

· 论著 ·

神经电生理监测在脑膜瘤手术中的应用研究

陈 洁*
南昌大学第一附属医院手术室(江西 南昌 330004)

【摘要】目的 针对神经电生理监测(IONM)在脑膜瘤术中应用效果予以分析。**方法** 选择2020年1月至2023年6月收治的桥小脑角区脑膜瘤手术患者进行观察,共80例,依照是否行IONM监测分组,参照组(n=40)单纯用显微镜下切除肿瘤,研究组(n=40)应用IONM监测显微镜下肿瘤切除,对比患者肿瘤切除情况、面神经功能、不良反应。**结果** 肿瘤切除情况经对比,全切率以研究组更高,占90.00%,和参照组比较具有差异性($P<0.05$);术后1周、6个月、1年面神经功能H-B分级情况,具有差异性($P<0.05$),研究组高于参照组;患者不良反应具有差异性($P<0.05$),研究组(2.50%)低于参照组(15.00%)。**结论** 桥小脑角区脑膜瘤治疗中,神经电生理检测有助于定位面神经,进而提升肿瘤切除成功率及术后神经功能恢复效果,安全性高。

【关键词】 桥小脑角; 脑膜瘤; 神经电生理监测; 面神经
【中图分类号】 R739.45
【文献标识码】 A
DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2025.5.009

Application of Neuroelectrophysiological Monitoring in Meningioma Surgery

CHEN Jie*
Operating Room, The First Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330004, Jiangxi Province, China

Abstract: Objective To analyze the application effect of neuroelectrophysiological monitoring (intraoperative neuroelectrophysiological monitoring, IONM) in meningioma surgery. **Methods** A total of 80 patients with meningioma surgery from January 2020 to June 2023 were observed. According to the IONM monitoring group, reference group (n=40) performed tumor resection by microscope, and study group (n=40) used IONM to monitor microscopic tumor resection and compared patients' tumor resection, facial nerve function and adverse reactions. **Results** The total resection rate was higher in the study group, 90.00% compared with the reference group ($P<0.05$); the H-B grade of facial nerve function at 1 week, 6 months, and 1 year was different ($P<0.05$), higher than the reference group; the adverse reactions of patients were different ($P<0.05$), and the study group (2.50%) was lower than the reference group (15.00%). **Conclusion** Neuroelectrophysiological monitoring can monitor the location of the facial nerve in the cerebellar meningioma, improve the tumor resection rate and the recovery of facial nerve function, with high safety.

Keywords: Bridge Cerebellar Horn; Meningioma; Neuroelectrophysiological Monitoring; Facial Nerve

脑膜瘤属颅内多发肿瘤,其发病率大约占据颅内肿瘤总数的15%,仅次于颅内胶质瘤,发病在成人中较多见,老年人和儿童少见。肿瘤一般为单发,多发性约占1~2%,恶性倾向少^[1-2]。许多无症状脑膜瘤均为偶然发现,在多为偶然发现,50%位于矢状窦旁^[3-4]。手术作为最为有效的治疗方式,随着显微手术技术的发展,治疗效果提高,大多数患者得到治愈,但是因术中神经的损伤,威胁到患者生活,降低了生活质量^[5]。而在术中如何尽可能切除肿瘤的情况下,又可防止神经损伤是目前重要目标。神经电生理检测仪(intraoperative neuroelectrophysiological monitoring, IONM)近些年被广泛用于术中实时监测神经情况,能减少术中对神经的损伤^[6-7]。研究中心主要对2020年1月至2023年6月收治的桥小脑角区脑膜瘤患者作为研究对象,分析神经电生理监测作用效果。具体情况如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2020年1月至2023年6月收治的脑膜瘤手术患者进行观察,共80例,已经签署知情同意书,伦理委员

会批准。依照是否行IONM分组,参照组(n=40)男性、女性分别是26:14,37~70岁,平均(53.63±2.78)岁,受教育程度:小学及以下共7例,高中16例,大学及以上9例,初中8例。研究组(n=40)男性、女性分别是25:15,37~70岁,平均(53.60±2.74)岁,受教育程度:小学及以下共5例,高中18例,大学及以上10例,初中7例。纳入患者一般资料未有差异($P>0.05$),具有可比性。

纳入标准: 属于桥小脑角区脑膜瘤未手术治疗的患者;美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA) I级~II级;能接受积手术切除治疗。排除标准:手术后复发患者;合并具有严重的心血管、肝肾等原发疾病患者;一般资料不全;存在呼吸、循环系统疾病。

1.2 方法 IONM: 术中使用针状电极,手术时对面神经肌电图动员检测,并在手术过程中,采用低电压长柄探针对面神经进行刺激,以引发肌电反应,并同期监测脑干听觉诱发电位(BAEP)以及患侧三叉神经和面神经的波形变化情况。针型电极则主要布置在眼轮匝肌、咀嚼肌及口轮匝肌等相关肌群区域,以确保电信号的准确采集与分析。在脑干听觉诱发电位

【第一作者】陈 洁,女,主管护师,主要研究方向:手术室护理。E-mail: tanglidongmr@yeah.net
【通讯作者】陈 洁

的电极植入过程中，主要电极设于受试者同侧的乳突部位，参考电极则定位于颅顶区域，而地线电极则被安置于额叶区域。手术中采用的电极类型为长柄探针式刺激电极，其刺激频率通常设定为每秒2至3次，刺激电压是1~20V，刺激强度是0.1~2mA，滤波为10~3000Hz，手术过程中应避免使用过高的刺激频率与电压，以免造成神经损伤。一旦神经电生理检测设备发出警报，应即刻中止手术程序，及时查找出原因，必要时对手术方案予以调整，直至神经功能稳定，即可手术。

手术方式：参照组未在IONM监测下进行肿瘤切除，研究组在IONM监测下显微切除。针对患者实施经乙状窦后方弧形切口，于显微镜辅助下进行肿瘤切除术，采用静吸复合麻醉技术，术中麻醉管理中未应用肌肉松弛剂。手术成功后，连接神经电生理监测设备，固定头部支架，明确乙状窦的具体走向。随后，进行皮肤消毒与铺巾处理，切除皮肤，使用电凝技术控制软组织出血，扩大切口。继之，进行颅骨钻孔并铣除部分颅骨形成骨窗，暴露横窦及乙状窦。沿弧形切开硬脑膜，提起硬脑膜以确保脑脊液自由流出，降低颅内压至满意程度，随后进行肿瘤的切除操作。针对较大体积的脑膜瘤，通常优先选择在囊腔内进行早期切除，待肿瘤结构塌陷后逐步分块进行完整切除。在手术过程中，尤其是在靠近面神经的区域操作时，采用长探针对瘤体表面进行刺激，以辅助判断面神经的走行路径和解剖位置，从而提高手术的安全性与准确性。

1.3 观察指标 针对肿瘤切除情况、面神经功能、术后不良反应对比。(1)针对患者肿瘤切除情况，包含全切与部分全切，肿瘤切除指标依照Simpson分级，Simpson I和II级为全切除，III级为部分切除，统计两组情况。(2)患者面神经功能主

要采用HouseBrankmann(H-B)面神经功能评价，术后I~III级者作为面神经功能良好，III级及以上为面神经功能差。(3)针对患者术后不良反应观察，包含脑积水、术区出血、颅内感染、皮下积液。

1.4 统计学方法 用SPSS 24.0统计分析软件，计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，组间对比用t检验，计数资料以%表示，以 χ^2 检验， $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 患者肿瘤切除情况对比 肿瘤全切率对比具有差异性($P<0.05$)，以研究组更高，占90.00%，参照组是60.00%，见表1。

表1 患者肿瘤切除情况对比[n(%)]			
组别	全切	部分全切	全切率
参照组(n=40)	24	16	60.00
研究组(n=40)	36	4	90.00
χ^2			9.600
P			0.001

2.2 术后面神经功能H-B分级情况 术后1周、6个月、1年面神经功能H-B分级良好率研究组分别是90.00%、92.50%、95.00%，与参照组(72.50%、75.00%、80.00%)比较具有差异性($P<0.05$)，见表2。

2.3 患者术后不良反应 研究组患者发生脑积水、术区出血、颅内感染、皮下积液不良反应低，和参照组具有差异性($P<0.05$)。见表3。

表2 对比术后面神经功能H-B分级情况[n(%)]

组别	术后1周			术后6个月			1年		
	I~III	IV~VI	良好率	I~III	IV~VI	良好率	I~III	IV~VI	良好率
参照组(n=40)	29	11	72.50	30	10	75.00	32	8	80.00
研究组(n=40)	36	4	90.00	37	3	92.50	38	2	95.00
χ^2			4.020			4.500			4.114
P			0.001			0.001			0.001

表3 术后不良反应发生率[n(%)]

组别	脑积水	术区出血	颅内感染	皮下积液	并发症发生率
参照组(n=40)	2	1	1	2	6(15.00)
研究组(n=40)	0	0	0	1	1(2.50)
χ^2					3.943
P					0.001

3 讨 论

首例桥小脑角脑膜瘤病例于1855年得以记录，手术处理较困难，因位置较特殊，存在神经血管缠绕，因此术后效果不佳^[8]。由于该肿瘤位置邻近神经血管并存在缠绕，手术切除难度较大，导致术后康复效果不尽如人意。然而，随着显微外科技术、MRI及CT成像技术的进步，治疗手段得到了显著提升。尽管桥小脑

角脑膜瘤仅占颅内脑膜瘤总数的8%，且在显微镜辅助下手术亦存在盲点，但手术过程中仍有可能导致面神经损伤，进而引发面瘫，对患者的工作与生活造成不利影响^[9-10]。通过运用神经电生理学检测手段对手术过程中神经功能的完整度进行评估，并向手术操作小组实时传递相关信息，以此作为医生进行早期干预的依据，有助于减少术后神经功能障碍的发生率，并最大限度地减少因手术操作不当导致的神经功能损伤^[11]。唐凤娇^[12]等在开颅动脉瘤夹闭术中应用神经电生理监测，认为能及时发现到术中脑组织缺血的情况，并为患者提出对应措施，有效增加了手术安全性，另使术后并发症发生率降低，改善了患者预后情况。鉴于此，在术中若使用电生理监测，能很好预测面神经的位置与走形，减少面神经受损。在实施桥脑小脑角区脑膜瘤手术时，如何最大限度地移除肿瘤细胞同时降低对面神经的损害风险，作为目前治疗本病的关键因素。目前关于本病的研究尚少。

本研究中,主要将桥小脑角脑膜瘤作为研究对象,采用乙状窦后入路对全部病例实施肿瘤切除术,该入路术中具有视野开阔、解剖结构清晰的特点,有利于肿瘤与神经位置关系的准确暴露^[13-14]。术前,基于影像学检查结果确定肿瘤的尺寸与空间位置,进而设计手术中所需骨瓣的尺寸,并对肿瘤与周围神经、血管的相对位置关系进行评估,对手术入路设计好后描述乙状窦走行。一般肿瘤直径>4cm时,会向下扩大骨穿面积,充分暴露肿瘤的大体^[15]。术中释放脑脊液可有效降低颅内压,从而减轻对脑组织的牵拉,有助于肿瘤切除。切除过程中,应优先处理肿瘤的供血,细致分离肿瘤周围血管。对于肿瘤表面细小血管,可直接予以离断并电凝止血,并可予以脑棉进行保护,以免不必要的损害出现^[16]。在术中,实时自发肌电能提示面神经准确的位置和走行,通过采用长杆状探测器械,能够对肿瘤组织的表层实施刺激,进而识别神经的分布走向。在分离过程中,应持续关注IONM的动态,并细致监测患者面神经的电生理波形演变,同时进行面神经位置的实时追踪,以预防面神经的潜在损伤^[17]。此外,在手术移除肿瘤的过程中,肿瘤的外围膜与神经纤维之间的粘连较为紧密,未能避免神经损害,可保留细小残片,应尽可能防止对肿瘤施加压力及对脑前下动脉、后下动脉实施持续的压迫,防止脑干缺血,出现不可逆性的脑功能损害。研究显示,在实施桥小脑角肿瘤切除手术中,面神经与肿瘤的粘连状况较为严重,将无法对肿瘤切除,不可勉强对该部分切除^[18]。该肿瘤全切率一般是在48.3%~88.5%^[19]。在本研究中,研究组Simpson I和II级者共36例,全切率是90.00%,参照组中为24例,占60.00%,研究组高于参照组。BAEP作为听觉传导路径的神经电活动,以其连续记录特性、对麻醉药物的低敏感性、波形稳定性以及数据可靠性等优势,被广泛应用于临床术中神经电生理的监测领域。I波来源于听神经路外段点活动,III波起源于内上橄榄核及耳蜗核的电活动,V波来源外侧丘系上方或下方,听神经与脑干病理改变,均能引起BAEP发生改变。随着IONM的使用,术中实时评估和预测面神经功能具有重要意义,在手术过程中实施神经功能监测,可以在一定程度上降低面神经受损的风险。既往研究表明,采用传统方式切除桥小脑角肿瘤,患者术后面神经功能保留比例较低,通常低于50%,应用神经电生理监护技术后,面神经的保留率提升至60%至90%,并且患者的面神经功能恢复到I、II级的比例也超过了80%^[20]。本文中,研究组在神经电生理监测仪下进行手术切除肿瘤,术后1周,I~III、IV~VI良好率为90.00%,术后6个月、1年为92.50%、95.00%,与参照组比较具有差异性,其分别是72.50%、75.00%、80.00%,说明在IONM下显微手术切除桥小脑角区脑膜瘤能提高对面神经功能保留。主要因为神经电生理监测具有以下优势:(1)术中IONM的应用,能监测到神经冲动传递时电生理信号强弱变化,能充分了解手术时是否对神经功能具有损伤,并能了解对神经功能损害的程度,因此对面神经功能起到保护作用。(2)及早发现面部神经的功能变化和异常现象。(3)在手术过程中,采用长柄式探针进行恒定电压的电刺激,以精确识别面神经的分布及其走向,此方法为术中操作提供导向,进而显著提升了肿瘤切除的精确度和安全性。于飞^[21]等表示,在桥小脑角区脑膜瘤患者进行显微手术时,实施IONM有利于在术后早期保留面神经功能。对此,本研究在切除过程

中充分使用IONM,能确切了解到神经走行和具体位置,评价肿瘤与面神经的相对空间关系,由此制定肿瘤切除方案,切除率高,还能保留解剖面神经功能。在患者并发症中,术后需重点监测脑积水、手术区域出血、颅内感染及皮下积液等并发症。脑积水的发生,或可归因于术中长时间牵拉肿瘤周围脑组织,导致脑组织损伤并伴随严重水肿,进而引发脑脊液循环通路受阻;术中脑膜缝合可能不够紧密,导致皮下积液情况出现,在关颅时对硬脑膜严密的缝合,对防止皮下积液起到巨大作用;术区出血则考虑是因肿瘤机体过大,与未完全去除病灶、手术中止血不完善相关。研究组中发生脑积水、术区出血、颅内感染、皮下积液发生率和参照组对比具有差异,研究组(2.50%)低于参照组(15.00%)。

综上所述,通过为患者提供IONM,能有效减少术中面神经损伤,在确保面神经功能安全的前提下,提升手术切除成功率,在桥小脑角区脑膜瘤中具有重要意义。然而,本研究仍存在若干局限之处,主要体现在参与研究对象的样本量不足,即便已依据既定纳入与排除准则进行筛选,对于最终纳入研究对象的合理性仍需进行更为深入的探讨与论证。

参考文献

- [1]王键,王以亮,周珩,等.异丙酚复合瑞芬太尼麻醉对脑膜瘤手术患者血流动力学及S100 B的影响[J].临床军医杂志,2015(9):892-895.
- [2]曹明慧,王飞.小型脑膜瘤的治疗现状及其研究进展[J].中华神经外科杂志,2023,39(3):306-311.
- [3]中华医学会神经外科学分会神经肿瘤学组.脑膜瘤分子诊疗专家共识(2022版)[J].中华神经外科杂志,2023,39(4):325-338.
- [4]曾令成,厉华,陈如东,等.无症状脑膜瘤的临床特征及手术治疗[J].华中科技大学学报(医学版),2023,52(6):847-854.
- [5]肖瑾,程翔,李超,等.神经内镜手术切除颅内深部脑膜瘤的疗效分析[J].中华神经外科杂志,2025,41(2):165-169.
- [6]邓明亮,翟红洁,韩冠达,等.神经电生理监测下显微切除桥小脑角区脑膜瘤的疗效观察[J].齐齐哈尔医学院学报,2022,43(10):918-922.
- [7]蒋广义,张龙洲,王彪,等.神经电生理辅助下经乙状窦后入路显微切除岩斜区大型脑膜瘤的疗效及手术技巧[J].中华显微外科杂志,2024,47(1):88-92.
- [8]卜计源,姚辉,孙亮,等.73例小型桥小脑角脑膜瘤的手术体会[J].临床神经外科杂志,2022,19(6):672-676.
- [9]NAKAMURA M,ROSER F,DORMIANI M,et al.Intraoperative auditory brainstem responses in patients with cerebellopontine angle meningiomas involving the inner auditory canal:analysis of the predictive value of the responses.[J].Journal of Neurosurgery,2005,102(4):637-642.
- [10]蒋宏,钟东,武有涛,等.“双镜联合”显微神经外科手术切除桥小脑角脑膜瘤[J].临床神经外科杂志,2021,18(2):151-155,160.
- [11]陆天宇,虞晨,俞天赋,等.神经导航辅助下侧脑室脑膜瘤显微手术切除疗效分析[J].立体定向和功能性神经外科杂志,2022,35(4):193-197.
- [12]唐凤娇,丰育功,吴蒙蒙,等.神经电生理监测在开颅动脉瘤夹闭术中的应用[J].现代电生理学杂志,2021,28(3):135-141.
- [13]麦麦提力·米吉提,马木提江·木尔提扎,朱国华,等.经枕下乙状窦后入路显微外科治疗桥小脑角区脑膜瘤临床疗效分析[J].新疆医学,2019,49(6):541-544,554.
- [14]徐修鹏,刘宁.桥小脑角脑膜瘤的显微外科治疗及疗效影响因素分析[J].中国肿瘤外科杂志,2024,16(2):122-125.
- [15]崔连旭,李在雨,谭宝东,等.老年患者桥小脑角区脑膜瘤显微手术入路及显微外科操作[J].中国老年学杂志,2021,41(7):1431-1434.
- [16]解哨,战文建,谢满意,等.乙状窦后入路切除岩斜区脑膜瘤的手术入路探讨[J].医药前沿,2020,10(26):65-66.
- [17]王新厂,王向阳,韩冰.面神经电生理监测降低桥小脑角肿瘤患者术后并发症的临床观察[J].山西卫生健康职业学院学报,2021,31(2):34-36.
- [18]李嘉明,袁贤瑞,刘庆,等.大型听神经瘤手术面神经功能的保留[J].中华外科杂志,2011,49(3):240-244.
- [19]黄冠又,张俊廷,吴震,等.小脑脑桥角脑膜瘤显微外科治疗及面听神经保护[J].中华神经外科杂志,2012,28(7):674-677.
- [20]SAMII M,GERGANOV VM,SAMII A.Functional outcome after complete surgical removal of giant vestibular schwannomas[J].Journal of Neurosurgery,2010,112(4):860-867.
- [21]于飞.神经电生理监测在显微手术切除桥小脑角区脑膜瘤中的应用效果研究[J].当代医药论丛,2021,19(13):63-65.

(收稿日期:2023-11-19)(校对编辑:韩敏求)