疼痛的目的,
同时还能保留部分感觉功能。虽然 PBC 术后会有
面部麻木感, 但麻木感大多不会影响病人以后的日
常生活, 多数病人对此功能耐受。此外 PBC 操作
简便、没有开颅风险、即时疼痛缓解率高、手术
时间短且能够重复进行, 因此也受到越来越多病
人的选择。然而, 由于国内外尚缺乏 PBC 长期疗
效的数据, 也鲜有关于两种手术治疗效果对比以及

各自预后因素探讨的研究。因此, 本研究通过对两
种手术预后因素的预测, 并使用 3DSlicer 对血管神
经关系的重建, 细化病人分型, 通过亚组分析的方
法比较 PBC 和 MVD 对原发性三叉神经痛(primary
trigeminal neuralgia, PTN)病人的疗效差异。本研究
首次从血管压迫参数的角度比较 MVD 和 PBC 的术
后疗效, 帮助 PTN 病人选择合适的手术方式, 降低
预后风险。

方 法

1. 一般资料

本研究通过江西省人民医院伦理委员会审核
[伦理批号 QT2023(009)], 选取 2018 年 7 月至 2020
年 12 月在江西省人民医院住院接受 PBC 和 MVD 治
疗的 PTN 病人。

纳入标准: ①按照国际头痛疾病国际分类诊断
标准诊断为 PTN 病人; ②术前应用卡马西平、奥卡
西平等药物治疗无效或不耐受, 要求手术治疗的病
人; ③初次接受手术治疗的病人。

排除标准: ①继发性三叉神经痛; ②既往已经
接受过三叉神经外科手术治疗的病人(如 PBC、射

频、MVD)。

所有病人术前均常规进行三叉神经磁共振水成像以及 3D-TOF-MRA 序列检查以明确诊断和神经血管关系,根据纳入和排除标准,最终共纳入 119 例病人,其中接受 MVD 手术的 66 例(MVD 组),接受 PBC 手术的 53 例(PBC 组)。为了更为直观的评估三叉神经和血管之间的空间位置关系,术前通过 3DSlicer 软件对所有病人 3D-TOF 序列的影像数据进行三维重建(见图 1),之后按照分级标准将其分为 I 级、II 级和 III 级。I 级表明神经附近没有任何血管,或者有血管在附近但没有直接接触;II 级表示血管压迫神经,但不足以扭曲神经;III 级表示血管扭曲了神经的正常走行(见表 1)。

2. 手术方法

MVD 手术过程:病人在全身麻醉下取健侧卧位,从乙状窦后入路进入、在耳后取约 4~5 cm 的直切口,开直径约 1.5~2 cm 的骨窗,之后切开硬脑膜缓慢释放部分脑脊液,轻柔牵开小脑,暴露术区。在显微镜下探查,找出责任血管,之后将责任血管推离神经,置入特氟龙棉,使血管不再回位,恢复神经自然走行,以到达减压的目的。最后逐层缝合硬膜,关颅。

PBC 手术过程:病人在全身麻醉下仰卧位,首

先在病人口角外侧约 2.5 cm 处(另外两个参考点位于同侧外耳道前方 3 cm 处和瞳孔下方 1 cm 处)用穿刺针经皮缓慢刺入卵圆孔(针和卵圆孔的相对位置通过 C 形臂 X 线确定)。在穿刺过程中,穿刺针不能刺穿口腔黏膜,否则会造成污染。取侧位 X 线片上卵圆孔的外口处刺入,之后导入球囊。将球囊置入 Meckel's 腔后(球囊的位置以球囊导管末端标记超出斜坡线 0.5 cm 为宜),缓慢注入造影剂,充盈球囊至满意的“梨”形,然后验证球囊的位置和形状。如果球囊不具备良好的形状,调整针的角度和位置,以获得理想的“梨”形球囊。球囊压迫约 3 分钟后,抽出造影剂,取出导管,按压穿刺部位 5~10 分钟。

3. 随访及观察指标

随访:两组病人均进行了 2~5 年的随访。采用门诊随访及电话随访的方式进行,记录病人术后疼痛是否立即缓解,术后 1 年、2 年、3 年、5 年时的疼痛评估,复发及复发时间,术后并发症等相关数据。

疼痛评估采用巴罗神经学研究所 (Barrow neurological institute, BNI) 疼痛强度量表评分, I 级:疼痛完全缓解,不需要任何药物; II 级:偶有疼痛不需要药物治疗; III 级:有时疼痛服药后可完全控制;

表 1 血管神经压迫程度分级
Table 1 Classification of degree of vascular and nerve compression

	I	II	III
血管和神经是否有接触 Contact between blood vessels and nerves	否 (No)	是 (Yes)	是 (Yes)
血管是否扭曲神经 Nerve distortion	否 (No)	否 (No)	是 (Yes)

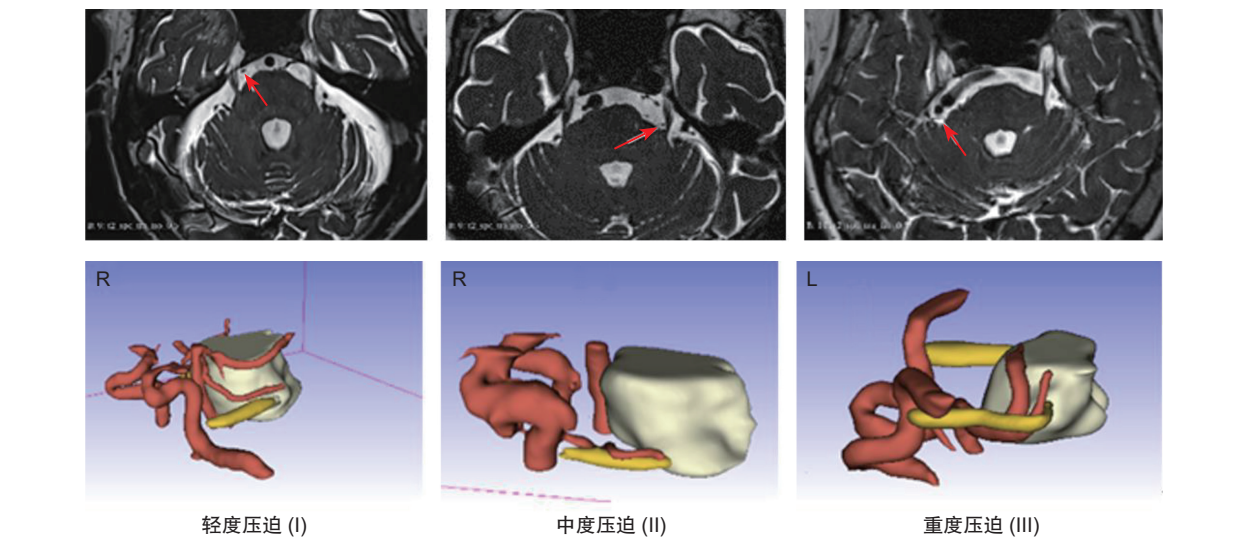


图 1 血管神经压迫程度分级影像表现及 3DSlicer 重建后表现
Fig. 1 Imaging manifestations of vascular and nerve compression grading and 3DSlicer reconstruction



IV 级：仍有疼痛，药物治疗不能完全控制；V 级：疼痛持续，无缓解。I-II 级为治愈， $\leq$ III 级为有效，IV-V 级为无效。

4. 统计学分析

数据分析均使用统计学软件 SPSS Statistics 27.0.1 进行统计分析。分类变量计数用百分比表示，连续变量用四分位数表示，测量数据以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm SD$) 表示。分类变量采用皮尔逊卡方检验或 Fisher 精确概率法，连续变量采用 Mann-Whitney U 检验或 t 检验用于比较组间差异。首先对 MVD 和 PBC 的术后立即缓解率、术后复发率、3 年内总体缓解率进行差异分析，统计方法为卡方检验或 Fisher 精确概率法。之后采用 COX 比例风险回归模型分别评估 MVD 和 PBC 的预后风险因素，结局用 3 年内总体缓解率表示，记录其 HR 值和 P 值，并通过 ROC 曲线进一步验证其相关性。随后对血管压迫程度的亚组进行分析，统计方法采用 COX 比例风险回归模型。最后通过 Kaplan-Meier 曲线分析 MVD、PBC 以及血管压迫程度亚组的生存预后。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

1. 两组基线数据比较

根据组间差异分析结果，PBC 组和 MVD 组术前年龄、发病时长、性别、侧别、是否有高血压、糖尿病、发病区域、血管压迫程度等一般资料比较差异无统计学意义（见表 2）。

2. MVD 和 PBC 术后疗效和复发时间比较

PBC (96.2%) 与 MVD (92.4%) 的术后立即缓解率差异无统计学意义 ($\chi^2 = 0.234, P = 0.628$)；PBC (21.6%) 与 MVD (11.5%) 的复发率无显著差异 ($\chi^2 = 2.098, P = 0.198$)。为了客观评价两者手术的疗效，评估两者 3 年总体缓解率（即 3 年内无复发且手术后疼痛缓解的病人），结果发现 PBC 组和 MVD 组的总体缓解差异无统计学意义（见表 3）。表明 PBC 和 MVD 均是治疗 PTN 的有效手术方式。MVD 平均在 (41.1 ± 0.5) 月后复发，PBC 平均在 (36.0 ± 1.8) 月后复发，且 MVD (40.2 ± 1.0) 月的平均总体缓解时间大于 PBC (35.1 ± 2.0) 月，差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。

3. MVD 组 3 年内总体缓解率的多因素风险分析

在进行统计分析前，为了量化数据，通过四分法对年龄进行分组。通过多因素 COX 比例风险回归模型评估 MVD 组的 3 年内总体缓解率，结果发现

血管压迫程度与 MVD 的预后高度相关 ($P = 0.005$)，其中 II 型的 HR = 0.062，95% CI (0.010, 0.383)， $P = 0.003$ ，III 型的 HR = 0.066，95% CI (0.086, 0.086)， $P = 0.028$ ，结果显示 II 和 III 型相对于 I 型的 PTN 病人而言有着更好的预后。而性别、年龄、侧别、发病区域，是否有糖尿病、高血压，发病时长均与 MVD 的预后无关（见表 4）。

4. PBC 组 3 年内总体缓解率的多因素风险分析

多因素 COX 比例风险回归模型结果显示，血管压迫程度、性别、年龄、侧别、发病区域，是否有糖尿病、高血压，发病时长均与 PBC 的预后无关（见表 4）。

5. 亚组分析

根据 COX 比例风险回归风险分析结果显示，血管压迫程度与 MVD 的预后明显相关，而与 PBC 无关。这表明血管压迫程度可能与手术方式（PBC 和 MVD）两者存在交互作用，因此为了进一步探讨 PTN 病人的亚组人群（血管压迫程度）与手术方式（PBC 和 MVD）是否存在潜在联系，对其进行了亚组分析。将 PTN 病人按照三叉神经是否有明确血管压迫，分为 I 型和 (II + III) 型，并对这两组亚型人群的 3 年内总体缓解率重新进行多因素风险评估。结果发现，在 I 型 PTN 病人中 MVD 和 PBC 的预后并无明显差异（见表 5），而在 (II + III) 型病人中 PBC 的预后风险明显高于 MVD，HR = 5.464，95% CI (1.286, 23.215)， $P = 0.021$ ，见表 6。(II + III) 型病人的 ROC 曲线表明，手术方式与 (II + III) 型病人的 3 年内总体缓解率相关 ($AUC = 0.670, P = 0.045$)，见图 2。

讨 论

三叉神经痛是一种反复发作、呈电击样刺痛、令病人十分痛苦的慢性神经病理性疼痛。回顾历史，三叉神经痛最早在 1671 年首次详细描述，随后在 1677 年由 John Locke 医生进行了更为全面的补充，随着时间的推移，三叉神经痛被更多的学者关注，最终 1934 年神经外科医生 Dandy 发现血管压迫神经是三叉神经痛的病因^[2]。根据文献报道，三叉神经痛最常引起三叉神经第二（上颌）或第三（下颌）分支分布区域内的疼痛，右侧发病率高于左侧^[3]，这与本研究结果基本一致。根据 Sindou 等^[3]最近的研究发现三叉神经根部受压的位置不同与疼痛分布之间存在关联。本研究为了客观比较 MVD 组和 PBC 组的手术疗效，在进行多因素分析前，使用 t

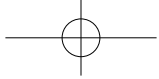


表 2 PBC 组和 MVD 组基线数据比较

Table 2 Comparison of baseline information between PBC group and MVD group

	PBC 组 PBC group (n = 53)	MVD 组 MVD group (n = 66)	P 值 P value
性别 Gender			0.32 ^a
女性 Female	29 (54.7%)	36 (54.5%)	
男性 Male	24 (45.3%)	30 (45.5%)	
年龄 (岁) Age (Years)	66.1 ± 12.5	64.5 ± 10.6	0.45 ^d
发病时长 (月) Duration (Months)	70.3 ± 79.8	54.6 ± 49.5	0.19 ^f
侧别 Sides			0.13 ^a
左 Left	24 (45.3%)	39 (59.1%)	
右 Right	29 (54.7%)	27 (40.9%)	
发病区域 Area			0.97 ^b
V1	9 (17.0%)	11 (16.7%)	
V2	11 (20.8%)	12 (18.2%)	
V3	14 (6.4%)	17 (25.8%)	
V1, V2	4 (7.5%)	8 (12.1%)	
V2, V3	8 (5.1%)	11 (16.7%)	
V1, V2, V3	7 (13.2%)	7 (10.6%)	
血管压迫程度 Degree of vascular compression			0.804 ^a
I	16 (30.2%)	17 (25.8%)	
II	25 (47.2%)	35 (53.0%)	
III	12 (22.6%)	14 (21.2%)	
高血压 Hypertension			0.64 ^a
是 Yes	5 (9.4%)	8 (12.1%)	
否 No	48 (90.6%)	58 (87.9%)	
糖尿病 Diabetes			0.816 ^a
是 Yes	8 (15.1%)	11 (16.7%)	
否 No	45 (84.9%)	55 (83.3%)	
并发症 Complication			
面部麻木 Facial numbness	4 (7.5%)		
脑脊液漏 cerebrospinal fluid leak		2 (1.5%)	
死亡 Death	0	0	

^a 表示 Pearson 卡方; ^b 表示连续性修正; ^c 表示 Fisher 确切概率法; ^d 表示非参数 Mann-Whitney U 检验; ^e 表示 t 检验 (Student's *t*-test)
^a Pearson chi square; ^b Continuity correction; ^c Fisher's exact probability method; ^d Non parametric Mann-Whitney U-test; ^e *t*-test.

表 3 PBC 组和 MVD 组疼痛缓解率及复发率

Table 3 Pain relief and recurrence rates in PBC group and MVD group

	PBC 组 PBC group (n = 53)	MVD 组 MVD group (n = 66)	χ^2	P 值 P value
术后立即缓解率 (n, %) Immediate relief rate	51 (96.2%)	61 (92.4%)	0.234	0.628 ^b
复发率 (n, %) Recurrence	11 (21.6%)	7 (11.5%)	2.098	0.198 ^a
3 年内总体缓解率 (n, %) Overall relief rate	40 (75.5%)	54 (81.8%)	0.713	0.398 ^a

^a 表示 Pearson 卡方; ^b 表示连续性修正; ^c 表示 Fisher 确切概率法 (Fisher's exact test)
^a Pearson chi square; ^b Continuity correction; ^c Fisher's exact probability method.

检验和卡方检验对人口基线特征因素进行对比, 如年龄、发病区域、发病时长、血管压迫程度、性别、是否有高血压、糖尿病, 发现两组所有人口特征并无差异。

对于有明显责任血管的 TN 病人而言, MVD 是首选的外科治疗方式^[4]。然而, 尽管相比有明确血管压迫的 PTN 病人, 无明确血管压迫的 PTN 病

人 MVD 术后的预后较差, 但 MVD 仍对大部分无明确血管压迫的 TN 病人有效^[5]。近年来, PBC 逐渐成为一种更流行的针对 TN 的治疗方法^[6]。一项比较 PBC 和 MVD 预后的荟萃分析表明, 两者在总体疼痛缓解率、复发率等方面差异无统计学意义^[7], 这与本研究一致, MVD 的立即缓解率为 92.4%, PBC 的立即缓解率为 96.2%, 两者通过卡方检验

表 4 MVD 组及 PBC 组 3 年内总体缓解率的多因素分析
Table 4 Multivariate analysis of overall response rate within 3 years in MVD group and PBC group.

因素 Variable	MVD 组 MVD group (n = 66)			PBC 组 PBC group (n = 53)		
	HR	95% CI	P	HR	95% CI	P
年龄 (岁) Age (Years)			0.483			0.053
< 58	1			1		
58~66	0.748	(0.159, 3.524)	0.713	0.988	(0.133, 7.322)	0.991
67~71	0.180	(0.016, 2.072)	0.169	6.624	(1.218, 36.015)	0.029
> 71	0.407	(0.057, 2.894)	0.369	1.722	(0.246, 12.029)	0.584
性别 Gender						
男性 Male	1			1		
女性 Female	2.044	(0.404, 10.342)	0.388	0.333	(0.073, 3.748)	0.156
血管压迫程度 Degree of vascular compression			0.005			0.087
I	1					
II	0.062	(0.010, 0.383)	0.003	0.762	(0.139, 4.189)	0.755
III	0.066	(0.006, 0.747)	0.028	3.720	(0.686, 20.167)	0.128
侧别 Sides						
左 Left	1			1		
右 Right	0.508	(0.130, 1.977)	0.328	0.939	(0.235, 3.748)	0.929
发病时长 Duration/months	1.001	(0.989, 1.013)	0.855	1.001	(0.989, 1.013)	0.855
发病区域 Area	6.624	(1.218, 36.015)	0.079	6.624	(1.218, 36.015)	0.079
V1	1			1		
V2	0.357	(0.137, 6.992)	0.598	0.357	(0.137, 6.992)	0.598
V3	0.323	(0.188, 16.202)	0.982	0.323	(0.188, 16.202)	0.982
V1, V2	0.193	(0.310, 56.187)	0.625	0.193	(0.310, 56.187)	0.625
V2, V3	1.067	(0.139, 4.189)	0.282	1.067	(0.139, 4.189)	0.282
V1, V2, V3	0.237	(0.235, 3.748)	0.598	0.237	(0.235, 3.748)	0.598
高血压 Hypertension						
否 NO	1			1		
是 Yes	6.212	(0.704, 54.776)	0.100	0.984	(0.038, 25.554)	0.992
糖尿病 Diabetes						
否 NO	1			1		
是 Yes	1.087	(0.206, 5.725)	0.921	1.398	(0.155, 12.618)	0.765

表 5 I 型 PTN 病人 3 年内总体缓解率的多因素分析
Table 5 Multivariate analysis of overall response rate within 3 years in type I PTN patients

手术方式 Operation	HR	95% CI	P
MVD	1		
PBC	0.322	(0.068, 1.515)	0.152

表 6 (II + III) 型 PTN 病人 3 年内总体缓解率的多因素分析
Table 6 Multivariate analysis of overall response rate within 3 years in type (II + III) PTN patients

手术方式 Operation	HR	95% CI	P
MVD	1		
PBC	5.464	(1.286, 23.215)	0.021

比较后, 差异无统计学意义; MVD 的复发率为 11.5%, PBC 的复发率为 21.6%, 差异无统计学意义; MVD 的 3 年内总体缓解率为 81.8%, PBC 的 3 年内总体缓解率为 75.5%, 差异无统计学意义。另外, 大多数病人 PBC 术后会出现面部麻木的症状,

这种麻木感大多数病人表示可以忍受, 且对生活无明显影响, 极少数病人对麻木更为敏感, 并返院寻求治疗。

已发表的文献中 MVD 的术后立即缓解率为 91.8%±5.9%, 复发率为 18.4%±9.4%^[8,9], 5 年内

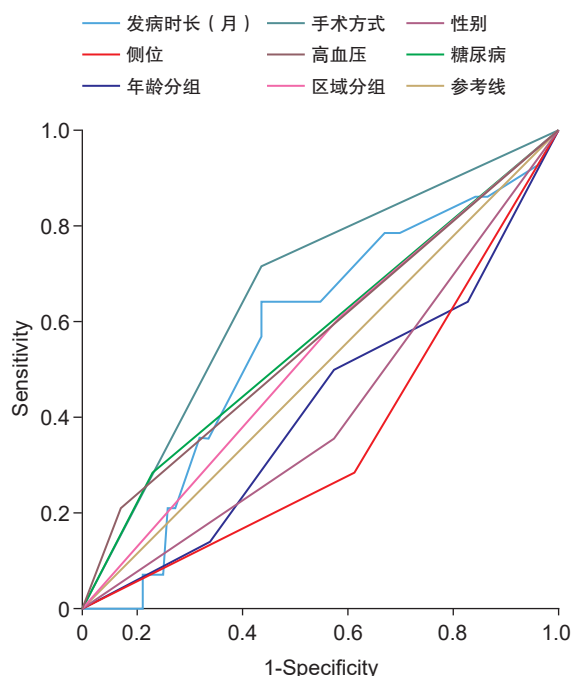


图2 (II + III) 型 TN 病人总体缓解率的 ROC 曲线

Fig. 2 ROC curve of overall response rate in (II + III) type TN patients

总体缓解率为 $76.6\% \pm 8.2\%$ [10,11], 与之相似, 在本研究中, MVD 组的立即缓解率为 92.4%, 复发率为 11.5%, 3 年内总体缓解率为 81.8%。不同文献的预后差异很大, 这可能与术者的操作经验, 责任血管的类型, 三叉神经痛的类型, 性别等因素相关。为了更为直观的评估病人术前的血管压迫程度, 展现血管神经的位置管关系, 本研究通过 3DSlicer 软件对病人的血管神经进行三维重建, 进行仔细评估, 将血管程度分为 I 型、II 型和 III 型。在多因素 COX 回归模型中, MVD 的预后与血管压迫程度明显相关, 而性别、年龄、发病区域、是否有糖尿病、高血压、发病时长与 MVD 预后无关。结果发现 I 型病人相比 II 型、III 型病人而言, HR 值最高, 预后最差。同时 I、II、III 型病人 MVD 术后的 K-M 生存曲线也验证了这一观点, 无论是从立即缓解率、复发率, 还是 3 年内总体缓解率上, I 型病人的总体缓解时间均最低。

既往文献的报道中 PBC 的立即缓解率为 $97.5\% \pm 2.1\%$ [12], 复发率为 $19.6\% \pm 0.6\%$ [13], 5 年内总体缓解率为 $80.4\% \pm 0.6\%$, 在本研究中, PBC 组的立即缓解率为 96.2%, 复发率为 21.6%, 3 年内总体缓解率为 75.5%, 基本与文献报道一致 [14-17]。与大多数学者的研究结论类似, 血管压迫程度与 MVD 组病人预后相关 [18-20], 而在多因素 COX 比例回归模

型中发现血管压迫程度与 PBC 的 3 年内总体缓解率无关。I、II、III 型病人 PBC 术后的立即缓解率和 3 年内总体缓解率的 K-M 生存曲线差异并无统计学意义, 但从术后复发率的 K-M 生存曲线上可以看出, III 型病人相比 I 型和 II 型病人要更早复发, 平均在 (29.6 ± 3.0) 月后复发。这可能是因为责任血管直径越大, 对其的压迫程度就越重, 脱髓鞘的症状就越重, 其临床预后就越差, 复发的概率越高。由于本研究样本量过少, 可能存在系统误差, 这一观点仍需进一步的研究证明。从长期总体缓解率上看, I、II、III 型病人之间 PBC 术后的预后并无明显差异, 这表明 PBC 的预后与血管压迫程度无关。

本研究 PTN 病人的亚组分析中, 通过比较 MVD 和 PBC 的预后表明, 血管压迫与 MVD 预后明显相关, 与 PBC 无关。这表明血管压迫程度可能与手术方式存在交互作用。另外, 术前影像学检查对明确诊断和神经血管走行及位置关系十分重要 [21-23], 而结合了 3DSlicer 软件重建后的神经血管关系更加一目了然, 为病人的分型提供了更加准确的依据。因此对 PTN 病人进行了亚组分析, 按照有无明显血管压迫, 将 PTN 病人分成 I 型和 (II + III) 型两组人群。通过 COX 回归模型, 结果发现在 I 型病人中, PBC 和 MVD 的 3 年内总体缓解率并无明显差异, 然而在 (II + III) 型病人中, PBC 的预后明显差于 MVD, 其 HR 值为 5.464, ROC 曲线也证明手术方式是影响 (II + III) 型病人预后的关键因素。通过对 I 型和 (II + III) 型的 K-M 曲线结果提示对于 I 型病人来说, MVD 和 PBC 的术后立即缓解率、术后复发率、总体缓解时间均无明显差异; 对于 (II + III) 型病人来说, 尽管 MVD 和 PBC 的立即缓解率无明显差异, 但 MVD 的复发要比 PBC 晚, MVD 平均在 (41.1 ± 0.5) 月后复发, PBC 平均在 (36.0 ± 1.8) 月后复发; 并且 MVD (40.2 ± 1.0) 月的平均总体缓解时间大于 PBC (35.1 ± 2.0) 月, 差异有统计学意义。

本研究与其他类似的研究相比, 具有以下优势:

①本研究通过 3DSlicer 软件对术前 PTN 病人的血管进行了三维重建, 一定程度上减少了人为因素带来的抽样误差; ②相比其他研究单一分析立即缓解率或总体缓解率, 本研究从术后立即缓解率、复发率和总体缓解全方面讨论了 MVD 和 PBC 的疗效; ③本研究首次从血管压迫程度的角度上对 PTN 病人的亚组进行了讨论, 通过 COX 回归和 Kaplan-Meier 曲线分析可知, 对于 (II + III) 型病人而言, MVD 和 PBC 的预后存在明显差异, MVD 明显优于 PBC。

本研究的局限性: ①样本量较小, 对结果有一

定的偏差；②纳入的风险因素较少，容易受到潜在风险因素的干扰；③目前的研究并未涉及 PTN 病人的其他亚组分型和手术方式的讨论，仍需进一步研究。

综上所述，对于 PTN 病人 PBC 和 MVD 均为安全有效的手术方法。对于有明确责任血管压迫的 (II + III) 型 TN 病人来说，应首选 MVD 手术治疗；而对于没有明确血管压迫的 I 型 TN 病人，MVD 和 PBC 两者无论在立即缓解率、复发率还是总体缓解率上两者均无差异，但由于 PBC 操作简便、创伤小、无需开颅等优势，PBC 或许可替代 MVD 成为 I 型 PTN 病人的首选治疗方法。

利益冲突声明：作者声明本文无利益冲突。

参 考 文 献

- [1] 张媛婧, 王稳, 刘春华, 等. 经皮微球囊压迫术和射频热凝术治疗原发性三叉神经痛的有效性和安全性研究 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2024, 30(3):183-188.
- [2] Eboli P, Stone JL, Aydin S, *et al.* Historical characterization of trigeminal neuralgia[J]. Neurosurgery, 2009, 64(6):1183-1186.
- [3] Sindou M, Brinzeu A. Topography of the pain in classical trigeminal neuralgia: insights into somatotopic organization[J]. Brain, 2020, 143(2):531-540.
- [4] Elias WJ, Burchiel KJ. Microvascular decompression[J]. Clin J Pain, 2002, 18(1):35-41.
- [5] Magown P, Ko AL, Burchiel KJ. The Spectrum of trigeminal neuralgia without neurovascular compression[J]. Neurosurgery, 2019, 85(3):E553-E559.
- [6] Zhou Y, Dou N, Liu XL, *et al.* A comparative review of the outcome following MVD and PBC in patients with trigeminal neuralgia[J]. J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg, 2023, 84(5):470-476.
- [7] Nascimento RFV, Pipek LZ, De Aguiar PHP. Is percutaneous balloon compression better than microvascular decompression to treat trigeminal neuralgia? A systematic review and meta-analysis[J]. J Clin Neurosci, 2023, 109: 11-20.
- [8] Tatli M, Satici O, Kanpolat Y, *et al.* Various surgical modalities for trigeminal neuralgia: literature study of respective long-term outcomes[J]. Acta Neurochir (Wien), 2008, 150(3):243-255.
- [9] Bederson JB, Wilson CB. Evaluation of microvascular decompression and partial sensory rhizotomy in 252 cases of trigeminal neuralgia[J]. J Neurosurg, 1989, 71(3):359-367.
- [10] Sindou M, Leston J, Howeidy T, *et al.* Micro-vascular decompression for primary trigeminal neuralgia (typical or atypical). Long-term effectiveness on pain; prospective study with survival analysis in a consecutive series of 362 patients[J]. Acta Neurochir (Wien), 2006, 148(12):1235-1245.
- [11] Klun B. Microvascular decompression and partial sensory rhizotomy in the treatment of trigeminal neuralgia: personal experience with 220 patients[J]. Neurosurgery, 1992, 30(1):49-52.
- [12] Lichtor T, Mullan JF. A 10-year follow-up review of percutaneous microcompression of the trigeminal ganglion[J]. J Neurosurg, 1990, 72(1):49-54.
- [13] Skirving DJ, Dan NG. A 20-year review of percutaneous balloon compression of the trigeminal ganglion[J]. J Neurosurg, 2001, 94(6):913-917.
- [14] 杨吉垒, 温晓霞, 王文丽, 等. 三叉神经痛的诊疗研究进展 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2023, 29(3):201-206.
- [15] 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.
- [16] 雷楠, 黄杰, 徐龙, 等. 原发性三叉神经痛的多模态结构神经影像研究进展 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2021, 27(4):287-291.
- [17] 王长明, 关占颖, 蔡长华, 等. 经皮微球囊压迫三叉神经半月节治疗三叉神经痛的研究进展 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2015, 21(4):297-300.
- [18] Araya EI, Claudino RF, Piovesan EJ, *et al.* Trigeminal neuralgia: basic and clinical aspects[J]. Curr Neuropharmacol, 2020, 18(2):109-119.
- [19] Maarbjerg S, Benoliel R. The changing face of trigeminal neuralgia-A narrative review[J]. Headache, 2021, 61(6):817-837.
- [20] Andersen ASS, Heinskou TB, Rochat P, *et al.* Microvascular decompression in trigeminal neuralgia-a prospective study of 115 patients[J]. J Headache Pain, 2022, 23(1):145.
- [21] Wang Z, Zhao Z, Song Z, *et al.* The application of magnetic resonance imaging (MRI) for the prediction of surgical outcomes in trigeminal neuralgia[J]. Postgrad Med, 2022, 134(5):480-486.
- [22] Zeng C, Zhang C, Li YH, *et al.* Recent advances of magnetic resonance neuroimaging in trigeminal neuralgia[J]. Curr Pain Headache Rep, 2021, 25(6):37.
- [23] Brinzeu A, Drogba L, Sindou M. Reliability of MRI for predicting characteristics of neurovascular conflicts in trigeminal neuralgia: implications for surgical decision making[J]. J Neurosurg, 2018, 1:1-11.