

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2025.03.024

❖ 临床医学研究 ❖

窦镰旁脑膜瘤切除术中静脉保护及大脑镰重建

唐晓平¹, 胡超¹, 赵龙¹, 彭华¹, 段宗锐¹, 王跃龙², 徐建国²

(1. 川北医学院附属医院神经外科, 四川南充 637000; 2. 四川大学华西医院神经外科, 四川成都 610041)

【摘要】目的: 探讨窦镰旁脑膜瘤手术切除术中静脉保护策略及大脑镰重建技术要点, 提高窦镰旁脑膜瘤的手术安全性, 改善预后。**方法:** 回顾性分析 56 例窦镰旁脑膜瘤患者的临床资料, 采用门诊随访的方式了解患者的恢复情况。总结静脉保护和大脑镰重建技术要点并结合文献进行讨论。**结果:** 56 例患者术后恢复良好, 无死亡病例; 其中 52 例患者术后 3 h 左右复查 CT 均无出血及严重脑水肿, 4 例患者有少许出血。8 例患者术后 3 d 左右出现不同程度的对侧肢体偏瘫, 13 例患者发生继发性癫痫, 经相应治疗后好转并得到控制。术前 KPS 评分为 (81.5 ± 6.7) 分, 随访 2 ~ 3 年, 随访 KPS 评分为 (90.3 ± 5.2) 分, 所有患者未见明显的肿瘤复发、无严重肢体瘫痪和顽固性癫痫等相关后遗症。**结论:** 累及矢状窦、大脑镰的脑膜瘤容易侵犯矢状窦及深部引流静脉, 术前应行有效影像学检查明确肿瘤与血管的位置关系, 做好术前预案; 术中充分暴露肿瘤与周围血管情况, 并尽可能保护引流静脉; 切除的大脑镰应予以重建, 总体效果良好。

【关键词】 窦镰旁脑膜瘤; 癫痫; 偏瘫; 显微外科

【中图分类号】 R615 **【文献标志码】** A

Venous protection and cerebral falx reconstruction during resection of parasagittal and falcine meningioma

TANG Xiao-ping¹, HU Chao¹, ZHAO Long¹, PENG Hua¹, DUAN Zong-kun¹, WANG Yue-long², XU Jian-guo²

(Department of Neurosurgery, 1. Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College, Nanchong 637000; 2. West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, Sichuan, China)

【Abstract】Objective: To summarize the strategies for venous protection and key techniques of falx reconstruction during the resection of parasagittal and falcine meningiomas, thereby improving surgical safety and prognosis. **Methods:** The Clinical data of 56 patients with parasagittal and falcine meningiomas were retrospectively reviewed. Patients' recovery was assessed via outpatient follow-up. Key technical points for venous protection and falx reconstruction were summarized and discussed alongside literature. **Results:** All 56 patients recovered well postoperatively, with no mortality. Among them, 52 patients showed no hemorrhage or severe cerebral edema on CT scans at approximately 3 hours postoperatively, while 4 had minor hemorrhage. 8 patients developed contralateral limb hemiplegia around postoperative day 3, and 13 experienced secondary epilepsy, all of which improved with treatment. The preoperative mean KPS score was 81.5 ± 6.7. After 2 ~ 3 years of follow-up, the mean KPS score increased to 90.3 ± 5.2. No tumor recurrence, severe paralysis, or intractable epilepsy was observed. **Conclusion:** Parasagittal and falcine meningiomas involving the sagittal sinus and deep draining veins require preoperative imaging to clarify tumor-vascular relationships and formulate surgical plans. Intraoperatively, adequate exposure of the tumor and surrounding vessels, meticulous protection of draining veins, and reconstruction of the resected falx are critical. These strategies ensure favorable overall outcome.

【Key words】 Parafunctal meningioma; Epilepsy; Hemiplegia; Microsurgery

脑膜瘤是中枢神经系统最常见的原发性肿瘤之一^[1], 通常为生长缓慢的良性肿瘤, 大部分通过治疗可以获得良好预后^[2]。窦镰旁是脑膜瘤常见的好发部位之一, 最大程度切除是主要的治疗方法, 但由于肿瘤往往与静脉窦及皮层引流静脉关系密切, 术中可能面临无法兼顾静脉保护和全切肿瘤的问题。窦镰旁脑膜瘤在手术切除方面仍然是一个挑

战, 术后可能会发生偏瘫、癫痫、感觉异常等并发症, 且有复发可能^[3]。目前国内针对窦镰旁脑膜瘤显微手术中静脉保护及大脑镰重建的技术要点鲜有报道。有研究^[4]表明, 术中未妥善保护引流静脉的患者术后出现脑肿胀、偏瘫等并发症的风险显著增加, 但未对静脉保护的操作细节详细报道。目前鲜见针对窦镰旁脑膜瘤术后大脑镰重建的技术要点及

临床意义的报道。基于此,本研究拟通过回顾性分析 56 例窦镰旁脑膜瘤的临床及随访资料,结合国内外文献报道,对窦镰旁脑膜瘤切除手术中静脉保护及大脑镰重建技术要点及临床意义进行总结。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2017 年 12 月至 2022 年 11 月川北医学院附属医院收治的 56 例窦镰旁脑膜瘤患者的临床资料。56 例患者中,男性 21 例,女性 35 例;发病年龄(57.6 ± 4.7)岁。56 例患者均行显微手术治疗且术后病理诊断为脑膜瘤。

1.2 临床表现

56 例患者中,以癫痫为首发症状的患者 12 例;以肢体感觉异常为首发症状的患者 4 例;有头痛、头晕表现的患者 48 例;无症状患者 5 例。

1.3 影像学资料

56 例患者术前均完善头颅 MRI 平扫 + 增强、MRV 检查。T1W1 呈稍低-等信号,T2W1 及 FLAIR 呈稍高-低混杂信号,增强扫描病灶可见较明显不均匀强化,并可见“脑膜尾征”。病变位于一侧大脑半球 42 例,双侧大脑半球 14 例。肿瘤直径(3.4 ± 1.2)cm,直径 < 3 cm 者 15 例,直径 > 3 cm 者 41 例。肿瘤形状呈圆形、椭圆形者 53 例,哑铃型 3 例。窦镰旁脑膜瘤与静脉、静脉窦及大脑镰关系密切,其生长可侵犯上矢状窦壁、压迫桥静脉引发静脉高压,可能穿透大脑镰形成双侧占位,治疗需综合评估静脉回流代偿与功能保护。术前使用 3D-slicer 软件进行肿瘤与血管重建。部分患者因肿瘤较大,瘤周血管关系复杂,加做了头颅 MRA 或 CTA 检查。

1.4 手术方式

1.4.1 手术体位所有患者使用三钉头架固定头颅,矢状窦前、中 1/3 肿瘤患者取仰卧位;中 1/3 者需抬高头部;后 1/3 者取侧俯卧位或半坐位。

1.4.2 肿瘤定位及头皮切口根据 MRI 测量数据定位肿瘤及功能区;利用神经导航准确定位。手术入路选择的原理是最接近病灶,易于显露和切除肿瘤,并利于保护重要血管和脑组织。骨瓣以肿瘤为中心,当肿瘤靠近中央旁小叶时,骨瓣应尽量开大,可避免为暴露肿瘤而切除或损伤重要的运动感觉皮质,开颅骨瓣应大于瘤体周边 1.0 ~ 2.0 cm;钻孔应位于矢状窦两侧,避免直接钻孔于在矢状窦或肿瘤正上方。

1.4.3 静脉保护策略在窦镰旁脑膜瘤手术中,硬脑膜切开方向一般从远离静脉窦的方向开始,最终向窦的方向翻转。硬脑膜从侧面向中间方向剪开,剪

开时避开粗大引流静脉,残留少许硬脑膜在粗大静脉上,硬脑膜需扩大切开至肿瘤边界外 1 ~ 2 cm 以充分显露术野。在显微镜下仔细观察肿瘤和矢状窦及引流静脉的关系,当肿瘤累及静脉窦时,依据 Sindou 分级采取保留窦壁(I - II 级)或窦重建(III - IV 级)策略,术中优先锐性分离静脉粘连并辅以 ICG 荧光造影实时监测静脉通畅性。肿瘤侵袭的引流静脉处理主要有以下几点:(1)用锐性分离、少牵拉静脉,从静脉上切肿瘤;(2)从中央沟静脉前后走向两旁切开蛛网膜,轻柔地将中央沟静脉游离,而后在其两侧分块切除肿瘤,避免该静脉有张力;(3)肿瘤切除后静脉下陷弯曲时,可用吸收性明胶海绵给予支撑;(4)引流静脉骑跨肿瘤时,应先分离静脉与肿瘤间的粘连,尽可能将静脉移位到肿瘤一侧,若分离困难,可先部分切除肿瘤,待压力下降后再分离引流静脉。少数侵袭性肿瘤与静脉粘连紧密导致分离困难,宁可残留少量肿瘤,也应避免损伤血管,切除肿瘤后明胶海绵填塞空腔支持游离静脉;(5)必要时烧灼需要保留的静脉小分支以使大静脉有更大的牵拉空间。

当术中出现窦破裂出血时,根据不同裂口情况具有不同策略:(1) < 0.5 cm 的裂口出血,用丝线于裂口两侧“8”字缝合,裂口上填塞明胶海绵或筋膜片后打结;(2)裂口 > 0.5 cm 或裂口边缘不整齐者,先用明胶海绵浸水后压迫破口,取适量大小脑膜补片先加盖于明胶海绵上,将补片边缘与硬膜缝合;(3)上矢状窦破裂出血,前 1/3 可予修补缝合,如张力较大不能修补可予结扎;后 2/3 破裂出血不能结扎,必须修补缝合;(4)长条损伤,可损伤附近翻转硬脑膜进行窦顶重建。

1.4.4 肿瘤切除与大脑镰的重建所有病例均严格遵循脑膜瘤显微手术原则,脑膜瘤切除的核心原则在于保护神经功能的前提下尽可能实现肿瘤全切除,术中需精细操作以减少脑组织牵拉,优先阻断肿瘤血供并沿瘤周分离,对于瘤体较大者需瘤内分块切除减小瘤体后再分离切断肿瘤基蒂。引流静脉骑跨肿瘤或被肿瘤包绕时,应从静脉上小心分块切除肿瘤,肿瘤基蒂累及的大脑镰予以切除。对静脉深部肿瘤采用“静脉优先”原则,即先游离静脉主干,再沿静脉边缘“蚕食”切除肿瘤,并结合显微操作技术及低功率超声刀吸引分块切除。根据大脑镰缺损范围选用自体筋膜或人工补片,以无张力方式缝合修复,若累及静脉窦需避免窦腔狭窄,辅以生物胶或带蒂筋膜瓣加固。切除肿瘤后悬空的引流静脉用明胶海绵予以填塞和支持。

1.5 术后治疗原则及随访复查

所有患者术后3 h复查头颅CT了解颅内情况,防治脑水肿、癫痫发作、血管痉挛、感染等并发症,伴有肢体功能障碍者,需辅以针对性的康复治疗。所有患者分别于术后1年、2年在门诊行头颅MRI或CT检查,并行KPS评分。

1.6 统计学分析

采用SPSS24.0软件对数据进行统计学分析。计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,组内比较采用配对样本 t 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 手术结果

52例术后3 h左右复查CT均无出血及严重脑水肿,4例有少许出血。8例术后3 d左右出现不同程度的对侧肢体偏瘫,13例发生不同类型的癫痫,经对症治疗后对侧肢体偏瘫好转同时癫痫也得到控制。随访2~3年,56例患者术后恢复良好,无死亡病例。术前KPS评分为(81.5 ± 6.7)分,随访2~3年,至末次随访,KPS评分为(90.3 ± 5.2)分($t = 5.3, P < 0.001$),所有患者未见明显的肿瘤复发,无严重肢体瘫痪和顽固性癫痫等相关后遗症。

2.2 典型病例

患者59岁女性,因“反复头晕3+年,加重3 d”入院。入院神经系统体格检查无阳性体征。头颅MRI,MRV检查提示:右侧额部大脑镰旁可见团块

状异常信号影,边界尚清,体积 $3.0 \text{ cm} \times 3.5 \text{ cm} \times 3.6 \text{ cm}$,T1W1呈稍低-等信号,T2W1及FLAIR呈稍高-低混杂信号,邻近脑实质轻度水肿,DWI示水分子部分弥散受限高信号,肿块突向颅内,邻近脑白质塌陷征,累及大脑镰、上矢状窦、顶部脑膜,增强扫描病灶可见较明显不均匀强化,并可见“脑膜尾征”(图1)。

手术治疗及随访:全麻后取仰卧位,导航定位病变位置,根据导航数据开一跨中线皮瓣,使用开颅动力系统形成跨中线骨瓣(图2A),悬吊硬脑膜满意后从侧面向中间方向剪开硬脑膜,剪开时避开粗大引流静脉或残留少许硬脑膜在粗大静脉上,显微镜下仔细观察病变与上矢状窦关系,术中见病变基底为大脑镰,侵蚀上矢状窦,且与部分引流静脉关系密切,术中仔细处理引流静脉及上矢状窦,逐步切除病变及肿瘤基底大脑镰,修补矢状窦,并且反复灼烧矢状窦基底,最后以硬脑膜补片修补大脑镰(图2B),极少部分肿瘤残留于上矢状窦及引流静脉。术后病理检查(图2C)提示“额部窦镰旁”脑膜瘤(WHO I级)。术后3 d复查头颅MRI(图3A-C),未见出血及明显肿瘤残留。但考虑术中引流静脉及上矢状窦少部分肿瘤残留,故予以伽马刀放射治疗。术后1年复查头颅MRI平扫及增强检查(图4A-C),未见肿瘤复发。术后随访2年,肿瘤未见复发,无术后并发症。

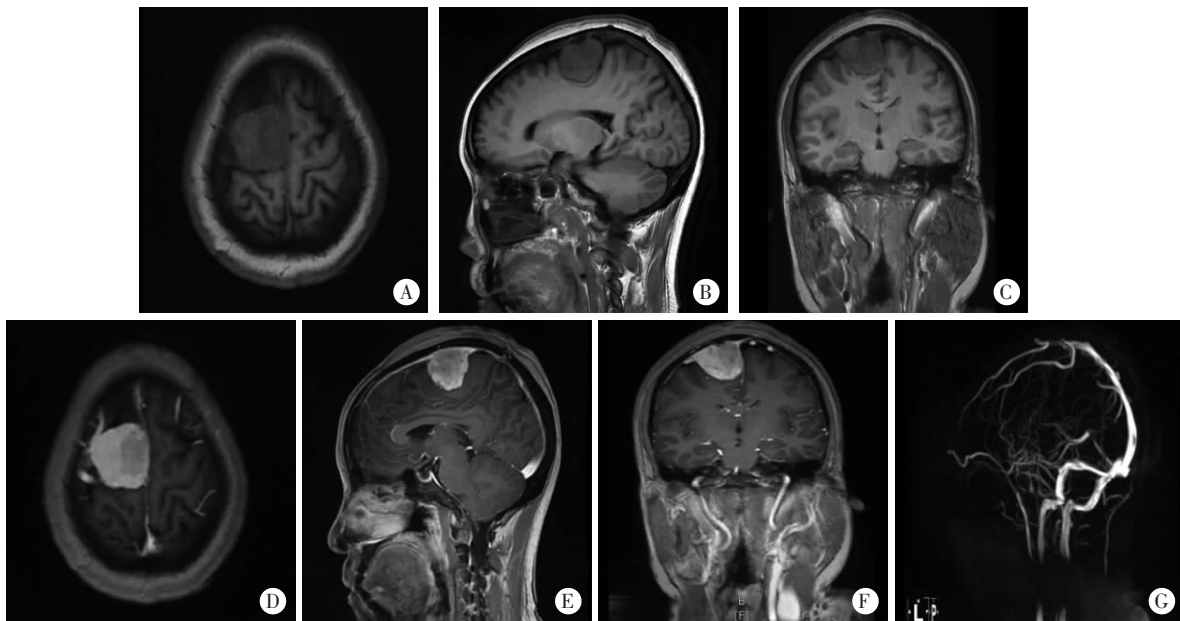


图1 典型病例窦镰旁脑膜瘤手术前影像学图片

A-C. 头颅MRI平扫的轴位、矢状位、冠状位影像图片,T1W1呈稍低-等信号,肿块突向颅内,邻近脑白质塌陷征;D-F. 头颅MRI增强扫描的轴位、矢状位、冠状位影像图片,肿块累及大脑镰、上矢状窦、顶部脑膜,并可见“脑膜尾征”;G. MRV影像图片,可见上矢状窦前面部分不显影。

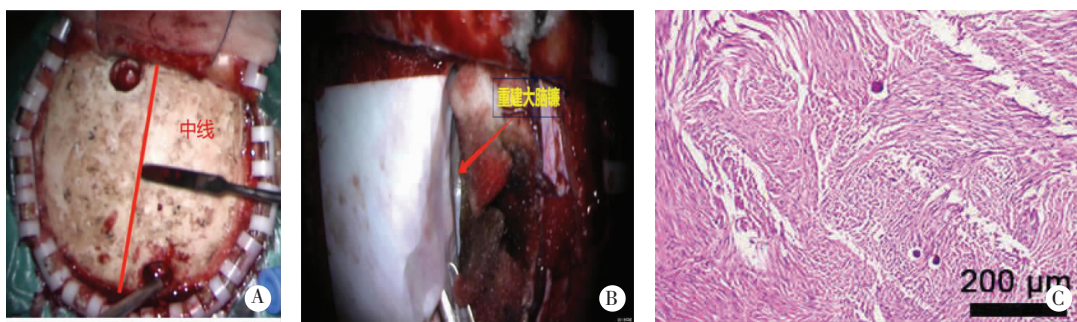


图2 术中图及术后病理检查图

A. 开颅皮瓣、骨窗;B. 人工硬脑膜重建大脑镰;C. 术后病理检查提示脑膜瘤(HE×200)。

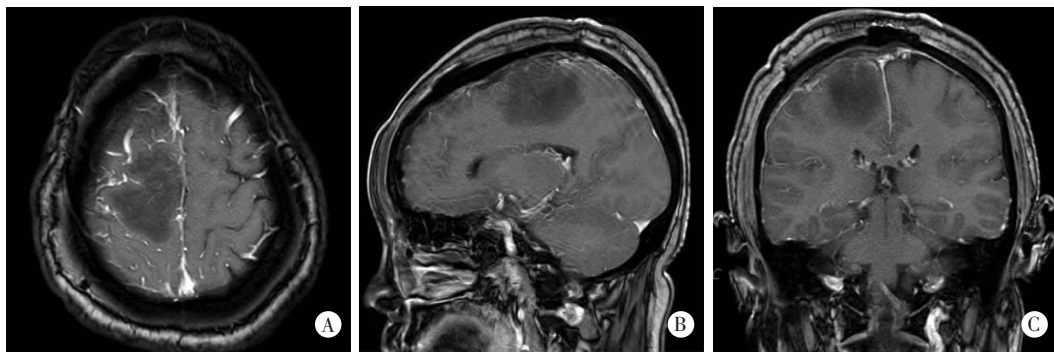


图3 术后3 d复查头颅MRI

A. 轴位见肿瘤已被完全切除,术区水肿反应,并可见重建后的大脑镰存在;B. 矢状位显示肿瘤已被完全切除,术区水肿存在;C. 冠状位显示肿瘤完全切除,术区水肿并见重建后的大脑镰存在。

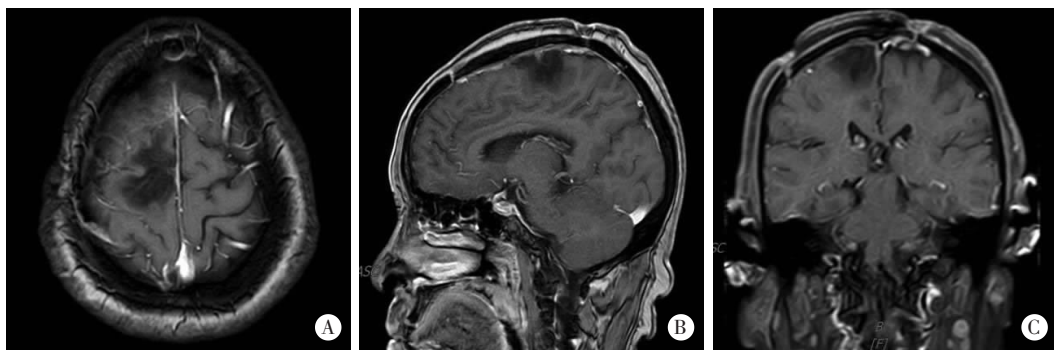


图4 术后1年复查头颅MRI

A. 轴位未见明显肿瘤复发,重建后的大脑镰清楚显示;B. 矢状位未见明显肿瘤复发;C. 冠状位未见明显肿瘤复发,可见重建大脑镰。

3 讨论

镰旁脑膜瘤是起源于大脑镰的脑膜瘤,完全被脑实质覆盖,矢状窦旁脑膜瘤定义为充满矢状旁角的肿瘤,脑膜瘤和上矢状窦之间无脑实质,与镰旁脑膜瘤一起称为窦镰旁脑膜瘤,为第二常见的颅内脑膜瘤^[5]。因其常与静脉、静脉窦及大脑镰关系密切,其生长可侵犯上矢状窦壁,导致矢状窦狭窄甚至闭塞,压迫桥静脉引发静脉高压进而影响矢状窦周围的静脉回流,且可能涉及重要的外周引流,静脉窦镰旁脑膜瘤的治疗具有挑战性^[6-7]。窦镰旁区域解剖结构复杂,涉及重要的功能区和丰富的引流静脉,这些静脉对脑部的血液回流起着关键作用。一旦静

脉受损,可能导致局部血液回流障碍,引发脑组织淤血、水肿,进而引起严重的神经功能缺损症状,甚至可能危及生命。因此,术中对相关引流静脉的保护就显得尤为的重要。

上矢状窦起源于额骨盲孔后方6.05 mm,通常位于矢状骨缝合线的右侧,但一般不超过11 mm,总长度321~357 mm。平均为(338.8±4.3)mm,在冠状缝上矢状窦的宽为2.3 mm;高为3.8 mm;在顶部其宽为9.0 mm,高为5.6 mm;在窦汇上部其宽为11 mm,高为8 mm,平均每半球前额叶区有6.5条静脉引流,后额叶区有3条静脉引流,每个顶叶区有4条静脉引流,每个枕区有1条静脉引流,最终上矢状窦血液主要流入横窦^[8-9]。

上矢状窦是脑静脉系统的重要组成部分,其位置是可变的,神经外科医生必须了解窦和引流静脉的正常过程和变化,适当的制定术前手术计划及需要采用的手术操作方式^[9]。根据窦镰旁脑膜的解剖特点,施术者需彻底了解并小心谨慎地避免静脉和支流损伤可能会获得良好的功能结果,而任何静脉的无意损伤都可能导致静脉血栓形成并带来毁灭性的结果^[10]。位于矢状窦附件的引流静脉对平衡脑血液循环具有重要作用,一旦损伤,就有可能破坏重新形成的血液循环,造成术后血肿、局部充血、静脉性梗死,甚至是恶性颅高压,增加术后的致残率和死亡率^[11]。因此,有效的静脉保护有助于维持脑部正常的血液循环和生理功能,降低术后并发症的发生风险,改善患者的预后和生活质量。

大脑镰是镰刀状的硬脑膜结构,延伸至纵裂中,将左右大脑半球分开,作为硬脑膜结构,其表面光滑,无血管和其它重要结构。大脑镰比周围组织更硬,通过抑制颅骨内的大脑运动来支撑大脑,发挥着至关重要的作用。大脑镰的核心作用是分隔左右大脑半球、固定脑组织、保护血管及参与脑脊液循环,其结构虽简单,但对维持脑部稳定性、减少损伤风险及调节颅内环境至关重要^[12-14]。大脑镰作为脑膜瘤的常见发生部位,大脑镰旁脑膜瘤一个重要的临床症状是癫痫发作,多以对侧肢体或面部局限性发作开始,逐渐形成全身大发作^[4]。本研究中有 12 例患者因癫痫发作入院,均行手术治疗,肿瘤连同所累及大脑镰一并切除。目前尚无阐述大脑镰重建的意义的相关研究,本课题组认为大脑镰的缺损可能导致双侧大脑半球的异常接触,从而导致大脑皮层的异常放电进而引发癫痫。56 例窦镰旁脑膜瘤切除肿瘤及大脑镰后,使用脑膜补片修补大脑镰,以预防癫痫发作。窦镰旁脑膜瘤术后对大脑镰的重建有着重要的意义,不仅有助于解剖修复,也是功能恢复和长期预后的保障。本研究发现通过重建大脑镰,首先能维持颅内结构稳定,预防脑疝、癫痫等严重并发症;其次,通过彻底切除受累组织,降低肿瘤复发率;此外,保护神经血管功能,减少术后残疾风险;最后,优化脑脊液循环,改善患者生活质量。结合患者术后随访,13 例患者术后发生不同类型的癫痫,经相应治疗后好转。所有患者随访 2~3 年,至末次随访,肿瘤未见明显复发,无顽固性癫痫,预后良好。

综上,窦镰旁脑膜瘤术前进行充分的影像学评

估,针对不同患者采取个性化的手术操作策略及术中仔细保护静脉、行大脑镰的重建,有效的避免了术后严重并发症,可获得良好的治疗效果。

参考文献

- [1] Ostrom QT, Price M, Neff C, et al. CBTRUS statistical report: primary brain and other central nervous system tumors diagnosed in the United States in 2015 - 2019 [J]. *Neuro-oncology*, 2022, 24 (Suppl 5): v1 - v95.
- [2] Boetto J, Birzu C, Kalamarides M, et al. Meningiomas: a review of current knowledge [J]. *La Revue de Medecine Interne*, 2022, 43 (2): 98 - 105.
- [3] Cucu AI, Turliuc MD, Costea CF, et al. Tumor recurrence in parasagittal and falx atypical meningiomas invading the superior sagittal sinus [J]. *Revue Roumaine de Morphologie et Embryologie*, 2020, 61 (2): 385 - 395.
- [4] 王孟阳. 窦镰旁脑膜瘤周引流静脉的保护及其显微神经外科治疗 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2013.
- [5] Martz N, Salleron J, Dhermain F, et al. Target volume delineation for radiotherapy of meningiomas: an ANOCEF consensus guideline [J]. *Radiation Oncology*, 2023, 18 (1): 113.
- [6] Chen WW, Wang Y, Hu YC, et al. Analysis of the common complications and recurrence-related factors of superior parasagittal sinus meningioma [J]. *Frontiers in Surgery*, 2023, 9: 1023021.
- [7] Duan Z, Zhou C, Yan X, et al. Efficacy and safety of a "radical" surgical strategy in the treatment of parasagittal sinus meningioma [J]. *Frontiers in Neurology*, 2024, 15: 1364917.
- [8] Patchana T, Zampella B, Berry JA, et al. Superior sagittal sinus: a review of the history, surgical considerations, and pathology [J]. *Cureus*, 2019, 11 (5): e4597.
- [9] Bruno-Mascarenhas MA, Ramesh VG, Venkatraman S, et al. Microsurgical anatomy of the superior sagittal sinus and draining veins [J]. *Neurology India*, 2017, 65 (4): 794 - 800.
- [10] Letchuman V, Donohoe C. Neuroanatomy, superior sagittal sinus [J].
- [11] Peng T, Zhang Z, Zu B, et al. Successful endovascular therapy for an adolescent patient with cerebral venous sinus thrombosis: a case report [J]. *Medicine*, 2021, 100 (35): e27024.
- [12] Walsh DR, Ross AM, Newport DT, et al. Mechanical characterisation of the human Dura mater, Falx cerebri and superior sagittal sinus [J]. *Acta Biomaterialia*, 2021, 134: 388 - 400.
- [13] Fitzpatrick Z, Zanluqui NG, Rosenblum JS, et al. Venous-plexus-associated lymphoid hubs support meningeal humoral immunity [J]. *Nature*, 2024, 628 (8008): 612 - 619.
- [14] Glaister J, Carass A, Pham DL, et al. Falx cerebri segmentation via multi-atlas boundary fusion [J]. *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention*, 2017, 10433: 92 - 99.

(收稿日期: 2024 - 12 - 24

修回日期: 2025 - 01 - 05)