

多模态全息影像技术辅助中央区脑膜瘤手术切除的应用价值分析

王阳阳

射阳县人民医院 江苏盐城

【摘要】目的 分析多模态全息影像技术在中央区脑膜瘤手术术前规划与术中导航中的应用价值。**方法** 选取我院 2023 年 6 月至 2025 年 6 月期间行手术治疗的中央区脑膜瘤患者临床资料, 根据是否应用多模态全息影像技术辅助, 将患者分为观察组(全息影像辅助)与对照组(传统影像辅助)。**结果** 观察组平均手术时间, 显著短于对照组, 术中估计出血量更少, Simpson I~II 级切除率更高, 术后新增永久性神经功能缺损发生率更低($P<0.05$)。**结论** 多模态全息影像技术能够为中央区脑膜瘤手术提供直观的解剖与功能关系, 对提高肿瘤全切率及保护神经功能有积极意义。

【关键词】 多模态影像; 全息成像; 中央区脑膜瘤; 神经导航; 手术规划

【收稿日期】 2026 年 5 月 12 日

【出刊日期】 2026 年 6 月 9 日

【DOI】 10.12208/j.ijcr.20260317

Application value analysis of multimodal holographic imaging technology in assisting surgical resection of central meningioma

Yangyang Wang

Sheyang County People's Hospital, Yancheng, Jiangsu

【Abstract】Objective To analyze the application value of multimodal holographic imaging technology in preoperative planning and intraoperative navigation of central meningioma surgery. **Methods** Clinical data of central meningioma patients who underwent surgical treatment in our hospital from June 2023 to June 2025 were selected. Based on whether multimodal holographic imaging technology was used as an aid, the patients were divided into an observation group (holographic imaging assisted) and a control group (traditional imaging assisted). **Results** The average surgical time of the observation group was significantly shorter than that of the control group. The estimated intraoperative bleeding was less, the Simpson I-II resection rate was higher, and the incidence of permanent neurological deficits after surgery was lower ($P<0.05$). **Conclusion** Multimodal holographic imaging technology can provide intuitive anatomical and functional relationships for central meningioma surgery, which has positive significance in improving tumor total resection rate and protecting nerve function.

【Keywords】 Multimodal imaging; Holographic imaging; Central meningioma; Neural navigation; Surgical planning

中央区脑膜瘤毗邻运动感觉皮层等重要区域, 手术切除需要在保护神经功能的前提下最大程度切除肿瘤^[1]。传统二维影像导航在三维解剖关系上有局限性^[2]。多模态全息影像技术通过融合结构核磁共振(Magnetic Resonance Imaging, MRI)、弥散张量成像(Diffusion Tensor Imaging, DTI)及血管成像等数据, 可构建三维模型, 能为术者提供更直观的解剖视野^[3]。目前, 该技术在中央区脑膜瘤手术中的具体应用尚缺乏充分的临床数据。本研究旨在通过对比分析, 评估其辅助手术的实际效果。

1 对象和方法

1.1 研究对象

本研究使用回顾性研究, 选取我院在 2023 年 6 月至 2025 年 6 月期间收治的中央区脑膜瘤手术患者病历资料, 根据术中所采用辅助技术的不同进行分组。应用多模态全息影像技术进行术前规划与术中辅助的病例纳入观察组, 应用常规二维 MRI 或 CT 影像结合传统神经导航的病例纳入对照组, 两组患者的年龄、性别等基线资料差异无统计学意义($P>0.05$), 有可比性, 见表 1。研究过程遵循《赫尔辛基宣言》及相关伦理要求。

1.2 纳入与排除标准

纳入标准:

- (1) 经术后病理证实为脑膜瘤;
- (2) 术前影像学明确肿瘤位于中央区;
- (3) 临床资料及影像学数据完整。

排除标准:

- (1) 复发性脑膜瘤;
- (2) 合并其他颅内严重病变;
- (3) 既往有同侧大脑半球手术史。

1.3 干预方法

1.3.1 观察组方法

观察组方案围绕多模态全息影像技术开展。该组患者在术前接受薄层 T1/T2 加权 MRI、磁共振静脉造影 (MRV) 及 DTI 等影像学检查。所有影像数据均导入三维影像处理系统做融合、分割与三维重建。生成一个集肿瘤、脑皮层表面、关键引流静脉及 DTI 重建的皮质脊髓束纤维于一体的全息模型。主刀医生在术前可操控查看该模型, 从任意角度评估其功能结构的空间关系, 以此为每一位患者个体化地规划手术入路与模拟切除范围。在手术过程中, 将这个模型作为主要导航参考, 一般通过独立的显示屏幕为术者提供实时的三维解剖指引。

1.3.2 对照组方法

对照组采用常规的术前规划与术中导航。该组患者主要依据二维 MRI 序列图像来做术前讨论, 术中依

赖标准框架式的神经导航系统。这些传统导航系统可以提供肿瘤的二维或基础三维定位。

1.4 观察指标

围手术期指标: 手术时间 (从切皮到缝合完毕)、术中估计出血量。

肿瘤切除程度: 依据术后 72 小时内 MRI 复查结果, 采用 Simpson 分级进行评估, 计算 I~II 级 (也就是全切及次全切) 切除率。

神经功能结局: 记录术后 3 个月时, 与术前相比新出现的永久性运动或感觉功能缺损 (以改良 Rankin 量表评分增加 ≥ 1 分且持续存在判别) 的发生率。

1.5 统计学方法

使用 SPSS22.0 软件分析, “ $\bar{x} \pm s$ ” 表示计量资料, 行 t 检验; ($n, \%$) 表示计数资料, 行卡方检验, $P < 0.05$ 为有统计学意义。

2 结果

2.1 患者的基线资料比较

两组患者的年龄、性别及肿瘤最大直径等基线资料差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 有可比性, 见表 1。

2.2 患者围手术期指标及疗效比较

手术后, 观察组患者的手术时间明显短于对照组, 术中出血量及术后新增永久性神经功能缺损率显著更低, Simpson I~II 级切除率明显更高, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 2。

表 1 两组患者的基线资料对比 [$n, (\%)$ 、($\bar{x} \pm s$)]

组别	观察组	对照组	t/χ^2	P
例数	32	30	-	-
年龄 (岁)	52.34 ± 10.27	54.89 ± 11.45	0.934	0.354
性别 (男/女)	11/21	13/17	0.434	0.510
肿瘤最大直径 (cm)	4.12 ± 0.89	4.35 ± 0.96	1.002	0.320
术前 KPS 评分 (分)	84.22 ± 8.15	82.67 ± 9.04	0.726	0.471
肿瘤主要毗邻区域	中央前回为主	16 (53.33%)	0.227	0.634
	中央后回为主	14 (46.67%)	0.227	0.634

表 2 两组对比患者围手术期指标及疗效 [$n, (\%)$ 、($\bar{x} \pm s$)]

组别	观察组	对照组	t/χ^2	P
例数	32	30	-	-
手术时间 (分钟)	245.36 ± 35.18	298.74 ± 42.65	5.390	0.001
术中出血量 (mL)	320.45 ± 85.27	485.60 ± 110.33	6.619	0.001
Simpson I-II 级切除	29 (90.63%)	21 (70.00%)	4.220	0.040
术后新增永久性神经功能缺损	2 (6.25%)	8 (26.67%)	4.771	0.029

3 讨论

中央区脑膜瘤手术是神经外科领域极具挑战性的操作之一,其病变位于大佬核心功能区。手术的主要目标是在彻底切除肿瘤的同时,最大限度地保护患者的脑组织,任何损伤都可能导致对侧肢体永久瘫痪或失感^[4]。故这类手术要求术者具备精湛的技艺和深刻的解剖理解。

为达成上述目标,神经外科医生要依赖各种技术辅助手段。常规的 MRI 或 CT 神经导航已成为其手术的基础。其能在术中实时显示手术器械相对于肿瘤二维切片的位置。帮助确定开颅位置和大致边界,提升了入路准确性^[5]。但是其局限也十分明显。它提供的是静态解剖信息,无法呈现肿瘤与皮层下神经纤维束及血管网络间的三维关系。术者仍需依靠自身的经验与空间想象力,在脑海中整合二维信息。这使得处理肿瘤与功能区粘连紧密的病例时,决策有不确定性。有时为了安全不得不牺牲部分正常脑组织,在全切时承担更高的神经损伤风险^[6]。所以常规技术辅助提升了手术的基础安全,但在追求极致精准和最佳功能预后上,仍存在亟待突破的瓶颈。

本研究的结果显示,在多模态全息影像技术辅助下,中央区脑膜瘤手术的切除判断呈现出积极趋势。手术时间平均缩短约,出血量减少,这源于该技术提供的三维模型使得术者对复杂解剖关系的预判更充分。可减少术中的探查辨别时间,降低了因操作不直观导致的出血风险。肿瘤全切率显著提升与术后永久性神经功能缺损发生率下降,是本研究更值得关注的发现。中央区手术的主要困境为肿瘤与功能结构的粘连或侵袭^[7]。传统二维影像难以直观展示皮质脊髓束等白质纤维的走行及其被肿瘤推移、浸润的细节。而融合了 DTI 的全息模型,弥补了这一缺陷。术前对肿瘤与功能束之间是推挤、粘连还是包裹关系可立体评估,为制定每一个患者的切除边界提供了重要依据^[8]。对于被纤维束紧密包裹的病例,全息影像可提示激进全切的风险极高,而引导术者采取更为保守的次全切除策略。这种有立体信息的决策,是观察组在切除与保护两方面均取得更好平衡的主要原因。当然,该技术目前存在局限性。其准确性很大程度上依赖于原始影像数据的质量,特别是 DTI 成像对运动伪影敏感,对肿瘤周边水肿区的

纤维追踪有技术瓶颈^[9]。构建模型需要额外的时间与专业技术人员,有一定学习曲线。本此外研究是回顾性分析,样本量有限,术中全息模型的注册精度与实时匹配效果可能因操作者经验产生波动。

综上所述,多模态全息影像技术可整合多维度的解剖与功能信息,优化个体化手术策略,对患者长期的神经功能保存及生存质量具有深远影响。

参考文献

- [1] 崔鹏,刘军,许友松,等.三维可视化技术在中央区窦旁脑膜瘤手术中的应用[J].大连医科大学学报,2021,43(02):146-148+154.
- [2] 马龙涛,张伟文,梅加明,等.多模态影像融合三维重建技术在颅内中央区脑膜瘤手术中的应用[J].中国现代神经疾病杂志,2022,22(03):187-194.
- [3] 杨吉鹏,王同聚,卢圣奎,等.多模态全息影像技术辅助中央区脑膜瘤手术切除的应用价值[J].河北医药,2024,46(09):1305-1310.
- [4] 魏德,林堃,苏云萍,等.三维可视化模型指导中央区镰旁脑膜瘤手术的研究[J].临床神经外科杂志,2018,15(06):440-443.
- [5] 陈立华,魏帆,夏勇,等.前床突脑膜瘤的临床和影像学特征分析[J].临床神经外科杂志,2021,18(05):500-505.
- [6] 章薇.评价 Rathke 裂囊肿与鞍区脑膜瘤手术入路选择:对治疗的影响因素[J].中华神经外科疾病研究杂志,2024,18(05):75.
- [7] 周凤瑜,周俊林.脑膜瘤一致性的影像学研究进展[J].中国中西医结合影像学杂志,2025,23(01):121-125.
- [8] 赵益晶,胡建平,李猛城,等.多模态 MRI 列线图模型预测非典型脑膜瘤周脑组织侵犯[J].中国医学影像学杂志,2025,33(01):12-17+47.
- [9] 王国杰.磁共振 DTI 技术在中枢神经系统疾病中的应用现状及进展[J].中国医疗设备,2024,39(02):171-178.

版权声明: ©2026 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS