（上接B10版）

胶质瘤相关癫痫的术中神经电生理监测

▲ 北京市神经外科研究所 乔慧 尤好

术中神经电生理监测是指应用神经电生理技术手段，在手术中对神经系统功能完整性进行监测，从而指导术中决策的医疗技术。该技术具有不影响手术操作、受麻醉影响小、能够实现手术全程监测、监测指标客观精确等多项优点，已被广泛应用于神经外科各类常见手术。

唤醒麻醉下直接电刺激是功能区定位的“金标准”

在脑胶质瘤切除术中，常用的术中神经电生理监测技术包括体感诱发电位、运动诱发电位、肌电图、皮层脑电图以及皮质/皮质下直接电刺激等。对于累及功能区的脑胶质瘤，术中监测可有效定位皮质功能区及皮质下功能结构，明确功能区与肿瘤间的位置关系，实现最大安全切除。其中，唤醒麻醉下直接电刺激是能够在脑胶质瘤切除过程中实现认知和语言功能监测的唯一手段，是功能区定位的“金标准”。

术中皮层脑电图可明确致痫灶的部位与范围

对于胶质瘤相关癫痫患者来说，在切除肿瘤的同时实现对致痫灶的处理，是改善术后癫痫控制的关键。然而，目前包括脑电图在内的术前评估手段难以实现致痫灶的精确定位。且既往研究表明，一般认为脑肿瘤可提高瘤周神经元的兴奋性并在肿瘤边缘形成致痫灶，但在相对远离肿瘤的脑组织同样可以观察到异常放电。这可能是很多胶质瘤患者即使实现肿瘤全切，术后仍然会出现癫痫发作的原因。

术中皮层脑电图监测是将电极直接置于大脑皮层表面，以此记录电信号的神经电生理技术。在癫痫外科，术中皮层脑电图监测已常规用于判断致痫灶的部位与范围，从而指导手术切除。

在胶质瘤相关癫痫患者的手术中，术中皮层脑电图的应用可以明确致痫灶的部位与范围，并确定致痫灶与胶质瘤的位置关系，使手术医师能够有针对性地对致痫灶进行处理，改善术后癫痫控制率。此外，直接电刺激具有诱发术中癫痫的风险，皮层脑电图监测也可以发现直接电刺激诱发的痫样波，有效预防直接电刺激诱发的术中癫痫。

术中皮层脑电定位胶质瘤相关癫痫灶

▲ 首都医科大学附属北京天坛医院 王磊 梁宇超

王磊 教授

术中皮层脑电技术是一种直接记录大脑表面皮层电位的侵入性电生理技术，最先由Penfield和Jasper在20世纪30年代末应用于癫痫外科。该技术通过放置特定的条带或网格电极阵列于大脑表面来记录皮层脑电，通过分析皮层表面的异常放电，可在术中了解手术区域内发作间期癫痫样放电的分布情况，以指导切除范围。

术中皮层脑电监测的优缺点

术中皮层脑电在癫痫治疗中具有一定的优势。相比于头皮脑电分辨率较高，可记录1cm^{2}范围内的颅内脑电信号，且避免了头皮和颅骨的电压衰减及容积传导效应。由于术中皮层脑电可在全麻下记录，最大限度地避免了躯体肌电活动对脑电信号的干扰，可明显提高致痫灶定位的准确性。

然而，术中皮层脑电也有一定的局限性。首先，术中皮层脑电仅能记录到一小段时间内，绝大多数为发作间期的脑电活动。此外，麻醉药物对脑电活动的影响也必须在考虑范围内。切除肿瘤后，脑组织的损伤也会对切除后复测皮层脑电的结果产生干扰。这些不足限制了术中皮层脑电技术在临床中的应用。

异常波形成为术者关注的重点

随着对胶质瘤相关癫痫的认识不断深入，术中皮层脑电监测技术逐渐被应用于胶质瘤相关癫痫患者的手术中。但术中皮层脑电在胶质瘤相关癫痫患者中的应用价值仍存在一定的争议。

有研究指出，在胶质瘤相关癫痫的患者中应用术中皮层脑电来定位痫样放电脑区并进行处理，可有效控制术后癫痫的发作。但也有研究表明，胶质瘤相关癫痫的产生机制不同于特发性癫痫，术中皮层脑电的使用与癫痫的控制并无显著关系，相比于单纯切除肿瘤，额外处理痫样放电脑区并不会给患者的癫痫控制带来额外的收益。在临床实践中我们发现，痫样放电大多集中于肿瘤周边，多数瘤周痫样放电的频率及振幅在肿瘤切除后会有明显下降。

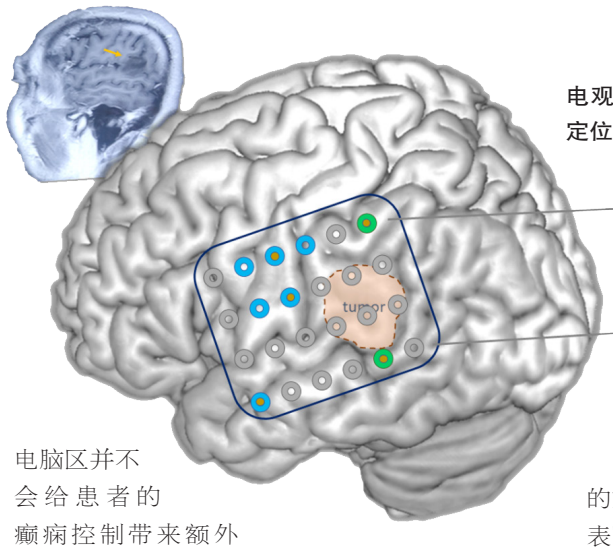

图1 应用皮层脑电观测术中痫样放电，定位癫痫灶

随着仪器的改进以及采样频率的不断提高，术中皮层脑电的识别以及监测精度也在不断提高，术中皮层脑电监测到的局灶性慢波、棘波以及高频振荡等异常波形成为术者所关注的重点。近几年的研究表明，术中皮层脑电捕捉到的高频振荡，是致痫区的一个重要生物学标记，常出现在发作起源区，对皮层脑电显示高频振荡的脑区进行处理，可以更好实现癫痫的控制。

神经导航技术辅助胶质瘤相关癫痫可视化定位

▲ 首都医科大学附属北京天坛医院 张忠 李连旺

张忠 教授

神经导航技术是神经外科手术中一种重要的辅助技术。基于脑结构、功能影像数据，通过高质量三维重建和高精度配准，可实现肿瘤和脑功能区的可视化定位。

神经导航技术不仅可以用于术前进行手术规划，还可在术中确定肿瘤边界和功能区皮层的位置进而指导手术。神经导航受限于术前功能磁共振的采集质量，对功能区的定位可能存在一定偏差，需进一步借助直接电刺激技术，实现脑皮层和皮层下功能区的精确定位，以确认肿瘤的功能边界。

在确定了肿瘤的影像边界和功能边界后，另一个需解决的问题就是确定肿瘤的致痫边界。通过皮层脑电图，我们可以将微小的记录电极片直接贴敷于大脑表面，精确定位致痫灶的位置。不管是我们通过直接电刺激确定的功能区，还是通过皮层脑电图定位的致痫灶，在现有导航系统的支持下，我们都可以将它们在导航系统中实时注册并可视化。

通过导航显示，判断胶质瘤、功能区以及致痫灶的位置关系，实现在保护患者功能的前提下最大限度的切除肿瘤并处理致痫灶，改善胶质瘤相关癫痫的手术治疗效果。

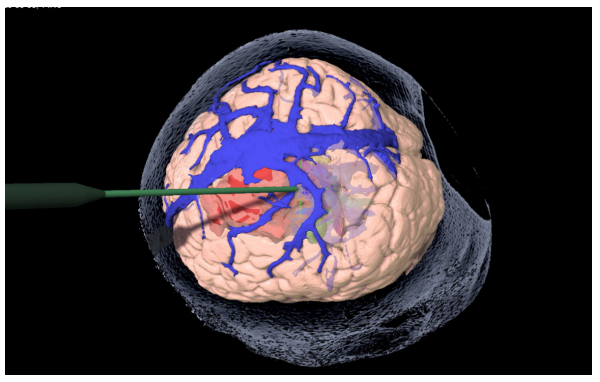
图2 应用神经导航技术，可以在术中对直接电刺激标定的功能位点与皮层脑电发现的痫样放电位点进行注册，实现可视化