

. 综 述 .

经鼻蝶入路神经内镜术后颅底修复方法

曾福兵 刘 西 杨华东

【摘要】随着神经内镜技术的发展,经鼻蝶入路神经内镜手术的适应证迅速扩大,包括颅底肿瘤、鞍外肿瘤。与传统的开颅手术相比,扩大经鼻蝶入路神经内镜手术(EEA)具有更好的肿瘤切除率和术后神经功能。然而,术后脑脊液(CSF)漏风险高,会导致颅内感染,甚至危及病人的生命。术后颅底修复对减少CSF漏意义重大。目前,血管化鼻中隔皮瓣的使用显著降低了术后CSF漏的发生率。本文就近年来颅底重建方法的最新进展进行综述,为临床提供参考。

【关键词】神经内镜手术;经鼻蝶入路;颅底重建;脑脊液漏

【文章编号】1009-153X(2024)07-0434-03 **【文献标志码】**A **【中国图书资料分类号】**R 739.41; R 651.1*1

Methods of skull base reconstruction after endoscopic surgery via transnasal approach

ZENG Fu-bing, LIU Xi, YANG Hua-dong. Department of Neurosurgery, Pengzhou City Traditional Chinese Medicine Hospital, Pengzhou 611930, China

【Abstract】 With the development of neuroscope technology, the indications for endoscopic surgery through the transnasal approach have expanded rapidly, including extra-sellar tumors and skull base tumors. Compared with traditional craniotomy, expanded endoscopic approach (EEA) has better tumor resection rate and postoperative neurological function. However, the risk of cerebrospinal fluid (CSF) leak after surgery is high, which can lead to dangerous intracranial infection and even endanger the patient's life. Postoperative skull base reconstruction is of great significance in reducing CSF leak. Currently, the use of vascularized nasal septal flaps has significantly reduced the incidence of postoperative CSF leak. This review summarizes the latest advances in skull base reconstruction methods, providing clinical references.

【Key words】 Expanded endoscopic approach (EEA); Skull base reconstruction; cerebrospinal fluid (CSF) leak

近年来,颅底手术入路逐渐改进,例如内镜下扩大经鼻入路,可以切除更大的垂体病变和鞍区以外的颅底肿瘤^[1,2]。但是,术后脑脊液漏仍然是一种常见的并发症^[3]。颅底重建对于预防术后脑脊液漏至关重要^[4]。本文将概述近年来颅底重建的最新进展,为临床提供参考。

1 颅底重建方法

1.1 带蒂鼻中隔皮瓣 Moon等^[5]于2006年开发的鼻中隔皮瓣扩大了经鼻蝶入路神经内镜颅底手术的范围,明显降低术后脑脊液漏发生率(3.1%~15.0%)。鼻中隔皮瓣由鼻蝶腭动脉的分支鼻后中隔动脉供血,具有与皮瓣走形一致的供血动脉分布,由于自体组织黏膜瓣具有取材丰富、获取方便、可利用面积大、生物相容性好、无排斥反应、经济安全等优点,适用于各种类型的颅前窝底缺损,这些优点也使鼻中隔皮瓣被广泛应用,常单独或与其他方式联合用于

颅底重建。Conger等^[6]发现,鼻中隔皮瓣在颅咽管瘤手术中使用率最高(80%),在垂体腺瘤手术中最低(2%),失败率低于3.0%,这与体重指数>30 kg/m²、缺乏支撑等因素有关。也有学者在扩大经鼻蝶入路神经内镜手术(expanded endoscopic approach, EEA)切除颅咽管瘤术中使用鼻中隔皮瓣,采用三层技术重建颅底,即脂肪组织移植、阔筋膜移植和鼻中隔瓣移植,术后未发生并发症^[7,8]。

然而,当多次手术、辅助放疗或广泛的肿瘤浸润导致血管蒂破裂时,局部带血管蒂鼻中隔瓣的选择可能并不总是可行的。EEA或存在高流量脑脊液漏风险的情况下(例如伴有第三脑室破裂的颅咽管瘤),重建较大的缺陷可能更具挑战性,尤其是在进行翻修手术时,或在周围组织受损(例如放射治疗、肿瘤浸润)的情况下。Moon等^[5]将鼻中隔瓣与使用镶嵌合成硬脑膜移植物相结合,使用生物胶或Foley导管固定,但是术中存在高流量脑脊液漏的病人术后脑脊液漏发生率高达33%。对这些涉及缺陷覆盖或组织愈合困难的情况,使用血管化组织和皮瓣作为修复的基质是标准做法,因为它们具有增强愈合的潜力。此外,尽管鼻中隔皮瓣的发展是颅底手术

的重大进步,但该技术本身受到一些限制,例如,由于供体鼻粘膜或其血管蒂可能因放疗、以前的手术或肿瘤浸润而受损,皮瓣坏死,可能需要翻修手术以替代颅底重建;使用鼻中隔皮瓣进行颅底重建可导致额外的并发症,会增加术后鼻窦疾病。

1.2 垫片密封技术 Albonette-Felicio 等^[9]于2022年开始就发表了一系列文章,报道使用垫片密封技术进行EEA和颅底重建的长期结果。该技术涉及放置自体脂肪移植物以消除颅内死腔,由外延约1 cm的自体阔筋膜移植物覆盖颅底缺损。因自体脂肪组织有不错的相容性和延伸性,可以较好地填充缺损,从而形成脑脊液外溢的屏障,使高流量脑脊液漏转为低流量,并可确保外层修补材料的粘附。放置该移植物后,将自体骨移植物或合成聚乙烯植入物放置在筋膜移植物上,其大小以紧贴骨缺损内侧。垫片密封技术与鼻中隔皮瓣结合提供了一种简单的重建技术,与标准技术相比,显示出并发症较低的趋势,同时避免了供区的并发症。总之,这种技术对于闭合跨越两个几何平面(例如颅前窝底和斜坡)的大颅底缺陷也是可替代的选择之一。

1.3 双层按钮技术 这种技术最初由Luginbuhl等^[10]在2010年报道,利用双层筋膜移植物与鼻中隔皮瓣,将一个略大于骨缺损的上嵌阔筋膜移植物缝合在一块更大的阔筋膜上作为嵌体移植物。嵌体移植物直接与硬脑膜相对,适当尺寸可防止移植物从硬脑膜缺损处移位。然后用纤维蛋白胶固定的鼻中隔皮瓣覆盖筋膜结构。这项技术可使大面积硬膜缺损术后脑脊液漏发生率从45%降低到10%。最近,El-Sayed等^[11]进一步改良了该技术,将闭合技术从单层胶原蛋白和/或脂肪移植物改为一种新型移植物,称为“蝴蝶结”(一种带有两块胶原蛋白基质的三层脂肪移植物),脑脊液漏发生率仅为1.4%。

1.4 3F技术 Cavallo等^[12]于2022年报道对EEA术后颅底重建技术的改良3F方案,包括自体脂肪移植、鼻中隔瓣覆盖和术后快速下床活动。3F技术的成功封堵率为96.0%,无供体移植物部位感染或血肿。随后,D'Avella等^[13]进一步证实3F颅底重建技术的可靠性,术后脑脊液漏发生率仅为1.2%,且在供体部位或移植部位未发现延迟并发症;随着时间的推移,自体脂肪移植物在颅底重建中明显缩小,1年内达到67%。

2 替代选择

在带蒂鼻中隔皮瓣不可用的情况下,例如当鼻

窦恶性肿瘤侵犯鼻中隔或翼腭窝时,或既往接受过鼻中隔皮瓣重建时,可以使用替代血管化区域皮瓣,如鼻侧壁皮瓣、眶周皮瓣(以眶上和滑车上血管为蒂)、腭瓣和颞顶筋膜瓣。Lavigne等^[14]对高流量术中脑脊液漏病人,采用鼻侧壁皮瓣修复颅底,术后脑脊液漏发生率为25%。其优势是下鼻道支血管对鼻底的血液供应比浅动脉支对前鼻侧壁的血液供应更好。作为挽救方法,在没有鼻中隔皮瓣的情况下,鼻侧壁皮瓣是颅后窝和鞍区手术后有效的颅底重建方案。Giurintano等^[15]在没有鼻中隔或鼻甲皮瓣的情况下,采用了带血管的眶周皮瓣,取得了良好的效果。Matavelli等^[16]最近发表的一项大样本研究为游离移植物重建技术的潜在疗效提供了更令人信服的证据,186例病人因鼻窦恶性肿瘤切除术后导致大面积的颅前窝底缺损,使用自体髂筋膜和脂肪组织,术后脑脊液漏发生率为5.8%。

通过翼骨途径转移颞顶筋膜瓣被认为是鼻中隔皮瓣重建的可替代选择之一。Kimura等^[17]报道1例复发性嗅沟脑膜瘤,因为初次手术使用了颞顶肌蒂皮瓣重建颅底,所以再次手术时从最初的双冠状切口后面用颞顶肌蒂皮瓣获取颞筋膜,术后未发现脑脊液漏。Kawsar等^[18]改良了该技术,在该皮瓣的尖端加入了对侧颞肌和椎弓根内更深的血管化组织,以提供更坚固的皮瓣。这种方法需要外部皮肤切口以及存在面神经额支受伤的风险,因此仅适用于挽救性手术。

如果缺乏局部区域皮瓣,也可通过微血管吻合术应用游离肌皮瓣重建颅底缺损。Kim等^[19]报道以旋股外侧动脉降支为蒂的股外侧皮瓣修复EEA后颅前窝底缺损。此外,前臂桡侧游离皮瓣也被有效地用于重建斜坡脊索瘤EEA术后的颅颈交界处颅底缺损。EEA术后使用游离皮瓣重建颅底手术复杂,需要多学科协作,只有在局部重建方法失败时才考虑。

3 颅底修复的辅助手段

3.1 腰大池引流术 EEA术后高流量脑脊液漏可采用腰大池引流术。然而,也有学者质疑使用鼻中隔皮瓣时腰大池引流的必要性,理由是使用鼻中隔皮瓣会有脑膜炎、脑脊液过度引流的风险。实际上,这些颅底修复方法的异质性以及观察性研究的缺陷使结果受到选择偏差的影响,影响了结论的可靠性。Livingston等^[20]开展的一项高质量研究报道,EEA术后硬膜缺损 $>1\text{ cm}^2$ 以及蛛网膜广泛剥离和/或进入脑室的病人,在完成颅底重建后,没有引流的病人术后

脑脊液漏发生率为 21.2%，而放置腰大池引流管的病人为 8%；进一步亚组分析显示，颅前、后窝病变术后使用腰大池引流可显著降低术后脑脊液漏发生率，但鞍上区肿瘤并没有从腰大池引流中受益，这可能是由于所使用的带血管的局部皮瓣在鞍上区域最有效，但它们可能无法提供足够的覆盖范围来覆盖前后较大的缺陷。对于这项结果，应谨慎解读，因为这是一项单中心研究，使用了一种颅底重建方案；这些结果对不同颅底修复方法的适用性尚不确定。此外，两组病人术后脑脊液漏发生率均高于先前报道的用血管化局部皮瓣闭合缺损的脑脊液漏发生率。即便如此，对于高脑脊液漏风险的病人，可以预防性使用腰大池引流。

3.2 鼻腔填塞 在确定颅底重建中使用的材料后，大多数学者会为重建提供某种形式的物理支撑，以便有时间对缺损进行上皮化，并使鼻中隔皮瓣的粘膜与手术部位附近的粘膜整合，例如放置 Foley 导管或充气气囊以提供颅底修复的向上压力，或使用鼻卫生棉条或充气止血棉。在放置任何支撑材料之前，使用组织密封胶将鼻中隔皮瓣固定到颅底是常见的方法。为颅底重建提供支持的另一种技术是在硬膜下间隙放置镶嵌合成硬脑膜替代品并与鼻中隔皮瓣联合使用后，将粘体阔筋膜移植物缝合到硬脑膜缺损的边缘。Liu 等^[21]证实这种做法可降低术后脑脊液漏发生率。

4 展望

有效的颅底重建，对预防 EEA 术后脑脊液漏和脑膜炎至关重要。将鼻中隔皮瓣添加到多层闭合中是一项具有里程碑意义的技术创新，使术后脑脊液漏发生率低于 5%。术后是否常规进行腰大池引流，还需要进一步研究，但对部分病人是有益的。

【利益冲突声明】：本文不存在任何利益冲突。

【作者贡献声明】：曾福兵负责查阅文献、文章撰写；刘西参与修改文章；杨华东负责文章审校。

【参考文献】

[1] CONG Z, ZHU J, SUN H, *et al.* Endoscopic 1 $\frac{1}{2}$ - transseptal approach for pituitary surgery [J]. *Front Oncol*, 2023, 12: 7539-7546.
 [2] RUNGE A, RANDHAWA A, MAYO-PATIO M, *et al.* Diagnosis, treatment and follow-up of sinonasal leiomyomas: a systematic

review [J]. *Am J Rhinol Allergy*, 2023, 37(5): 586-592.
 [3] XIONG Y, LIU Y, XIN G, *et al.* Exploration of the causes of cerebrospinal fluid leakage after endoscopic endonasal surgery for sellar and suprasellar lesions and analysis of risk factors [J]. *Front Surg*, 2022, 9(1): 9-21.
 [4] BYUN YH, KANG H, KIM YH. Advances in pituitary surgery [J]. *Endocrinol Metab*, 2022, 37(4): 608-616.
 [5] MOON JH, KIM EH, KIM SH. Various modifications of a vascularized nasoseptal flap for repair of extensive skull base dural defects [J]. *J Neurosurg*, 2019, 132(2): 371-379.
 [6] CONGER A, ZHAO F, WANG X, *et al.* Evolution of the graded repair of CSF leaks and skull base defects in endonasal endoscopic tumor surgery: trends in repair failure and meningitis rates in 509 patients [J]. *J Neurosurg*, 2018, 130(3): 861-875.
 [7] SOLARI D, D'AVELLA E, AGRESTA G, *et al.* Endoscopic endonasal approach for infradiaphragmatic craniopharyngiomas: a multicentric Italian study [J]. *J Neurosurg*, 2022, 138(2): 522-532.
 [8] ZHOU Y, HEI Y, SOTO JM, *et al.* Clinical efficacy of the multilayered skull base reconstruction using in situ bone flap in endoscopic endonasal approach for craniopharyngioma [J]. *J Neurol Surg B Skull Base*, 2022, 83(S 02): e291-e297.
 [9] ALBONETTE-FELICIO T, MARTINEZ-PEREZ R, VANKOEVE-RING K, *et al.* Soft gasket seal reconstruction after endoscopic endonasal transtuberulum resection of craniopharyngiomas [J]. *World Neurosurg*, 2022, 162(1): e35-e40.
 [10] LUGINBUHL AJ, CAMPBELL PG, EVANS J, *et al.* Endoscopic repair of high-flow cranial base defects using a bilayer button [J]. *Laryngoscope*, 2010, 120(5): 876-880.
 [11] EL SAYED IH, JIAM NT, THEODOSOPOULOS PV, *et al.* Formal closure of endoscopic endonasal skull base defects with a "bow tie" triple layer graft [J]. *Laryngoscope*, 2022, 133(7): 1568-1575.
 [12] VILLALONGA JF, SOLARI D, CUOCUOLO R, *et al.* Clinical application of the "sellar barrier's concept" for predicting intraoperative CSF leak in endoscopic endonasal surgery for pituitary adenomas with a machine learning analysis [J]. *Front Surg*, 2022, 9(1): 934721-934728.
 [13] D'AVELLA E, SOLARI D, DE ROSA A, *et al.* The fate of fat graft in extended endoscopic transtuberulum-transplanum approaches [J]. *World Neurosurg*, 2022, 167(1): e590-e599.
 [14] LAVIGNE P, VEGA MB, AHMED OH, *et al.* Lateral nasal wall flap for endoscopic reconstruction of the skull base: anatomical study and clinical series [J]. *Int Forum Allergy Rhinol*, 2020, 10(5): 673-678.

- 2023, 330(9): 832-842.
- [22] MISTRY EA, MEHTA T, MISTRY A, *et al.* Blood pressure variability and neurologic outcome after endovascular thrombectomy: a secondary analysis of the BEST study [J]. *Stroke*, 2020, 51(2): 511-518.
- [23] LIEBESKIND DS, JOTTLER E, SHAPOVALOV Y, *et al.* Cerebral edema associated with large hemispheric infarction [J]. *Stroke*, 2019, 50(9): 2619-2625.
- [24] COOK AM, MORGAN JONES G, HAWRYLUK GWJ, *et al.* Guidelines for the acute treatment of cerebral edema in neurocritical care patients [J]. *Neurocrit Care*, 2020, 32(3): 647-666.
- [25] MOHNEY N, ALKHATIB O, KOCH S, *et al.* What is the role of hyperosmolar therapy in hemispheric stroke patients [J]. *Neurocrit Care*, 2020, 32(2): 609-619.
- [26] LIN J, FRONTERA JA. Decompressive hemicraniectomy for large hemispheric strokes [J]. *Stroke*, 2021, 52(4): 1500-1510.
- [27] KOO J, LEE J, LEE SH, *et al.* Does the size of unilateral decompressive craniectomy impact clinical outcomes in patients with intracranial mass effect after severe traumatic brain injury [J]. *Korean J Neurotrauma*, 2021, 17(1): 3-14.
- [28] WU L, WU D, YANG T, *et al.* Hypothermic neuroprotection against acute ischemic stroke: the 2019 update [J]. *J Cereb Blood Flow Metab*, 2020, 40(3): 461-481.
- [29] NEUGEBAUER H, SCHNEIDER H, BESEL J, *et al.* Outcomes of hypothermia in addition to decompressive hemicraniectomy in treatment of malignant middle cerebral artery stroke: a randomized clinical trial [J]. *JAMA Neurol*, 2019, 76(5): 571-579.
- [30] JHA RM, RANI A, DESAI SM, *et al.* Sulfonylurea receptor 1 in central nervous system injury: an updated review [J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22(21): 11899-11959.
- [31] KIMBERLY WT, BEVERS MB, VON KUMMER R, *et al.* Effect of IV glyburide on adjudicated edema endpoints in the GAMES-RP trial [J]. *Neurology*, 2018, 91(23): e2163-e2169.
- [32] FERREIRA-ATUESTA C, DOHLER N, ERDOLYI-CANAVESE B, *et al.* Seizures after ischemic stroke: a matched multicenter study [J]. *Ann Neurol*, 2021, 90(5): 808-820.
- [33] BAUTISTA C. Monitoring for poststroke seizures [J]. *Crit Care Nurs Clin*, 2020, 32(1): 85-95.
- [34] JONES FJS, SANCHES PR, SMITH JR, *et al.* Anticonvulsant primary and secondary prophylaxis for acute ischemic stroke patients: a decision analysis [J]. *Stroke*, 2021, 52(9): 2782-2791.
- [35] MIGDADY I, RUSSMAN A, BULETKO AB. Atrial fibrillation and ischemic stroke: a clinical review [J]. *Semin Neurol*, 2021, 41(4): 348-364.
- [36] WOLLER SC, STEVENS SM, KAPLAN D, *et al.* Apixaban compared with warfarin to prevent thrombosis in thrombotic antiphospholipid syndrome: a randomized trial [J]. *Blood Adv*, 2022, 6(6): 1661-1670.
- [37] KIMURA S, TOYODA K, YOSHIMURA S, *et al.* Practical "1-2-3-4-Day" rule for starting direct oral anticoagulants after ischemic stroke with atrial fibrillation: combined hospital-based cohort study [J]. *Stroke*, 2022, 53(5): 1540-1549.

(2023-12-12 收稿, 2024-01-08 修回)

(上接第 436 页)

- [15] GIURINTANO J, MCDERMOTT MW, EL-SAYED IH. Vascularised pericranial flap for endonasal anterior skull base reconstruction [J]. *J Neurol Surg B Skull Base*, 2022, 83(2): 133-136.
- [16] MATTAVELLI D, SCHREIBER A, VILLARET AB, *et al.* Complications and donor site morbidity of 3-layer reconstruction with iliotibial tract of the anterior skull base: retrospective analysis of 186 patients [J]. *HeadNeck*, 2018, 40(1): 63-69.
- [17] KIMURA T, YANO T, AKABANE A. Temporo-parietal muscle pedicle flap for reconstruction of the anterior skull base after resection of recurrent olfactory groove meningioma: a technical note [J]. *Br J Neurosurg*, 2023, 37(3): 499-502.
- [18] KAWSAR KA, LAND T, TSERMOULAS G, *et al.* Novel surgical treatment of recurrent CSF leak by temporoparietal temporalis myofascial flap: a series of 6 cases [J]. *World Neurosurg*, 2021, 147(1): 1-6.
- [19] KIM SH, LEE WJ, CHANG JH, *et al.* Anterior skull base reconstruction using an anterolateral thigh free flap [J]. *Arch Craniofac Surg*, 2021, 22(5): 232-238.
- [20] LIVINGSTON AJ, LAING B, ZWAGERMAN NT, *et al.* Lumbar drains: practical understanding and application for the otolaryngologist [J]. *Am J Otolaryngol*, 2020, 41(6): 102740-102746.
- [21] LIU Y, ZHENG T, LÜ WH, *et al.* Ambulatory surgery protocol for endoscopic endonasal resection of pituitary adenomas: a prospective single-arm trial with initial implementation experience [J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 1-9.

(2023-08-13 收稿, 2024-01-05 修回)