

脑池段三叉神经周围结构的显微解剖

李海红 岳树源 李勇刚 韩建国 贺中正

【摘要】 目的 显微解剖观察三叉神经、小脑上动脉与岩静脉之间的解剖关系,以为微血管减压术提供解剖学参考。方法 模拟经乙状窦后锁孔入路手术对 15 例(30 侧)成人尸头标本进行解剖,骨窗范围设计为 2.00 cm × 2.50 cm,于 4~24 倍手术显微镜下观察显露范围和解剖结构,打开颅盖骨、剔除硬脑膜和大脑组织,显露小脑幕和脑干,通过显微镜解剖三叉神经、小脑上动脉和岩静脉,观察分析相关解剖学变异。结果 经乙状窦后锁孔入路行微血管减压术可较好地显露三叉神经、滑车神经、岩静脉和小脑上动脉。约 36.67% (11/30) 标本小脑上动脉与三叉神经接触或压迫,15 例标本内听道上结节形态变异较大,阻挡了对 Meckel 憩室的显露。其中单干型岩静脉 24 侧,双干型岩静脉 6 侧;约 22.22% (8/36) 岩静脉在内听道内侧缘外侧部汇入岩上窦,63.89% (23/36) 在内听道内侧缘与 Meckel 憩室处三叉神经外侧缘之间汇入岩上窦,13.89% (5/36) 于三叉神经外侧缘以内汇入岩上窦。三叉神经与岩静脉相对位置关系分为无接触型、接触型、属支“骑跨”型、蛛网膜粘连型和贯穿神经型。结论 小脑上动脉和岩静脉与三叉神经解剖关系密切,是三叉神经痛的主要责任血管。岩静脉是微血管减压术中必须显露的血管结构,其位置、形态、分支和静脉回流区域存在明显变异,个体化处理岩静脉,有助于手术视野的显露,减少静脉系统并发症。

【关键词】 三叉神经; 脑静脉; 显微外科手术; 神经解剖学

DOI:10.3969/j.issn.1672-6731.2010.06.017

A microanatomical study on the surrounding structures of the cisternal segment of trigeminal nerve LI Hai-hong, YUE Shu-yuan, LI Yong-gang, HAN Jian-guo, HE Zhong-zheng. Department of Neurosurgery, Tianjin Medical University General Hospital, Tianjin 300052, China

Corresponding author: YUE Shu-yuan (Email: yueshuyuan@163.com)

【Abstract】 Objective A microanatomical study was performed to observe the relationship between trigeminal nerve, superior cerebellar arteries (SCA) and superior petrosal veins (SPV), in order to provide anatomical reference for the clinical application of microvascular decompression. **Methods** Simulating operation technique, a retrosigmoid keyhole craniotomy was made and the bone window was controlled within 2.00 cm × 2.50 cm. Thirty sides of 15 cadaver heads (embalmed and injected) were dissected under 4 to 24 magnification via operating microscope. Opened the calvaria and removed dura mater and cerebrum tissue, the tentorium of cerebellum and brainstem were exposed. Trigeminal nerve, SCA and SPV were dissected carefully under microscope. The related anatomical variations were observed and analysed. **Results** Retrosigmoid keyhole approach presented a clear visualization of trigeminal nerve, trochlear nerve, SPV, and SCA and the branches. The site and the route of cranial nerves were regular, the vascular structures were somewhat variable related to nerves which can be contacted or compressed. SCA of 11 specimens (36.67%) contacted with trigeminal nerve. The suprameatal tubercle was developed variably, but in all specimens it obstructed the exposure of Meckel's cavity under microscope. Of the 30 superior petrosal sinus (SPS) examined in 15 cadaver heads, the SPV entered into the sinus as a single venous stem in 24 sides and as 2 stems in the remaining 6 sides. There were 22.22% (8/36) of SPV entered into SPS at the lateral side of the medial margin of internal auditory meatus (IAM), 63.89% (23/36) of the SPV entered into the SPS between the medial margin of the IAM and the lateral margin of the trigeminal nerve of Meckel's cavity, and 13.89% (5/36) of the SPV entered into the SPS at a point medial to the lateral margin of the trigeminal nerve. Five different types were identified based on the relative sites between trigeminal nerve and SPV, including noncontact type, contact type, branch riding type, arachnoid adhesion type and perforating nerve type. **Conclusion** The SCA and SPV have close relationship with trigeminal nerve. Compression of the SCA is the primary

作者单位: 300052 天津医科大学总医院神经外科

通信作者: 岳树源 (Email: yueshuyuan@163.com)

etiological factor for trigeminal neuralgia in most cases. SPV is the most frequently encountered venous structure during microvascular decompression operation and exists significant variation in position, form, branch and distribution area. Maneuvering the SPV individually may aid surgical exposure and may reduce the probability of potential venous complications.

【Key words】 Trigeminal nerve; Cerebral veins; Microsurgery; Neuroanatomy

原发性三叉神经痛好发于中老年女性,且疼痛剧烈、发作频繁,严重影响患者生活质量。三叉神经微血管减压术是目前根治原发性三叉神经痛的唯一有效治疗措施,但由于其有创性,往往不是患者早期治疗的首选方式。选择手术治疗的患者多经过了长期药物控制、反复封闭治疗后效果不理想,既承受了长久的病痛折磨,又造成了一定的功能障碍。因此,三叉神经微血管减压术创伤的最小化即成为神经外科医师和患者共同的迫切要求,相关临床技术和解剖学研究仍有较大的发展空间。锁孔手术和内镜操作是三叉神经微血管减压术临床研究的重点,而三叉神经周围结构(包括小脑上动脉和岩静脉)的解剖学研究则更加显微化和细致化。笔者应用 15 例成人尸头标本,在严格细致的解剖三叉神经周围结构的基础上,通过手术显微镜放大视野,观察并统计相关解剖差异后的所得结果,供神经外科同道参考和交流。

材料与方 法

一、材料

1. 标本来源 经质量分数为 10% 甲醛溶液充分固定的成人尸头标本 15 例共 30 侧,由天津医科大学解剖教研室提供(性别、年龄不详);湿标本经颈内动脉灌注混有红色染料的乳胶,经颈静脉灌入混有蓝色染料的乳胶。

2. 仪器与设备 神经外科常规显微手术器械由天津市神经病学研究所显微神经外科培训中心提供。头架为天津市神经病学研究所自行研制。手术显微镜 $\times(4\sim 24)$ 购自德国 Opton 公司。电动开颅系统(钻、铣、磨)为天津希翼恒久医疗器材公司产品。圆规和游标卡尺(精度:0.02 mm)购自天津汇佳精密仪器设备公司。富士 S-1500 型摄影器材(1000 万像素)购自富士胶片(中国)投资有限公司。

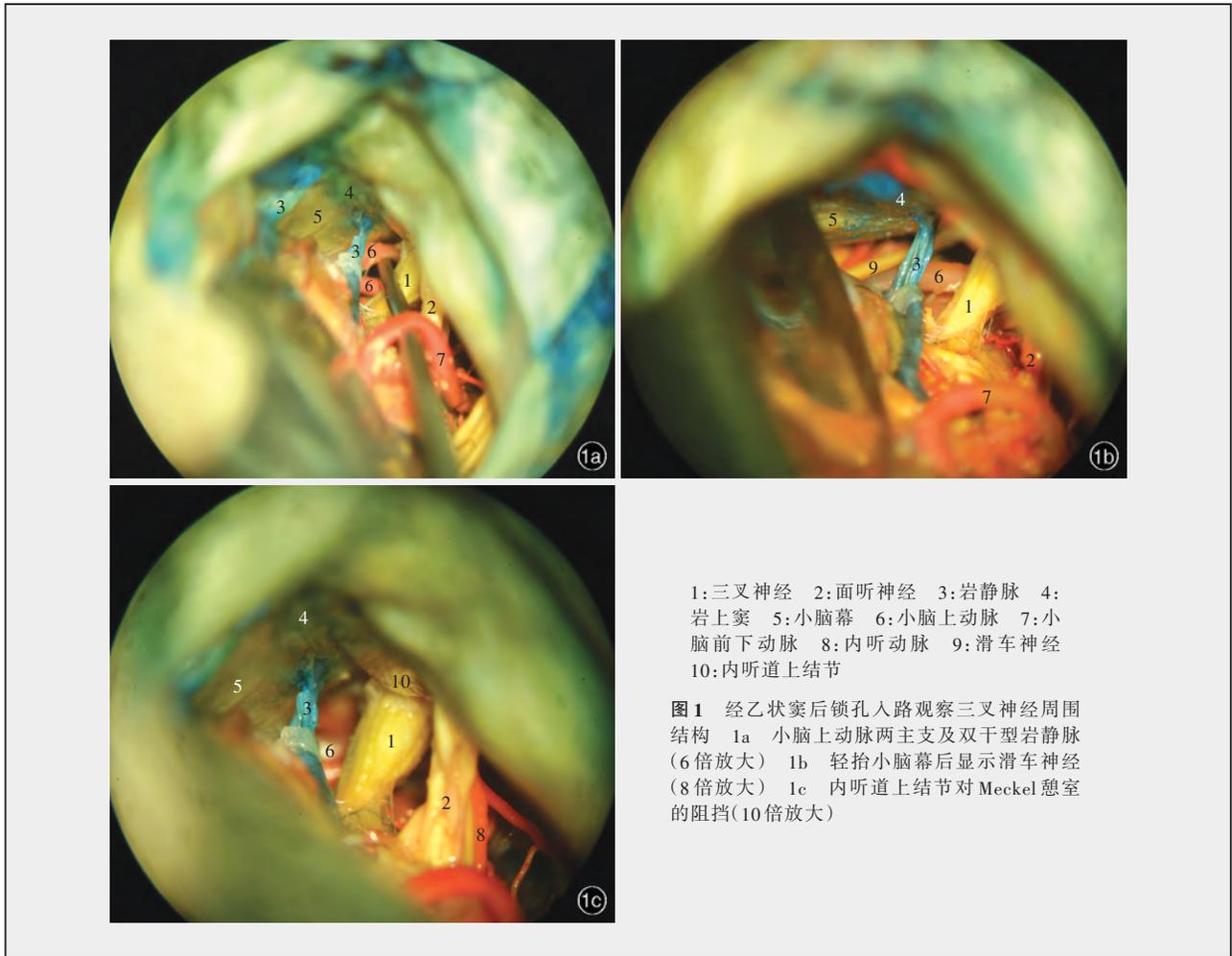
二、研究方法

模拟经枕下乙状窦后锁孔入路手术,尸头依照手术体位固定于头架上,耳后直切口显露骨性标

志,星点处钻孔,铣开骨窗直径为 2.00 cm \times 2.50 cm,显露乙状窦膝部,打开并悬吊硬脑膜。小脑向内下方牵离横窦、乙状窦交界处 1.00 cm,手术显微镜下操作,调整和变换显微镜角度,对三叉神经周围解剖结构关系进行观察并照相,统计相关解剖变异情况。为了方便显露手术视野和测量数据,视标本情况可切除乙状窦后约 1.50 cm 小脑组织。最后,水平方向切开颅骨,切除大脑半球,保留脑干、小脑和完整的小脑幕;剪开小脑幕,从上方显露三叉神经根和周围血管结构。采用圆规和游标卡尺对解剖结构的长度、直径和间距等进行精确测量,并拍照。

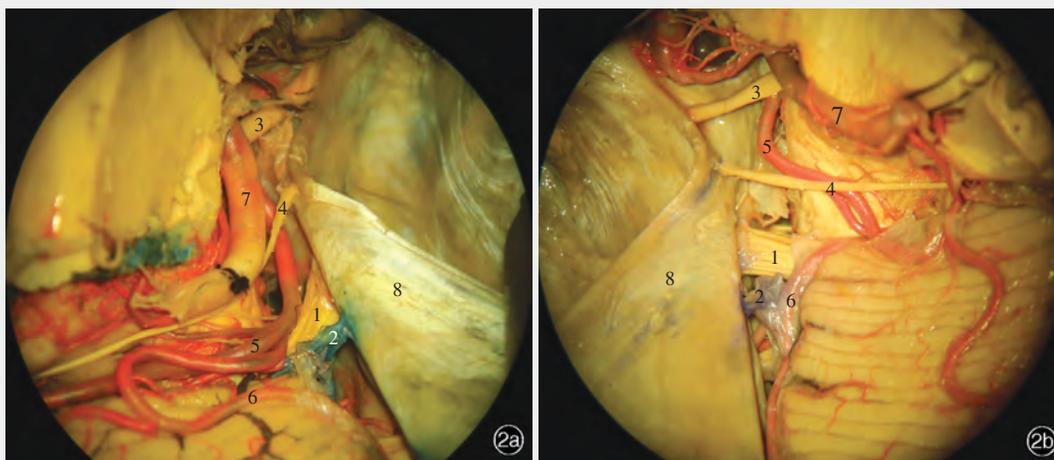
结 果

解剖结果显示,经乙状窦后锁孔入路施行微血管减压术可使三叉神经、岩静脉和小脑上动脉获得良好显露。在解剖和显露过程中,最先辨认出的结构为岩静脉(图 1a),进一步分离蛛网膜后轻抬小脑幕即可显露滑车神经(图 1b),但对动眼神经显露欠佳。在所有实验标本中,以内听道上结节形态变异较大,均阻挡了对 Meckel 憩室、小脑幕切迹和颅中窝的显露(图 1c)。(1)三叉神经:起自脑桥侧面斜向上于幕下岩尖处进入 Meckel 憩室,小脑上动脉均在三叉神经上方环绕脑干形成向下微弯的动脉襻,凸向三叉神经。典型的解剖位置关系为三叉神经位于由岩上窦、岩静脉、岩上窦与动眼神经交点至三叉神经根内侧连线(OT 线)组成的三角内,小脑上动脉主干和两主支可跨入“三叉神经三角”与三叉神经形成接触(图 2a)。约 36.67%(11/30)的小脑上动脉与三叉神经接触或压迫,接触三叉神经的小脑上动脉血管直径平均为 1.20 mm。(2)小脑上动脉:小脑上动脉起始部穿支较少,活动度较大,因此其与三叉神经毗邻关系变异显著。由于小脑上动脉两主支的部位远近不同,因此接触三叉神经的血管分别为小脑上动脉主干(3 例)、内侧支(2 例)、外侧支(5 例)或多支接触(1 例)。本组有 2 例标本血管、神经发生粘连,均为小脑上动脉的边缘支,即小脑上



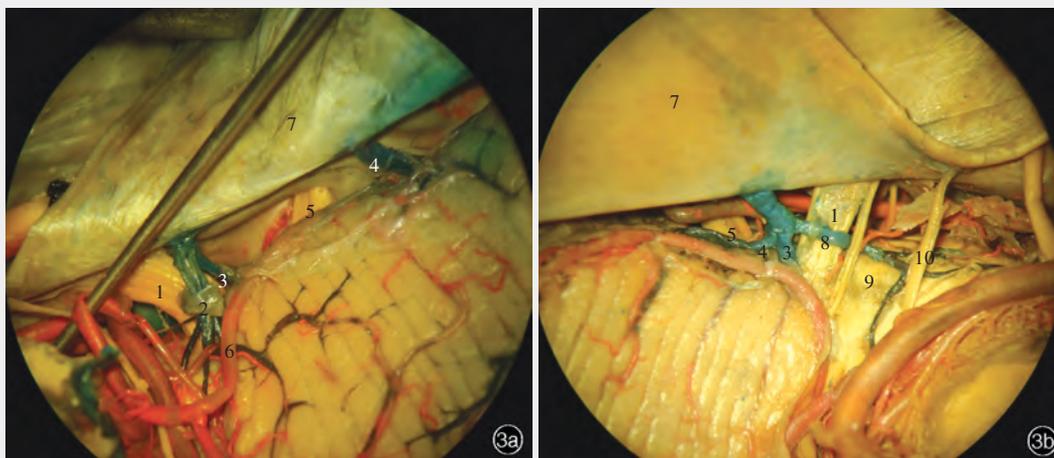
动脉外侧支分出的第1支皮质支,在小脑表面行走至三叉神经根处与蛛网膜发生粘连(图2b)。在无神经、血管接触的标本中,小脑上动脉与三叉神经的最短距离为2~18 mm,平均5.23 mm。(3)岩静脉:位于桥小脑角区,是一短粗干,由来自脑桥、小脑半球、脑干和第四脑室的诸多属支汇合而成。解剖所见,岩静脉位于三叉神经背外侧,未见位于腹侧者。以岩静脉独立汇入岩上窦的静脉数目,分为双干型和单干型,本研究15例(30侧)标本共发现岩静脉36支,其中双干型6侧(20%,图3a),单干型24侧(80%)。脑池段岩静脉可以是单一主干,亦可以由1~4支属支汇合而成,根据回流区域侧重不同,其属支常有脑桥横静脉和脑桥三叉静脉、侧上小脑静脉、脑桥小脑裂静脉和小脑中脚静脉等,或缺如,其中以2支属支出现者最多见,约占58.33%(21/36);与三叉神经关系最为密切者为脑桥横静脉和脑桥小脑裂静脉。脑桥横静脉不会阻挡手术操作,但该分支可与其他分支呈“骑跨”型接触三叉神经,成为

三叉神经痛的责任血管。本研究发现,无论岩静脉以单干型双属支形式出现或是以双干型出现,其静脉回流均分为两组,即小脑前上-小脑岩面组和脑桥腹外侧-延髓组。国内文献多将岩静脉汇入岩上窦的位置分为内、中、外3段,具体分界线概念模糊,本研究按照岩静脉汇入岩上窦的位置、与三叉神经和内听道的关系将其分为3型^[1]: I型,岩静脉汇入内听道内侧缘外侧部的岩上窦; II型,岩静脉汇入内听道内侧缘与 Meckel 憩室处三叉神经外侧缘之间(图3a); III型,岩静脉入口位于三叉神经外侧缘以内的岩上窦。解剖结果发现,36支岩静脉中 I型者8支(22.22%); II型者23支(63.89%); III型者5支(13.89%)。对邻近三叉神经的 II、III型岩静脉进行观察,发现100%有脑干静脉回流,愈接近内侧注入岩上窦的岩静脉其脑干静脉回流属支愈多。岩静脉是三叉神经微血管减压术中必须显露的血管,其与三叉神经的关系是临床和解剖学研究的重点。本研究将岩静脉与三叉神经的关系分为5型,即无



1:三叉神经 2:岩静脉 3:动眼神经 4:滑车神经 5:小脑上动脉
6:小脑上动脉边缘支 7:大脑后动脉 8:揭开的小脑幕

图2 揭开小脑幕后,三叉神经与小脑上动脉位置关系上面观(8倍放大) 2a 小脑上动脉两主支跨入“三叉神经三角” 2b 小脑上动脉外侧支在小脑表面行走至三叉神经根处与蛛网膜发生粘连



1:三叉神经 2:脑桥三叉静脉 3:脑桥小脑裂静脉 4:侧上小脑静脉 5:面听神经
6:小脑上动脉边缘支 7:揭开的小脑幕 8:脑桥横静脉 9:脑桥 10:滑车神经

图3 揭开小脑幕后,三叉神经与岩静脉位置关系上面观(8倍放大) 3a 双干型岩静脉及岩静脉位置分型 3b 贯穿神经型岩静脉

接触型、接触型、蛛网膜粘连型、属支“骑跨”型和贯穿神经型(图3b)。单纯接触三叉神经者较少,多伴有蛛网膜粘连增厚;属支骑跨型和贯穿神经型发生蛛网膜粘连可能性大。贯穿神经型少见,本研究仅发现1例且为岩静脉属支,脑桥横静脉贯穿三叉神经可能性最大。岩静脉可贯穿感觉根和运动根之间,也可贯穿感觉根神经丝。

讨 论

一、三叉神经减压的相关血管及处理
三叉神经痛发病率较高,为(3~5)/10万^[2],其

与三叉神经周围血管结构关系密切。在微血管减压术过程中,对三叉神经的减压操作主要集中于小脑上动脉和岩静脉。解剖学研究发现,在无症状人群中普遍存在三叉神经与周围血管接触的情况,包括小脑上动脉、小脑前下动脉、岩静脉等,对血管接触部位的电子显微镜研究有助于进一步明确三叉神经痛的病理学机制^[3]。最近开展的一项解剖学研究对330例施行三叉神经痛微血管减压术的患者进行分析^[4],发现其中单纯小脑上动脉压迫者占77%,小脑前下动脉者占6%,二者均有接触者占17%,或多或少有静脉接触者占26.50%,但均伴随

动脉压迫;接触点以三叉神经入脑干处和脑池中段居多,各占 52% 和 42%。同时认为,手术中贴敷材料不接触三叉神经根的置入方式近、远期手术效果均优于接触神经根。一般情况下,小脑上动脉较少发出穿支动脉,其活动度较大,双干型小脑上动脉的上干替代单干型小脑上动脉,下干则为起自基底动脉的边缘支,且发出较多的穿支动脉供血于脑干等处,愈靠近近心端其穿支愈多^[5]。如果由此动脉造成三叉神经压迫则在分离过程中必须谨慎操作,以免造成穿支动脉损伤。

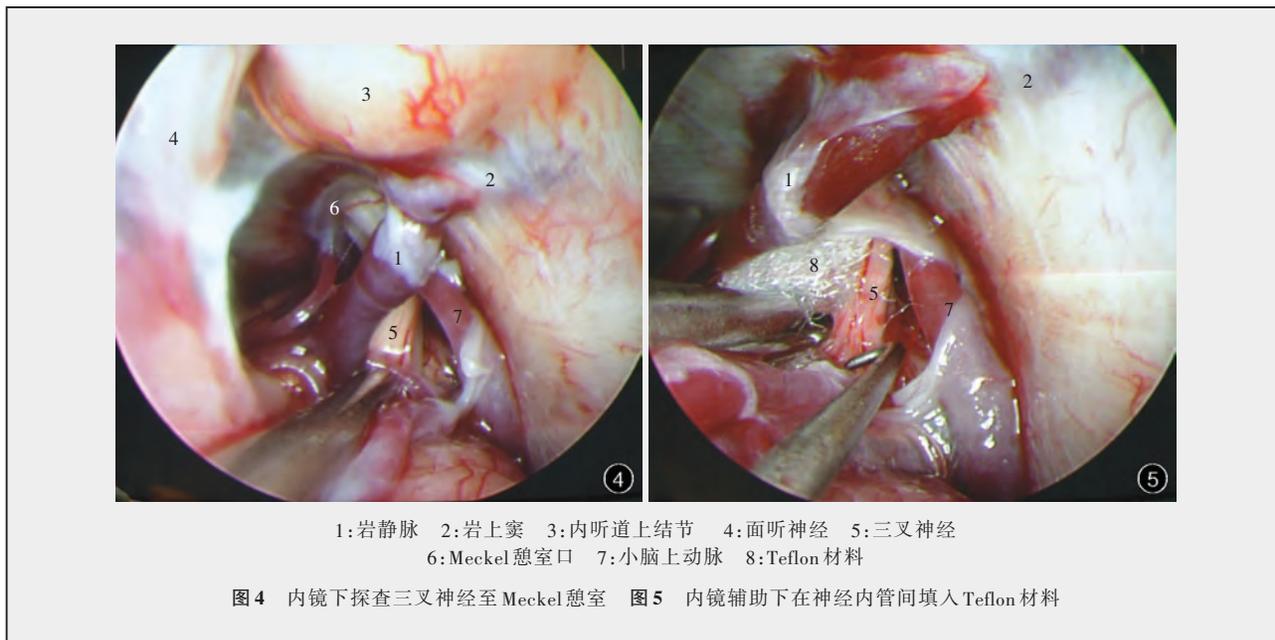
岩静脉的处理和岩静脉闭塞后的手术并发症,长期以来一直是桥小脑角区手术的解剖学研究热点。切断岩静脉确实有可能造成脑组织引流障碍,虽然发生率较低但后果十分严重^[6],常见的并发症主要有小脑水肿和静脉性梗死,可威胁生命,因此,神经外科医师在三叉神经微血管减压术中必须高度关注岩静脉的处理^[7]。对 49 家开展三叉神经痛微血管减压术的医疗单位进行调查显示,其中有 14 所医疗单位发生过手术死亡,手术死亡率最高可达 7%;岩静脉切断所致小脑和脑干坏死是最为常见的死亡原因,其次为小脑内出血或颅后窝硬膜下血肿^[8]。一项临床观察结果显示,在三叉神经微血管减压术中辅助应用听觉诱发电位(AEP)作为电生理学监测指标行岩静脉闭塞试验,58 例患者中 53 例呈阴性结果;5 例呈阳性结果,其中 2 例岩静脉术中保留,3 例岩静脉切断术后均出现同侧小脑半球水肿和脑干移位,其结论为:手术中岩静脉闭塞试验有助于术者正确处理岩静脉^[9]。岩静脉闭塞试验结果和岩静脉切断术后并发症预后差异较大,与岩静脉的解剖变异关系密切。本研究显微解剖结果显示,岩静脉位置、属支和引流存在较大变异,所有岩静脉均有属支回流至脑干静脉,且以岩上窦内侧注入者脑干静脉回流意义重大,外侧者较少有脑干静脉分支,手术中应注意区别对待,切断引流区域不同的岩静脉或其分支可能是造成患者预后差异的原因。此外,岩静脉可作为责任血管引起三叉神经痛,已有较多临床病例和解剖学研究报道^[3,4,10]。据推测,由静脉压迫引起的三叉神经痛,责任血管是岩静脉属支的可能性大^[11],其中,脑桥横静脉经常走行于 Meckel 憩室周围而成为责任血管^[12]。同时,岩静脉引起的三叉神经痛经微血管减压术后复发病率高,高达 31%,且复发病例的责任血管以新生静

脉更常见,因此手术中必须彻底从三叉神经出脑桥处探查至 Meckel 憩室^[13]。对于岩静脉贯穿三叉神经根致三叉神经痛,均有个案报道^[14-16],国外文献将其简单分为两型:I 型为贯穿三叉神经运动根和感觉根之间;II 型为贯穿分离感觉根。建议:手术过程中对 I 型且较小的岩静脉予以切断,II 型且粗管径的岩静脉则予以保留并行三叉神经感觉根选择性切断。对于正确处理此类岩静脉的最佳措施仍需要大样本病例统计分析获得确切证据。在减压过程中,除务必遵循保留岩静脉的原则外,对手术中可能需要闭塞岩静脉者应做如下考虑:I 型岩静脉,邻近小脑皮质,影响小脑塌陷,阻挡手术径路,予以切断。II、III 型岩静脉,若阻挡视野,松解蛛网膜,探查走行回流,优先保留脑干回流支;若为责任血管,粘连不能分开,切断前须行脑干诱发电位(BSEP)检查,检查结果阳性且岩静脉闭塞者手术后应行有效颅后窝减压。凡进行过闭塞处理的患者,缝合硬脑膜和还纳骨瓣前可增加颅内压以观察岩静脉闭塞是否确切,以及是否存在小脑肿胀。

二、三叉神经微血管减压术的发展史

1934 年, Dandy 首先提出血管压迫可能是三叉神经功能紊乱的原因,至 1976 年 Jannetta 正式提出“微血管压迫”学说。经过数十年的临床研究和大量观察证实,于显微镜下施行微血管神经分离和人工材料阻隔对治疗三叉神经痛可获得良好的效果。因此,微血管减压术已经成为治疗颅后窝神经血管压迫综合征的金标准^[17]。微血管减压术相对于药物治疗有一定的风险,有发生并发症和复发的可能,对微创操作的要求较高。因此,经乙状窦后锁孔入路及其相关血管神经解剖结构一直是临床和解剖学研究的热点问题,而手术中内镜辅助探查或全程内镜下操作行微血管减压术也已在医学界得到广泛的尝试和学习^[18],如图 4,5 所示,内镜下施行微血管减压术可完整显露三叉神经至 Meckel 憩室,以及小脑上动脉和岩静脉,并用 Teflon 材料隔离责任血管和三叉神经。

三叉神经周围血管解剖关系十分复杂,脑神经功能紊乱发病率较高,单独用血管压迫神经解释其病理学原因尚不完整,但施行微血管减压术治疗效果良好;从解剖学角度研究其毗邻结构的变异,将有助于微血管减压术中明确责任病灶及个体化处理岩静脉,可进一步提高手术成功率,减少手术并



发症,缩短患者住院时间。

参 考 文 献

- [1] Tanriover N, Abe H, Rhoton AL Jr, et al. Microsurgical anatomy of the superior petrosal venous complex: new classifications and implications for subtemporal transtentorial and retrosigmoid suprameatal approaches. *J Neurosurg*, 2007, 106:1041-1050.
- [2] Kabatas S, Albayrak SB, Cansever T, et al. Microvascular decompression as a surgical management for trigeminal neuralgia: a critical review of the literature. *Neurol India*, 2009, 57:134-138.
- [3] Ramesh VG, Premkumar G. An anatomical study of the neurovascular relationships at the trigeminal root entry zone. *J Clin Neurosci*, 2009, 16:934-936.
- [4] Sindou M, Leston JM, Decullier E, et al. Microvascular decompression for trigeminal neuralgia: the importance of a noncompressive technique: Kaplan-Meier analysis in a consecutive series of 330 patients. *Neurosurgery*, 2008, 63(4 Suppl 2):341-351.
- [5] Dacinar A, Kaya AH, Aydin ME, et al. The superior cerebellar artery: anatomic study with review. *Neurosurg Quart*, 2007, 17: 235-240.
- [6] 王来兴, 洪波, 李强, 等. 三叉神经痛微血管减压术中岩静脉的处理. *中国微侵袭神经外科杂志*, 2009, 14:97-99.
- [7] Masuoka J, Matsushima T, Hikita T, et al. Cerebellar swelling after sacrifice of the superior petrosal vein during microvascular decompression for trigeminal neuralgia. *J Clin Neurosci*, 2009, 16: 1342-1344.
- [8] 陈国强, 李锐, 郭京. 三叉神经痛微血管减压术导致患者死亡的手术并发症. *立体定向和功能神经外科杂志*, 2004, 17:44-46.
- [9] Zhong J, Li ST, Xu SQ, et al. Management of petrosal veins during microvascular decompression for trigeminal neuralgia. *Neurol Res*, 2008, 30:697-700.
- [10] 赵卫国, 濮春华, 李宁, 等. 三叉神经痛的病因诊断和显微手术治疗(附 238 例报告). *中华神经外科杂志*, 2006, 22:681-683.
- [11] 张占英, 张方成. 岩静脉与三叉神经根关系的显微解剖研究. *中华神经外科杂志*, 2009, 25:856.
- [12] Matsushima T, Huynh-Le P, Miyazono M. Trigeminal neuralgia caused by venous compression. *Neurosurgery*, 2004, 55:334-339.
- [13] Lee SH, Levy EI, Scarrow AM, et al. Recurrent trigeminal neuralgia attributable to veins after microvascular decompression. *Neurosurgery*, 2000, 46:356-362.
- [14] Helbig GM, Callahan JD, Cohen-Gadol AA. Variant intraneural vein - trigeminal nerve relationships: an observation during microvascular decompression surgery for trigeminal neuralgia. *Neurosurgery*, 2009, 65:958-961.
- [15] 吕学明, 袁绍纪, 张荣伟, 等. 岩静脉贯穿型压迫引起三叉神经痛 1 例. *中国微侵袭神经外科杂志*, 2010, 15:26.
- [16] Kimura T, Sako K, Tohyama Y, et al. Trigeminal neuralgia caused by compression from petrosal vein transfixing the nerve. *Acta Neurochir (Wien)*, 1999, 141:437-438.
- [17] Charalampaki P, Kafadar AM, Grunert P, et al. Vascular decompression of trigeminal and facial nerves in the posterior fossa under endoscope-assisted keyhole conditions. *Skull Base*, 2008, 18: 117-128.
- [18] 岳树源, 赵林, 雪亮, 等. 三叉神经微血管减压手术探讨. *中国现代神经疾病杂志*, 2007, 7:443-446.

(收稿日期:2010-08-25)

下期内容预告 本刊 2011 年第 1 期报道专题为帕金森病与运动障碍性疾病,重点内容包括:应重视对运动障碍性疾病的诊断与治疗;应关注不宁腿综合征的诊断与治疗;帕金森病躯干前屈症的发病机制与治疗;非典型性帕金森样病;帕金森病运动并发症与 ERK 磷酸化关系的实验研究;重复经颅磁刺激治疗 MPTP 帕金森病模型小鼠的疗效观察;肉毒毒素治疗运动障碍性疾病的进展;从神经内科医师视角看待运动障碍性疾病的手术治疗;进行性核上性麻痹研究进展;步态障碍的分类与诊治;原发性基底节区钙化研究进展;亨廷顿病的发病机制与治疗进展;多系统萎缩研究进展;抽动障碍研究进展;多巴反应性肌张力障碍的临床特点分析;多巴胺及其受体的研究现状