

经皮微球囊压迫半月节治疗三叉神经痛的研究进展

罗 成 综述 张 勇 罗国轩 王 墨 审校

【关键词】三叉神经痛;微球囊压迫术;认识;研究进展  
【文章编号】1009-153X(2019)06-0371-04 【文献标志码】A 【中国图书资料分类号】R 745.1<sup>+</sup>1; R 651.1<sup>+</sup>1

三叉神经痛(trigeminal neuralgia, TN)分为原发性和继发性,前者病因仍未明了,后者多继发于颅后窝占位性病变如肿瘤、动脉瘤及动静脉畸形等。目前,口服药物是首选治疗,药物治疗无效或不能耐受药物不良反应的重度病人可选择手术治疗。手术治疗主要包括微血管减压术、三叉神经感觉根切断术、三叉神经半月节射频热凝术、甘油注射、立体定向放射外科治疗等。经皮微球囊压迫(percutaneous microballoon compression, PMC)半月节治疗 TN, 可作为难治性 TN 的替代治疗。该技术操作简单、安全、创伤小、见效快、治疗效果佳。本文就 PMC 治疗 TN 的研究进展作一综述。

1 PMC 的发展史

1937 年, Lee<sup>[1]</sup>提出 TN 可能是由颅后窝神经根受压引起的。1952 年, Taarnhoj 通过分开硬脑膜和覆盖在颞骨岩部的静脉窦, 通过减压三叉神经后根, 从而使疼痛得到缓解。1955 年, Shelden 报道在卵圆孔和圆孔处用磨钻扩大骨孔, 使三叉神经周围分支神经松解, 然后进一步在神经鞘上做数条线性切口, 从而达到减压, 也达到了治疗疼痛的效果; 因此, 他认为 TN 的产生不止局限于三叉神经后根, 所以为了进一步解释该机制及简化手术, 在此基础上他进一步向前操作, 选择性压迫神经节, 也达到了预期的治疗效果, 认为蓄意的压迫比减压更持久, 并且那些经历轻微暂时麻木的病人要比没有麻木的病人有更好的预后<sup>[2]</sup>。尽管该技术完全消除了三叉神经感觉根切断术、射频热凝术、甘油注射及立体定向放射外科导致神经损伤和神经中断所带来的严重后果, 但其复发率较高, 达 30%。

为了降低 Shelden 技术治疗 TN 的复发率, Mullan 等于 1978 年开始对 Shelden 开颅压迫三叉神经半月节的术式进行了改进, 提出 PMC。80 年代初, 首次报道 PMC。发展至今, 虽然较多的外科医师发现 PMC 不像微血管减压术是针对 TN 的病因治疗, 但因该技术与其它外科技术相比, 拥有良好的临床疗效、操作简单、安全见效快, 并且在全麻下进行等优点, 近年来越来越受到青睐, 特别是对于基础疾病较多的老年病人及不能耐受开颅手术者。

我国使用 PMC 治疗 TN 的时间相对国外较晚。2000 年由辽宁省人民医院马逸将该项技术首次引入我国, 初次采用改良 Mullan 技术治疗了 274 例 TN<sup>[3]</sup>, 取得了良好的治疗效果和较低的并发症。随后在国内多家机构开展这项技术。2009 年, 俞文华等<sup>[4]</sup>初次采用该项技术治疗了 452 例顽固性 TN, 并在 2014 年报道了这一结果, 认为 PMC 是一种治疗顽固性 TN 极为有效的微创手术, 尤其是对于高危或疼痛累及第一支的病人, 经过各种手段治疗后复发的病人具有显著的优势。

2 手术操作进展

Mullan 首次提出 PMC, 全身麻醉后, 病人头后仰位, 在 X 线透视下用 4 号肝活检针经皮从嘴角外侧 1 cm 稍上处进针, 然后在 X 线透视引导下将穿刺针穿到卵圆孔, 但不能超过卵圆孔, 再经穿刺针置入 4 号 Forgarty 球囊导管至 Meckel 腔内, 球囊导管略超过穿刺针尖端 1 cm, 进一步确定其位置后向球囊内注入 50% 离子型造影剂碘肽葡胺约 0.7 ml (范围在 0.5~1.0 ml), 在侧位 X 线透视下当球囊充盈至梨形时, 停止向球囊内继续注射造影剂, 此时压迫 5~7 min, 压迫完成后抽出球囊内造影剂拔除球囊导管和穿刺针, 穿刺点压迫约 5 min, 以防止水肿形成。

目前, 我们所做的 PMC 操作是改良的 Mullan 技术, 主要在操作器械、影像工具及药物做了微小改

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2019.06.018  
作者单位: 510317 广州, 广东省第二人民医院神经外科(罗 成、张 勇、罗国轩、王 墨)

变。为了降低血管损伤发生率以及使穿刺针更顺利地进入卵圆孔, Brown 等<sup>[5]</sup>提出使用钝圆管芯针代替肝活检针。碘酞葡胺和碘海醇都属于有机碘造影剂, 但碘海醇是一种非离子造影剂, 而碘酞葡胺是一种离子型造影剂, 其化学毒性明显高于非离子型造影剂。因此用非离子型造影剂碘海醇代替碘酞葡胺, 从而减少球囊不慎破裂造影剂泄露对周围组织及神经系统造成的不良反应。随着影像设备的进步, C-臂、Dyna CT 和神经导航系统开始逐渐被用于术中指导操作<sup>[6]</sup>, 以确定球囊与 Meckel 腔的关系。在压迫时间上也由原来的 5~7 min 改为 1~3 min, 从而减少和减轻了感觉方面并发症而不降低疗效。

### 3 三叉神经相关解剖

三叉神经是十二对颅神经中最大的, 它是由一般躯体感觉纤维和特殊内脏运动纤维组成的混合性神经。经脑桥基底部和脑桥臂交界处出脑干, 在脑干侧方向前经过桥前池, 然后经岩上窦和小脑幕下方的三叉神经孔进入 Meckel 腔, 形成半月神经节, 之后分为眼神经、上颌神经、下颌神经等三支分别离开中颅窝。第 I、II 支是感觉神经, 而第 III 支为三支中最大的一支, 且为混合神经, 它通过卵圆孔离开颅骨进入颞下窝。

近年来, Meckel 腔及其毗邻结构的解剖学研究备受国内外学者关注。Meckel 腔是颞骨岩尖的硬脑膜结构<sup>[7]</sup>, 是由中颅窝底两层硬脑膜裂隙形成的憩室, 是包围三叉神经根和三叉神经节的硬脑膜和蛛网膜鞘, 有上、下、前、后壁及内、外侧壁, 且均由硬脑膜构成, 其后壁不完整, 有三叉孔与桥前池相连。Meckel 腔的形状像三只手套, 它包含三叉神经的运动根和感觉根, 三叉神经池、三叉神经半月神经节及其分支。前壁和上壁与海绵窦后部的静脉间隙相邻, 外壁与中颅窝内侧壁的硬脑膜相邻, 内壁的前部与颈内动脉海绵窦段的后升部相邻, 内壁后部与邻近颞骨岩尖的骨膜相贴。第 VI 神经夹在 Meckel 腔上部和颈内动脉之间, 下部由硬脑膜和薄骨片分开, 或仅由硬脑膜分开<sup>[8]</sup>。

卵圆孔是颅底的一个椭圆形孔, 三叉神经的第三支从此出颅。其平均长度和宽度分别为 6.4 mm 和 3.2 mm。周围邻近的解剖结构较为复杂, 内侧有颈内动脉、静脉和迷走神经穿过的破裂孔; 外侧为棘孔, 有脑膜中动脉从里穿过。PMC 穿刺时, 颅底卵圆孔是必经之路, 所以其治疗效果和并发症的发生取决于卵圆孔穿刺的准确性和安全性。如穿刺不当,

可损伤周围重要结构, 导致严重的并发症。如卵圆孔过小或者穿刺角度不正确, 均会导致卵圆孔穿刺成功率下降, 穿刺失败。当卵圆孔的宽径小于 3 mm 以及卵圆孔的外口后倾时会导致穿刺困难, 使针尖无法进入, 如强迫穿刺, 则有损伤周围结构的可能。

### 3 PMC 治疗 TN 的机制及组织病理改变

因 PMC 本身所具有的优点, 有学者<sup>[7,8]</sup>认为 PMC 可取代微血管减压术而作为治疗原发性 TN 的首选治疗方案, 所以逐渐在世界范围内受到重视, 但其治疗机制暂未清楚。1963 年, Baker 等<sup>[9]</sup>报道了应用 Shelden 术式开颅压迫猫三叉神经半月节, 发现三叉神经纤维有轻、中度的变性, 神经节细胞轻度肿胀及轻度出血, 神经节内可见小圆形细胞浸润。当压迫力量进一步增大时, 可发现神经节细胞数量减少, 但该受压区域的多数细胞在细胞质和细胞核结构方面表现是正常的, 与神经节细胞缺失程度相比, 脑干内纤维变性更为明显。1978 年, Mullan 通过改良 Shelden 术式发明了 PMC。有学者应用 PMC 技术对 10 具尸体 20 侧三叉神经半月节进行了压迫处理, 观察其大体结构, 发现当球囊扩张至最大限度 (0.75~1.0 ml) 时, 硬脑膜会有一个从海绵窦外侧壁至三叉神经半月节的一个拉伸过程的区域, 该区域的面积大约为 15 mm×10 mm, 此时硬脑膜并未破裂, 三叉神经的大体结构也未发现有任何变化。Preul 等<sup>[10]</sup>通过建立 PMC 成年家兔动物模型, 发现 PMC 治疗后 7 d 轴突发生一致性肿胀和破碎, 术后 TN 的缓解归因于大的有髓神经纤维的损伤重于神经节细胞损伤。

迄今为止, 许多学者均对其治疗机制进行了研究, 大多数学者认为该手术的机制主要是选择性地损伤较大有髓神经纤维, 而无髓神经纤维不受损害。因为前者主要是传导痛觉, 而后者主要是传导角膜反射, 所以, 它在治疗第 I 支分布区域的疼痛具有独特的优势<sup>[5]</sup>。在早期, Brown 等<sup>[5]</sup>通过压迫兔三叉神经半月节后 2~3 周发现有髓神经纤维发生了脱髓鞘改变, 但神经节细胞大小无明显变化, 并且免疫组化、P 物质和降钙素等物质也未发现有任何改变。

### 4 治疗效果及其影响因素

4.1 治疗效果 Mullan 首次治疗 50 例, 0.5~4.5 年随访总有效率为 80%, 复发率为 20%。随后 Mullan 对 100 例 TN 病人行 PMC 治疗后进行了 10 年跟踪随访, 100% 获得即刻缓解, 5 年和 10 年复发率分别为 20% 和 28%, 4% 出现颜面部感觉迟钝, 无角膜炎、脑损伤



及脑血管并发症发生,据统计复发主要发生在术后第 2 年。2002 年,有文献报道应用 PMC 治疗 TN 总有效率为 88%;其中球囊形状呈“梨形”成功率为 100%;术后 3~5 个月内有 4 例复发,全部为术中球囊成形不理想者;因此他们认为球囊形状对治疗成功率和并发症类型及疼痛复发有重要意义<sup>[11]</sup>。有学者通过查阅大量文献报道,PMC 术后疼痛即刻缓解率为 93%,4 年有效率为 79%。也有学者报道,有一部分病人术后疼痛未即刻缓解,而在对症治疗观察中疼痛逐步缓解,因此称之为“延迟缓解”。李付勇等<sup>[12]</sup>报道延迟治愈率约为 78.9%,他们认为,随着神经组织学的改变,有髓神经纤维被选择性地破坏,而脱髓鞘改变是一个渐进的过程,所以导致延迟治愈的可能。对于 TN 病人在第一次 PMC 治疗或其他治疗不成功的,有学者建议可以反复应用 PMC,并仍然是安全而有效的。

**4.2 影响因素** 影响 PMC 手术疗效的主要因素取决于球囊的形状、位置、容积、压迫时间等。Mullan 发明该技术时曾描述过应将充盈至“梨形”,此时提示手术成功。但因术者的经验及病人本身等各种因素影响,大部分病人术中充盈的球囊在侧位 X 线下可呈现各种形态,如梨形、哑铃形、类梨形、圆形及椭圆形等。俞文华<sup>[13]</sup>认为术中球囊不能充盈成完美的“梨形”,主要是因为球囊导管未能准确进入 Meckel 腔,或因 Meckel 腔和卵圆孔的局部解剖变异以及既往经皮穿刺手术史(特别是射频热凝术)造成 Meckel 腔内局部粘连、瘢痕形成所致。许多学者也认为术中球囊呈梨形者,术后疼痛缓解达 100%,明显高于其他形状者,非梨形者可能未进入或未完全进入 Meckel 腔,球囊呈哑铃形说明此时已充盈过度,部分球囊通过 Meckel 腔内口(即三叉神经孔)向桥小脑角上池扩展<sup>[6]</sup>。此时,可导致第 IV 和第 VI 脑神经受压,术后出现复视及眼球运动障碍。球囊的位置目前研究较少,Asplund 等<sup>[14]</sup>根据球囊上缘与蝶鞍的距离,将球囊位置分为低位型、中位型和高位型,距离大于 0.2 cm 者为低位型,小于 0.2 cm 为中位型,而高位型球囊几乎落入鞍内。如果术中球囊位置过高可能接触外展神经从而导致复视,所以术中在透视下应尽量避免球囊主体超过斜坡。

Mullan 首先报告球囊被充盈至 0.7 ml(范围 0.5~1.0 ml),压迫 5~7 min。1996 年, Brown<sup>[5]</sup>报道了当球囊充盈至 0.75~1.0 ml 时,球囊呈梨形,此时测得压力为 459~1 273 mmHg。按理说,随着球囊体积的增加,球囊内压力也不断增加,从而不断增大对三叉神

经半月节的压迫。但是,2003 年, Lee 和 Chen<sup>[15]</sup>报道了当球囊容积一致时,微球囊在 Meckel 腔的不同位置其压力是不同的,测得麦氏腔内、卵圆孔外和后颅窝内平均压力分别为 1 204、728 和 458 mmHg,由此可见,当球囊位于 Meckel 腔内时压力最大,此时治疗效果最好。有学者提出,当压力小于 600 mmHg 时,球囊不能有效的压迫三叉神经半月节。当球囊位置准确时, Meckel 腔在一定程度上决定着球囊容积,压力也会随着容积的改变而呈现一定规律的变化。所以球囊容积扩张与 Meckel 腔大小的比率对手术治疗效果及并发症的影响有待进一步研究。

有学者对压迫时间进行了研究,发现压迫时间大于 10 min 时病人可出现严重的面部感觉障碍。Fraoli 首次将时间调整为 3~7 min,后又将时间减少至 1~2 min,发现并发症明显下降,但手术有效率并未下降。同时也有学者将时间降至 60 s,发现显著降低了颜面部感觉障碍并发症的发生率。而更长的压迫时间通常适用于长期严重疼痛、经过多次手术以及复发的病人<sup>[6]</sup>。

5 术后并发症及预防

该手术虽然较为安全,但也存在着相应的并发症。血压骤升或骤降、心动过缓、心动过速等是术中常见的并发症。Chowdhury 等<sup>[16]</sup>将这些症状称为三叉神经心脏反射(即三叉神经抑制反射),认为这是一种正常的生理调节反射。而另有学者认为可能是交感神经系统和副交感神经系统的协同激活作用<sup>[17]</sup>,但具体机制尚不清楚。这种抑制反应主要发生在穿刺针进入卵圆孔和球囊扩张时,特别是在球囊扩张时更为明显。一旦发生抑制反应,必须停止操作,以避免对神经继续刺激。一般来说,去除诱因后,抑制反应将自动缓解,无需行进一步处理。阿托品被推荐用于预防和治疗迷走神经刺激所致的心脏抑制作用,当心律、血压和氧分压恢复正常时,手术可继续进行<sup>[18]</sup>。阿托品预处理可以降低心动过缓和心搏骤停等发生率,但不能预防血压突然升高。Wang 等<sup>[19]</sup>证实当穿刺开始时静脉给予硝普钠是控制血压突然升高的有效方法。虽然三叉神经抑制反应大多数情况下可以预防及治疗,但是仍然存在着致死风险,应高度重视。

面部不同程度感觉障碍及同侧咀嚼肌无力是术后较为常见的并发症<sup>[20]</sup>,约 98.0%的病人术后出现不同程度面部感觉减退,大多在 1~2 年内恢复正常,其中 3.5%出现感觉减退伴感觉异常;术后 98.5%出现

同侧咀嚼功能减退,2~3 个月内逐渐恢复;角膜炎发生率约 0.2%,一过性展神经麻痹发生率约 1.0%,1~3 周内缓解<sup>[21,22]</sup>。有学者认为面部感觉障碍与术中球囊呈梨形有一定的相关性,术后出现面部感觉减退的病人往往有较好的治疗效果,所以面部感觉减退是手术成功治疗的重要标志。原因是三叉神经是一种具有特殊内脏运动纤维和躯体感觉纤维的混合神经,经皮穿刺时运动支会受到损伤,导致三叉神经的感觉减退和咀嚼肌无力<sup>[23]</sup>。Skirving 等<sup>[20]</sup>认为,在术中球囊呈梨形,如压迫时间超过 60 s,则术后面部感觉减退的风险增加。近年来,大多数学者将球囊压迫时间缩短为 1~1.5 min,面部感觉障碍的发生率可降至 3.8%左右,但其成功率及复发率是相同的<sup>[16]</sup>。

眼球运动障碍及复视、脑血管等并发症较为少见,仅见个案报道。Skirving 等<sup>[20]</sup>报道复视发生率为 1.6%,均为一过性,4 个月内恢复。Brown 等<sup>[24]</sup>报道 1 例一过性外展神经麻痹,原因可能在于球囊的过度扩张导致对海绵窦的压迫。李付勇等<sup>[25]</sup>报道 16 例因滑车神经麻痹导致的复视,均完全恢复,1 例最长 3 个月时恢复正常,并且该 16 例病人术中球囊形状均为哑铃型。脑血管并发症如穿刺中颈内动脉破裂出血、脑干出血及梗死、颈外动静脉系统瘘、颈内动脉海绵窦瘘、蛛网膜下腔出血等,较少见,其中大部分积极处理均治愈,极个别死于相关并发症<sup>[26,27]</sup>。

其他暂时性并发症还有疱疹性唇炎、角膜炎及溃疡、穿刺点感染等。术后口角疱疹发生率在 30.8%~35.7%,抗病毒治疗可治愈<sup>[28]</sup>。而角膜炎及溃疡、穿刺点感染非常少见。

总之,PMC 治疗 TN 是一种安全、有效的方法,特别适合老年病人及基础疾病较多不能耐受开颅或害怕开颅手术病人。卵圆孔穿刺是 PMC 治疗的前提,因此对卵圆孔解剖及穿刺设备的研究不容忽视。球囊的位置、形态、压迫时间决定手术效果及术后并发症发生率,所以确保球囊是否位于 Meckel 腔内及在 Meckel 腔内的位置至关重要,同时球囊的位置在一定程度上决定了球囊的形态,做到术中可视化,在最大程度缓解疼痛的基础上减少并发症。

【参考文献】

[1] Lee F. Trige minal neuralgia [J]. J Med Assoc Ga, 1937, 26: 431-436.  
[2] Shelden CH, Crue BL, Coulter JA. Surgical treatment of trige minal neuralgia and discussion of compression operation [J].

Postgrad Med, 1960, 27: 595-601.  
[3] 王 斌,马 逸,李岩峰,等. 三叉神经痛的微球囊压迫治疗[J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2005, 10(5): 230.  
[4] 俞文华,朱 强,董晓巧,等. 半月神经节球囊压迫术微创治疗三叉神经痛[J]. 实用医学杂志, 2014, 43(21): 3395-3397.  
[5] Brown JA, Hoeflinger B, Long PB, *et al.* Axon and ganglion cell injury in rabbits after percutaneous trige minal balloon compression [J]. Neurosurgery, 1996, 38(5): 993-1004.  
[6] 陈淑萍,丁卫华,汪 荣,等. 神经导航下半月神经节微球囊压迫术治疗三叉神经痛的临床研究[J]. 中华神经科杂志, 2013, 29(10): 1038-1041.  
[7] Montano N, Papacci F, Cioni B, *et al.* The role of percutaneous balloon compression in the treatment of trige minal neuralgia recurring after other surgical procedures [J]. Acta Neurol Belg, 2014, 114(1): 59-64.  
[8] Cheng JS, Lim DA, Chang EF, *et al.* A review of percutaneous treatments for trige minal neuralgia [J]. Neurosurgery, 2014, 10(Suppl 1): 25-33.  
[9] Baker G, Kerr F. Structural changes in the trige minal system following compression procedures [J]. Neurosurg, 1963, 20: 181-184.  
[10] Preul MC, Long PB, Brown JA, *et al.* Autonomic and histopathological effects of percutaneous trige minal ganglion compression in the rabbit [J]. J Neurosurg, 1990, 72(6): 933-940.  
[11] Kouzounias K, Schechtmann G, Lind G, *et al.* Factors that influence outcome of percutaneous balloon compression in the treatment of trige minal neuralgia [J]. Neurosurgery, 2010, 67(4): 925-934.  
[12] 李付勇,马 逸,邹建军,等. 三叉神经痛微球囊压迫治疗后疼痛未缓解临床思考[J]. 中国疼痛医学杂志, 2001, 7(6): 362-363.  
[13] 俞文华. 影响经皮穿刺球囊压迫术治疗三叉神经痛疗效的因素[J]. 实用医学杂志, 2014, 43(21): 3379-3380.  
[14] Asplund P, Linderöth B, Bergenheim AT. The predictive power of balloon shape and change of sensory functions on outcome of percutaneous balloon compression for trige minal neuralgia [J]. J Neurosurg, 2010, 113(3): 498-507.  
[15] Lee ST, Chen JF. Percutaneous trige minal ganglion balloon compression for treatment of trige minal neuralgia, part II: results related to compression duration [J]. Surg Neurol, 2003, 60(2): 149-153.

(上接第374页)

- [16] Chowdhury T, Sandu N, Meuwly C, *et al.* Trigemino-cardiac reflex: differential behavior and risk factors in the course of the trigeminal nerve [J]. *Fut Neurol*, 2014, 9: 41-47.
- [17] Chen CY, Luo CF, Hsu YC, *et al.* Comparison of the effects of atropine and labetalol on trigeminocardiac reflex-induced hemodynamic alterations during percutaneous microballoon compression of the trigeminal ganglion [J]. *Acta Anaesthesiol Taiwan*, 2012, 50(4): 153-158.
- [18] 李岩峰, 马逸, 邹建军, 等. 微球囊压迫治疗三叉神经痛时的三叉神经抑制反应[J]. *中国微侵袭神经外科杂志*, 2004, 9(3): 110-111.
- [19] Wang CM, Guan ZY, Cai CH, *et al.* Comparative study of atropine combined with sodium nitroprusside pretreatment to prevent trigeminocardiac reflex after trigeminal ganglion compression [J]. *J Clin Diagn Res*, 2016, 10(3): C9-C12.
- [20] Skirving DJ, Dan NG. A 20-year review of percutaneous balloon compression of the trigeminal ganglion [J]. *J Neurosurg*, 2001, 94(6): 913-917.
- [21] 王斌, 马逸, 李岩峰, 等. 微球囊压迫术治疗三叉神经痛的常见并发症(附1263例分析)[J]. *中国微侵袭神经外科杂志*, 2008, 13(9): 422-423.
- [22] Tatli M, Satici O, Kanpolat Y, *et al.* Various surgical moda-

- lities for trigeminal neuralgia: literature study of respective long-term outcomes [J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2008, 150(3): 243-255.
- [23] 李岩峰, 马逸, 邹建军, 等. 经皮微球囊压迫治疗原发性三叉神经痛[J]. *中国微侵袭神经外科杂志*, 2008, 13(11): 514-515.
- [24] Brown JA, Chittum CJ, Sabol D, *et al.* Percutaneous balloon compression of the trigeminal nerve for treatment of trigeminal neuralgia [J]. *Neurosurg Focus*, 1996, 1(2): e4, 1-4.
- [25] 李付勇, 马雅文, 马逸, 等. 微球囊压迫治疗三叉神经痛术后滑车神经麻痹的临床分析[J]. *介入放射学杂志*, 2011, 20(9): 673-675.
- [26] 李付勇, 马雅文, 陈晓虹, 等. 三叉神经经皮球囊压迫术的脑血管并发症——10例报道[J]. *国际脑血管病杂志*, 2011, 18(8): 585-588.
- [27] Li F, Ma Y, Zou J, *et al.* Endovascular treatment of rare vascular complications of percutaneous balloon compression for trigeminal neuralgia [J]. *Turk Neurosurg*, 2016, 26(2): 215-218.
- [28] 俞文华, 朱强, 董晓巧, 等. 半月神经节球囊压迫术微创治疗三叉神经痛[J]. *实用医学杂志*, 2014, 43(21): 3395-3397.

(2018-09-27 收稿, 2018-10-22 修回)