

神经病学

DOI:10.13406/j.cnki.cyx.000585

超声外科吸引器在矢状窦、大脑镰旁大脑膜瘤切除术的应用

张 超, 谢廷凤, 詹 彦, 伏鹏飞, 石全红

(重庆医科大学附属第一医院神经外科, 重庆 400016)

【摘要】目的:探讨超声外科吸引器(cavitron ultrasonic surgical aspirator, CUSA)在矢状窦、大脑镰旁脑膜瘤切除术中的应用及临床意义。**方法:**回顾性分析 51 例矢状窦、大脑镰旁脑膜瘤病历资料, 根据是否应用 CUSA 分成 A、B 两组, A 组 27 例运用 CUSA 结合双极电凝行矢状窦、大脑镰旁脑膜瘤切除, B 组 24 例组织剪结合双极电凝常规肿瘤切除。比较两组肿瘤切除率、手术时间、术中出血量、术后颅内压(intracranial pressure, ICP)、住院时间、甘露醇剂量、迟发性脑出血例数的统计学差异, 并评估分析。**结果:**Simpson 切除标准 I、II、III 级 A 组分别为 23、3、1 例, B 组为 15、5、4 例, 两组切除率无统计学差异 ($P=0.125$); A 组平均住院时间 (15.11 ± 2.50) d, B 组 (19.71 ± 4.79) d, 组间有统计学意义 ($P=0.019$); 在出血量、手术时间上, A 组分别为 (631.48 ± 240.65) ml、(4.27 ± 0.27) h, B 组为 (1050.00 ± 521.70) ml、(4.86 ± 0.54) h, 差异均有统计学意义 ($P=0.006$, $P=0.029$); ICP 方面, 6 h 内两组差异不明显 ($P=0.138$); 6~72 h 及 72 h 后 A 组分别为 (11.30 ± 3.81 mmHg、 12.59 ± 5.52 mmHg), B 组为 (13.96 ± 9.95 mmHg、 16.83 ± 8.98 mmHg), 具有统计学差异 ($P=0.011$, $P=0.031$)。其中 A 组 1 例发生急性肾功能衰竭, 无迟发性脑出血; B 组 4 例发生急性肾功能衰竭, 迟发性脑出血 5 例, 3 例行开颅血肿清除术。3 个月随访, A 组恢复良好 24 例, 恢复较差 3 例, 无病重及死亡病例, 组间有统计学差异 ($P=0.022$)。**结论:**在矢状窦、大脑镰旁脑膜瘤切除术中, 虽不能提高肿瘤切除率, 但 CUSA 仍是一种实用而且有效的技术, 能缩短手术时间、降低术后并发症, 提高手术疗效, 预后更佳。

【关键词】超声外科吸引器; 矢状窦; 大脑镰; 脑膜瘤**【中图分类号】**R651.1*1**【文献标志码】**A**【收稿日期】**2014-08-25

作者介绍: 张 超, Email: 380721595@qq.com,

研究方向: 功能神经外科方向。

通信作者: 石全红, Email: 417149803@qq.com。

基金项目: 重庆市卫生局重点资助项目 (编号: 2013-1-005); 国家临

床重点专科建设经费资助项目 (编号: 财社[2011]170 号)。

优先出版: <http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1046.r.20150403.0915.006.html>
(2015-04-03)

- [3] Celebisoy N, Gökceay F, Sirin H, et al. Migrainous vertigo: clinical, oculographic and posturographic findings[J]. Cephalalgia, 2008, 28(1): 72-77.
- [4] Van Ombergen A, Van Rompaey V, Van de Heyning P, et al. Vestibular migraine in an otolaryngology clinic: prevalence, associated symptoms, and prophylactic medication effectiveness[J]. Otol Neurotol, 2015, 36(1): 133-138.
- [5] Lipton RB. Chronic migraine, classification, differential diagnosis, and epidemiology[J]. Headache, 2011, 51(s2): 77-83.
- [6] Roh JK, Kim JS, Ahn YO. Epidemiologic and clinical characteristics of migraine and tension-type headache in Korea[J]. Headache, 1998, 38(5): 356-365.
- [7] Rasmussen BK, Olesen J. Migraine with aura and migraine without aura: an epidemiological study[J]. Cephalalgia, 1992, 12(4): 221-228.

- [8] Wang Y, Zhou J, Fan X, et al. Classification and clinical features of headache patients: an outpatient clinic study from China[J]. J Headache Pain, 2011, 12(5): 561-567.
- [9] Yu S, Liu R, Zhao G, et al. The prevalence and burden of primary headaches in China: a population-based door-to-door survey[J]. Headache, 2012, 52(4): 582-591.
- [10] Wang SJ, Fuh JL, Young YH, et al. Prevalence of migraine in Taipei, Taiwan: a population-based survey[J]. Cephalalgia, 2000, 20(6): 566-572.
- [11] Neuhauser H, Lempert T. Vertigo and dizziness related to migraine: a diagnostic challenge[J]. Cephalalgia, 2004, 24(2): 83-91.
- [12] von Brevin M, Radtke A, Clarke AH, et al. Migrainous vertigo presenting as episodic positional vertigo[J]. Neurology, 2004, 62(3): 469-472.

(责任编辑: 冉明会)

Application of CUSA in large meningioma resection beside the sagittal sinus and cerebral falx

Zhang Chao, Xie Yanfeng, Zhan Yan, Fu Pengfei, Shi Quanhong

(Department of Neurosurgery, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University)

[Abstract] **Objective:** To discuss the clinical significance and application of cavitron ultrasonic surgical aspirator (CUSA) in meningioma beside the sagittal sinus and falx cerebri resection. **Methods:** Fifty-one cases of meningioma beside the sagittal sinus and falx cerebri in our hospital were divided into A, B groups depending on the application of CUSA by retrospective analysis. Twenty-seven cases using CUSA with bipolar electric coagulation resection were enrolled in A group, 24 cases using tissue scissors with bipolar coagulation conventional resection were enrolled in B group. Tumor resection rate, operative time, blood loss, postoperative intracranial pressure (ICP), average hospitalization time, mannitol dose, delayed cerebral hemorrhage were compared between two groups. **Results:** Based on Simpson standard I, II, III (grade), there were 23, 3, 1 (case) in group A while 15, 5, 4 in group B; there was no difference in removal rate between two groups ($P=0.125$). The average hospitalization time of group A and group B was (15.11 ± 2.50) d and (19.71 ± 4.79) d, respectively, with statistically significant differences between groups A and B ($P=0.019$). The operative time was (4.27 ± 0.27) h and (4.86 ± 0.54) h, respectively. The blood was (631.48 ± 240.65) ml and (1050.00 ± 521.70) ml, respectively, with statistically significant differences between groups A and B ($P=0.006$, $P=0.029$). There was no significant difference in ICP within 6 h between two groups ($P=0.138$). The ICP was (11.30 ± 3.81) mmHg and (12.59 ± 5.52) mmHg in group A within 6–72 h and at 72 h after operation; the ICP was (13.96 ± 9.95) mmHg and (16.83 ± 8.98) mmHg in group B within 6–72 h and at 72 h after operation, with statistically significant differences between groups A and B ($P=0.011$, $P=0.031$). One case of acute renal failure and no case of delayed cerebral hemorrhage were observed in group A. Four cases of acute renal failure and five cases of delayed cerebral hemorrhage were observed in group B, among which three cases underwent removal of hematoma craniotomy. In 3-month follow-up, 24 cases recovered well and 3 cases recovered poorly in group A. No death case and serious case was observed. **Conclusion:** In meningioma beside the sagittal sinus and falx cerebri resection, although we can not increase the rate of tumor resection, CUSA is still a practical and effective technology that can shorten the operation time, reduce complications, improve surgical outcome and prognosis.

[Key words] cavitron ultrasonic surgical aspirator; sagittal sinus; falx; meningioma

超声外科吸引器 (cavitron ultrasonic surgical aspirator, CUSA) 广泛应用于外科手术中。神经外科主要应用于胶质瘤及听神经瘤的切除, 目前国内尚无有关 CUSA 在矢状窦、大脑镰旁脑膜瘤切除的报道。显微手术分块切除是大脑膜瘤 (影像学最大层面直径 ≥ 5 cm) 的首选治疗^[1-2], 此类肿瘤血供丰富、常位于重要脑功能区, 尤其是矢状窦、大脑镰旁脑膜瘤常比邻重要的引流静脉, 手术难度极大, 风险极高^[3]。术中引入 CUSA 是否能够提高肿瘤切除率, 降低术后并发症, 提高预后, 值得探讨。本研究回顾分析重庆医科大学附属第一医院神经外科 2011 年 5 月至 2013 年 5 月之间 51 例矢状窦、大脑镰旁大脑膜瘤的手术治疗, 并根据手术时间、术中出血、术后颅内压 (intracranial pressure, ICP) 等分析 CUSA 在显微神经外科的作用及意义。

1 资料与方法

1.1 一般资料

病例纳入标准: ①术前 MRI 符合脑膜瘤表现, 病检结果为脑膜瘤 (WHO I 级), MRI/MRV 证实为矢状窦、大脑镰旁单

发脑膜瘤, 侵及矢状窦者, 矢状窦通畅; ②肿瘤影像学最大直径 ≥ 5 cm^[2]; ③未合并心肺肾等严重基础疾病; ④术前未行伽马刀等放射治疗; ⑤经 CT 或 MRI 证实患者神经功能障碍非其他病灶或因素引起; ⑥非急诊手术。

排除标准: ①不符合纳入标准; ②未手术治疗。按此标准, 共 51 例入选, 将应用 CUSA 病例归为 A 组, 未应用归为 B 组, 其中 A 组 27 例, 平均年龄 (51.3 ± 11.6) 岁, 男 10 例, 女 17 例, 肿瘤直径为 (6.65 ± 1.89) cm; B 组 24 例, 平均年龄 (52.6 ± 8.6) 岁, 男 13 例, 女 11 例, 肿瘤直径为 (6.13 ± 1.20) cm。临床表现: 27 例以恶心、呕吐等颅内压升高为主要表现, 15 例以肢体麻木、偏瘫等神经功能障碍入院, 9 例以癫痫起病入院, A 组分别为 13、9、5 例; B 组 14、6、4 例。2 组患者年龄、肿瘤大小、临床表现比较差异无统计学意义 (见表 1), 故分组均衡。

表 1 一般资料及临床表现对比分析
Tab.1 Comparison on general information and clinical manifestation between two groups

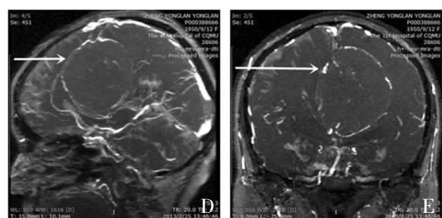
评价指标	A组	B组	统计量值	P 值
	27例	24例		
年龄 (岁) ($\bar{x} \pm s$)	51.3 ± 11.6	52.6 ± 8.6	$t=-0.445$	0.445
肿瘤直径 (cm) ($\bar{x} \pm s$)	6.65 ± 1.89	6.13 ± 1.20	$t=1.163$	0.139
颅内压增高起病例数 (%)	13 (48.15)	14 (58.33)	$\chi^2=0.981$	0.322
神经功能障碍起病例数 (%)	9 (33.33)	6 (25.00)	$\chi^2=0.425$	0.514
癫痫起病例数 (%)	5 (18.52)	4 (16.67)	$\chi^2=0.300$	0.863

1.2 影像学资料

51 例患者行 MRI 检查, T1WI 以等信号为主, 部分呈混杂信号, T2WI 呈等、稍高信号, 均强化明显且均一, 均为宽基底, 可见“脑膜尾征”。MRA/MRV 可见矢状窦尚通畅; 血供主要来自脑膜、大脑前动脉及其分支(图 1)。



A、B、C 为该患者头颅 MRI 增强冠状面、矢状面及水平面结果, 如箭头所示, 可见左额部下矢状窦、大脑镰旁大脑膜瘤, 占位效应明显



D、E 为该患者头颅 MRV, 箭头所指, 可见肿瘤血供丰富且下矢状窦明显受压



F、G、H 所示为该患者头颅 MRA, 双侧大脑前动脉受压向右侧推移, 左侧大脑前动脉分支包绕肿瘤, 其小分支参与肿瘤血供

图 1 术前头颅 MRI

Fig.1 The pre-operative cerebral MRI

1.3 手术方法

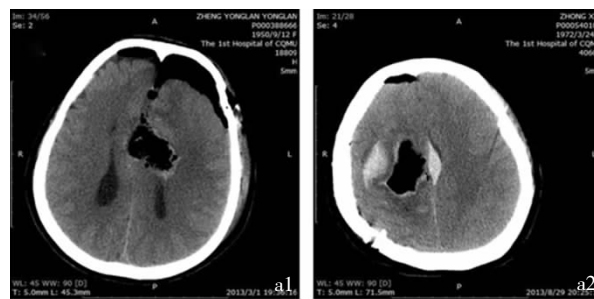
所有病例术前根据影像学所示脑水肿程度予以甘露醇、激素治疗。术前根据影像学肿瘤部位设计最佳头皮瓣, 全麻成功后, 根据设计皮瓣入颅, 剪开硬脑膜, 充分暴露肿瘤, 以棉片保护脑组织及硬脑膜, 术中引入显微镜。术毕均留置颅内压探头。

A 组: 术中引入 CUSA 吸出瘤体内组织, 对肿瘤进行分块切除, 结合双极电凝对创面止血, 仔细辨别并分离被肿瘤压迫、推移或包裹的血管, 若肿瘤侵入矢状窦内部, 则不再冒险强行切除。

B 组: 显微镜下, 组织剪结合双极电凝常规行肿瘤分块切除。肿瘤切除后常规止血。

1.4 术后治疗

A、B 2 组术后监测 ICP 5 d, 定期复查头颅 CT 监测脑水肿, 予以甘露醇减轻脑水肿, 监测肾功能。若发生迟发性脑出血, 止血对症, 必要时行血肿清除术。



a1、a2 分别为 A、B 组术后 6 h CT, 可见 a2 术区出血

图 2 术后头颅 CT

Fig.2 The post-operative cerebral CT

1.5 评价指标

①根据 Simpson^[2]切除分级标准, 评定 A、B 2 组肿瘤切除率。②对比分析 A、B 两组的手术时间、平均失血量、住院时间、ICP、监测迟发性脑出血病例数、使用甘露醇次数及急性肾功能衰竭。③根据 KPS 功能评分标准, 将随访结果分为恢复良好(60~100 分)、恢复较差(30~50 分)、病重(10~20 分)、死亡(0 分)。

1.6 统计学方法

采用 SPSS 19.0 进行数据分析, 计量资料以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 通过 t 检验进行统计学分析。计数资料采用 χ^2 检验, $1 \leq T < 5$ 采用校正 χ^2 检验, $T < 1$ 采用 Fisher's 精确概率法检验。3 个月随访 KPS 采用 Wilcoxon 秩和检验, 检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

按照 Simpson^[2]切除分级标准, 2 组切除率无明显统计学意义 ($P=0.125$), 见表 2。本次分析设定甘露醇 125 ml 为一次用量。故与 B 组比较, 可见 A 组手术时间更短 ($t=-4.96, P=0.006$); 平均失血量少 ($t=-3.75, P=0.029$); 住院时间均明显缩短 ($t=-4.36, P=0.019$); 甘露醇使用次数明显减少 ($t=-6.04, P=0.010$); 迟发性脑出血发生率更低 ($P=0.018$), 差异均有统计学意义。肾功能损害率无统计学意义 ($\chi^2=1.17, P=0.279$); 术后 ICP 监测可见 6 h 内 2 组无明显差别 ($P=0.138$); 6 h 后均开始升高, 72 h 达峰值, A 组较 B 组更低 ($P=0.011, P=0.031$); 随访 3 个月, 经 Wilcoxon 秩和检验显示 A 组优于 B 组 ($u=-2.296, P=0.022$) (表 3~表 5)。

表 2 2 组切除率比较

Tab.2 Comparison on resection rate between groups A and B

组别	例数	Simpson I 级	Simpson II 级	Simpson III 级
A 组	27	23 (85.19)	3 (11.11)	1 (3.7)
B 组	24	15 (62.5)	5 (20.83)	4 (16.67)

注: 经校正 χ^2 检验, A、B 组比较 ($\chi^2=2.352, P=0.125$)

表 3 2 组手术时间、术中出血及术后围手术期结果

Tab.3 Comparison on operative time, intra-operative blood loss and peri-operative results between groups A and B

评价指标	A组	B组	统计量值	P 值
	27例	24例		
手术时间(h)($\bar{x} \pm s$)	4.27 $\pm$ 0.27	4.86 $\pm$ 0.54	$t=-4.96$	0.006
平均失血量(ml)($\bar{x} \pm s$)	631.48 $\pm$ 240.65	1 050.00 $\pm$ 521.70	$t=-3.75$	0.029
平均住院时间(d)($\bar{x} \pm s$)	15.11 $\pm$ 2.50	19.71 $\pm$ 4.79	$t=-4.36$	0.019
甘露醇次数(次)(%)	19.85 $\pm$ 4.79	31.71 $\pm$ 8.85	$t=-6.04$	0.010
急性肾功能衰竭(%)	1 (3.70)	4 (16.67)	校正 $\chi^2=1.17$	0.279
迟发性脑出血例数(%)	0	5 (20.83)	—	0.018*

注:a, Fisher's 精确概率法检验

表 4 2 组术后 ICP 总体观察结果 ($\bar{x} \pm s$)Tab.4 Postoperative observation of ICP between two groups ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	ICP ($t < 6$ h)	ICP (6 h $< t < 72$ h)	ICP ($t > 72$ h)
A组	27	4.26 $\pm$ 3.97	11.30 $\pm$ 3.81	12.59 $\pm$ 5.52
B组	24	4.58 $\pm$ 5.21	13.96 $\pm$ 9.95	16.83 $\pm$ 8.98
t 值		-0.25	-1.29	-2.06
P 值		0.138	0.011	0.031

表 5 3 个月随访, KPS 功能评分对比分析

Tab.5 Analysis of function of KPS in 3-month follow-up

组别	例数	恢复良好	恢复较差	病重
A组	27	24 (88.89)	3 (11.11)	0
B组	24	15 (62.50)	6 (25.00)	3 (12.50)

注:A、B 组均无死亡病例, 经 Wilcoxon 秩和检验 ($u=-2.296, P=0.022$)

3 讨论

CUSA的原理是高频振动震碎肿瘤组织,保留有直径 >1 mm的血管(震荡强度 $<50\%$ 时)及神经组织,结合冲洗、吸引,达到切除肿瘤的目的^[4],神经外科主要用于胶质瘤、神经鞘瘤^[4,9],国内尚无在脑膜瘤切除中的报道。矢状窦旁、大脑镰旁脑膜瘤根据生长部位及大小(尤其最大直径 ≥ 5 cm^[2]),手术是主要的治疗方式^[5-6]。矢状窦、大脑镰旁脑膜瘤血供丰富,与大脑前动脉及其分支关系密切。CUSA对该血管及分支的保护,直接影响术后恢复^[7]。有研究表明CUSA对颅内肿瘤的作用是肯定的,具有降低出血量、手术视野清晰之特点^[4,8-9]。矢状窦、大脑镰旁脑膜瘤的特点为出血量大;术中控制出血可极大降低术后并发症。本研究从手术效果、术后并发症多方面对比分析矢状窦、大脑镰旁脑膜瘤术中CUSA的应用,明确其在矢状窦、大脑镰旁脑膜瘤切除的意义。

3.1 MRI 与肿瘤质地

本研究中头颅MRI增强表现为均一强化,可见“脑膜尾征”。经我科2位以上神经外科教授指导:依据MRI表现尚不能肯定肿瘤质地,需术中明确,CUSA应用于质地韧或硬的肿瘤,更能表现出其优势。本研究认为质地较软肿瘤,普通吸引器已能吸除肿瘤组织,而质地韧或硬者,单靠其吸引力及弹簧剪,肿瘤切除极困难,手术时间明显延长、出血更多,尤其是位置深、血供丰富的肿瘤。CUSA震碎肿瘤组织,保留弹性血管及神经组织,更能到达切除肿瘤而减少对血管损伤的目的^[4]。故质地较硬脑膜瘤切除中,CUSA较传统切除方法更具有优势。

3.2 术中效果评估、肿瘤切除率

矢状窦、大脑镰旁脑膜瘤血供丰富,以大脑前动脉及分支多见,减少术中对该血管的损伤对改善预后极为重要^[8],且位置越深,极易造成该血管的损伤,出血明显增多,极大影响了手术时间,二者互为因果关系。本研究结果表明A组手术效果更佳,根据CUSA震碎肿瘤组织,保留弹性血管等原理^[9],术中最大程度减少对血管损伤,保护脑组织,符合显微神经外科微创理论要求。而组织剪分块切除肿瘤组织,创面大、出血多,手术时间延长;矢状窦、大脑镰旁脑膜瘤质地较韧、硬时,组织剪仅能起辅助双极电凝分块切除的作用。由上可知,CUSA能缩短手术时间,减少术中出血,极大提高手术效率,为术后恢复奠定坚实基础。但二者均是瘤内分块切除,且对侵入窦内肿瘤组织意义不大,在肿瘤切除率上,两组无明显统计学差异。

3.3 术后脑水肿与瘤周静脉保护

术中静脉保护与脑水肿程度密不可分,保证重要静脉回流通畅,是手术成败的关键^[3,8,10],损伤引流静脉易导致静脉血栓形成^[10-11]及加重术后脑水肿^[12-13]。术后脑水肿监测主要依靠ICP及影像学结果。本研

究采用美国强生公司 Codman ICP 监护系统,A、B 组在 6 h 内 ICP 均较低,差别不明显,考虑术区残腔代偿,体积缓冲能力增强,术中脑脊液流失等因素引起^[2];6~72 h 及 72 h 后 A 组分别为 (11.30 ± 3.81) mmHg、 (12.59 ± 5.52) mmHg,B 组为 (13.96 ± 9.95) mmHg、 (16.83 ± 8.98) mmHg;可见 6 h 后 ICP 逐渐升高,B 组升高幅度及峰值较 A 组高,A 组脑水肿程度较 B 组低。根据 CUSA 原理推断机制为:CUSA 震碎肿瘤细胞、保留弹性血管(直径>1 mm 的血管^[4])、吸出肿瘤组织,余肿瘤及包膜塌陷,周围间隙分离肿瘤^[9],保护瘤周静脉,减少出血,提高术野清晰度,减轻脑水肿。

3.4 并发症

本研究 A 组应用甘露醇 (19.85 ± 4.79) 次,B 组 (31.71 ± 8.85) 次,其中 A 组 1 例、B 组 4 例发生急性肾功能衰竭;B 组 5 例发生迟发性脑出血,3 例再次开颅行血肿清除术。说明 CUSA 对大脑前动脉及分支的保护,减少术中出血、降低术后脑肿胀、缺血、梗塞的发生率^[3];围手术期氧自由基等有毒物质减少,减轻脑血管痉挛、继发性脑损伤,相关机制需进一步研究。综上因素,CUSA 可减少甘露醇使用次数,降低急性肾功能发生率,减少迟发性脑出血发生率。

3.5 住院时间及预后

在平均住院时间上,A 组为 (15.11 ± 2.50) d,较 B 组 (19.71 ± 4.79) d 明显缩短。可见 A 组住院时间更短,可能与手术时间缩短、术后并发症减少有关。总体预后方面:3 个月后随访 KPS,A 组中恢复良好 88.9%,恢复较差 11.1%,无病重;B 组分别为 62.5%、25%,病重 12.5%,其中病重病例为迟发性脑出血术后转当地医院继续治疗,两组均无死亡病例。考虑矢状窦壁肿瘤组织,因被乳化、震碎^[4,9],易于分离,减小正常脑组织牵拉,降低远处桥静脉的牵拉破裂出血,减少继发性脑损伤,迟发性脑出血病例减少,二次手术率降低,住院时间缩短。故 A 组治疗效果确切、预后更佳。

改善手术效果、提高预后是显微神经外科的目标之一,如上分析,质地韧或硬的矢状窦、大脑镰旁大脑膜瘤显微切除时,术中引入 CUSA 可缩短手术时间,减少术中出血量,减轻脑水肿等并发症,预后

更佳;加之对瘤周正常脑组织甚至远离术区脑组织的牵拉轻,从而降低迟发性脑出血率,减少二次手术率,平均住院日明显缩短。CUSA 虽不能提高肿瘤切除率,但一定程度上有助于患者术后恢复,是神经外科实用而有效的一项技术,可为临床矢状窦、大脑镰旁大脑膜瘤切除提供一定依据。

参 考 文 献

- [1] 丁学华,卢亦成,陈志刚,等.矢状窦旁脑膜瘤的显微手术治疗[J].中华神经外科杂志,2003,19(3):226-228.
- [2] 崔荣周,詹彦,谢延风,等.持续动态颅内压监测在矢状窦、大脑镰旁大型脑膜瘤术后的意义[J].第三军医大学学报,2011,33(15):1626-1628.
- [3] 苏忠周,周跃,徐杰.上矢状窦旁中后 1/3 脑膜瘤术中回流静脉的保护[J].中国神经精神疾病杂志,2012,38(1):28-30.
- [4] 段国升,朱诚.神经外科手术学[M].北京:人民军医出版社,2012:3-36.
- [5] Tang HL,Sun HP,Gong Y,et al.Preoperative surgical planning for intracranial meningioma resection by virtual reality[J].Chinese Medical Journal,2012,125(11):2057-2061.
- [6] 秦虎,周庆九,刘波,等.磁共振静脉成像对矢状窦旁脑膜瘤的术前评估[J].中华神经外科杂志,2012,28(9):927-930.
- [7] Mantovani A,Di Maio S,Ferreira MJ,et al.Management of meningiomas invading the major dural venous sinuses:operative technique, results, and potential benefit for higher grade tumors[J].World Neurosurgery,2014,82(3-4):455-467.
- [8] Bi N,Xu RX,Liu RY,et al.Microsurgical treatment for parasagittal meningioma in the central gyrus region[J].Oncology Letter,2013,6(3):781-784.
- [9] 热依汗古丽,邵丽.CUSA 超声刀在外科肿瘤术中的应用[J].新疆医科大学学报,2001,24(4):379-380.
- [10] Raza SM,Gallia GL,Brem H,et al.Perioperative and long-term outcomes from the management of parasagittal meningiomas invading the superior sagittal sinus[J].Neurosurgery,2010,67(4):885-893.
- [11] Mathiesen T,Pettersson-Segerlind J,Kihlström L,et al.Meningiomas engaging major venous sinuses[J].World Neurosurg,2013(30):1-9.
- [12] Tang HL,Sun HP,Gong Y,et al.Preoperative surgical planning for intracranial meningioma resection by virtual reality[J].Chinese Medical Journal,2012,125(11):2057-2061.
- [13] d'Avella E,Volpin F,Manara R,et al.Indocyanine green videoangiography(ICGV)-guided surgery of parasagittal meningiomas occluding the superior sagittal sinus(SSS)[J].Acta Neurochirurgica,2013(155):415-420.

(责任编辑:唐宗顺)