



癫痫杂志

Journal of Epilepsy

ISSN 2096-0247, CN 51-1762/R

《癫痫杂志》网络首发论文

题目： 癫痫外科手术技术专家共识——第六篇：中央区癫痫外科手术技术专家共识
作者： 王秀，张凯，梁建民，王爽，王丰，胡文瀚，张弢，赵宝田，莫嘉杰，邵晓秋
收稿日期： 2024-08-20
网络首发日期： 2024-10-14
引用格式： 王秀，张凯，梁建民，王爽，王丰，胡文瀚，张弢，赵宝田，莫嘉杰，邵晓秋. 癫痫外科手术技术专家共识——第六篇：中央区癫痫外科手术技术专家共识[J/OL]. 癫痫杂志. <https://link.cnki.net/urlid/51.1762.R.20241014.1104.002>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

癫痫外科手术技术专家共识——第六篇： 中央区癫痫外科手术技术专家共识



中国抗癫痫协会青年委员会，谭启富癫痫外科发展专项基金管理委员会，北京神经科学学会脑功能性疾病与认知发育专业委员会，国家儿科及小儿外科专业医疗质量控制中心，《癫痫杂志》编辑部

执笔

王秀(首都医科大学附属北京天坛医院)，张凯(首都医科大学附属北京天坛医院)，梁建民(吉林大学白求恩第一医院)，王爽(浙江大学医学院附属第二医院)，王丰(福建医科大学附属第一医院)，胡文瀚(首都医科大学附属北京天坛医院)，张昭(首都医科大学附属北京天坛医院)，赵宝田(首都医科大学附属北京天坛医院)，莫嘉杰(首都医科大学附属北京天坛医院)，邵晓秋(首都医科大学附属北京天坛医院)

中央沟是大脑半球外侧面诸多脑沟中最重要的大脑沟之一，分隔额叶和顶叶。中央沟前方的脑回为中央前回，包含大脑的初级运动皮质和前运动区的一部分；中央沟后方的脑回为中央后回，属于大脑的躯体感觉皮质代表区。一般来说中央沟邻近的皮质区域称为中央区(Rolandic区)，包括大脑半球外侧面的中央前回和中央后回、大脑半球内侧面的旁中央小叶和中央前后回对应的岛叶额顶盖部，癫痫发作起源于这一区域的局灶性癫痫称为中央区癫痫^[1, 2]。

讨论中央区癫痫外科手术技术之前首先应澄清的是，本共识中所讨论的中央区癫痫除外了某些自限性癫痫综合征[如伴有中央颞区棘波的自限性癫痫(self-limited epilepsy with centrotemporal spikes, SeLECTS)]^[3]或局灶切除手术相关的禁忌症(如Rasmussen脑炎等)，而是主要讨论累及中央前后回的局灶性结构性病因，如局灶性皮质发育不良(Focal cortical dysplasia, FCD)、低级别癫痫相关的发育性肿瘤，以及外伤、缺血、出血、炎症等病因所导致的局部皮质软化灶等。

1 中央区癫痫的疾病特征与治疗原则

临床问题 1: 中央区癫痫的临床特征有哪些?

推荐意见 1: 中央区癫痫以局灶知觉性发作为主，中央顶区是其典型癫痫放电分布区域；对于发

育性病理，中央区可能会发生结构或功能性的改变(推荐比例 96.8%，反对比例 3.2%)。

中央区癫痫的发作类型通常为局灶起始发作，常表现为局灶知觉感觉性或运动性发作，运动症状常见表现包括阵挛、肌阵挛、强直和偏转；局灶性感觉症状则常表现为麻木。受累范围以肢体远端为主，对侧面部和上肢受累最为常见，通常伴有明显的 Jackson 扩散特点。发作持续时间一般为数秒至数十秒，相对较短^[1, 4]。对于低龄儿童，发作症状可能不典型，运动发作可表现为痉挛发作^[5]。在头皮脑电图上，多数患者在发作间期可能记录到一侧或双侧的额中央顶区放电。发作期由于受到肌电活动的干扰，加之该区域的颅骨及头皮较厚，会使得发作起始的判断因伪差干扰而变得较为困难^[4]。影像学上，由于轴位磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)上手运动区具有特征性的“Ω”形状^[6]，因此通常可以将其准确定位。然而，对于某些病理情况如脑裂畸形、多小脑回及某些脑沟形态异常的 FCD 等，中央区的判断依然面临挑战，需要结合功能性磁共振成像(functional MRI, fMRI)等技术。另外，神经系统查体对涉及中央区癫痫手术至关重要，存在初级神经功能损伤症状常提示功能区损伤或致痫灶与功能区关系密切。

临床问题 2: 中央区癫痫制定手术决策的基本原则有哪些?

推荐意见 2: 制定手术方案时，需要密切结合患者的功能代偿能力、病变性质和功能定位等因素进行综合考虑；在手术过程中，切除致痫灶同时保留功能区是关键(推荐比例 100%，反对比例 0.0%)。功能上，中央区负责躯体感觉和运动，因此手

DOI: 10.7507/2096-0247.202409001

基金项目：国家自然科学基金面上项目(82071448)；北京市科技计划项目医药创新品种及平台培育专项(Z231100004823035)

通信作者：张凯，Email: zhangkai62035@163.com；张国君，Email: zgj62051@163.com；梁树立，Email: 301_1sjwk@sina.cn



术治疗最大的风险在于可能造成偏瘫等严重并发症。在进行该区域的手术时,关键在于在切除致病病灶的同时尽可能保留运动和感觉功能,这包括对感觉运动皮质、锥体束和相关主要动脉的保护。某些先天发育性病变虽然累及中央前回,但运动区的位置可能已经发生转移,因此并非切除性手术的禁忌症。术前应谨慎评估致病区与重要功能区的解剖关系,术中需实时监测以保护运动功能。对于中央区癫痫的治疗,应尽可能避免和防范“double loser”的发生,即癫痫未缓解却伴随长期的功能损伤。

临床问题 3: 针对中央区癫痫的外科治疗需保护哪些血供及解剖结构?

推荐意见 3: 中央区皮质与躯体感觉和运动密切相关,主要由大脑前动脉和大脑中动脉的分支供血。中央后回接受脊髓丘脑束经丘脑中继后的感觉传入纤维投射,而中央前回则发出皮质核束和皮质脊髓束。纤维束的保护也是保留中央区功能的重要前提(推荐比例 100%,反对比例 0.0%)。

中央前回在 Brodmann 分区上分属于 BA4 区和 6 区,因缺乏可分辨的第 4 层结构,因此属于无颗粒型皮质,其中 BA4 区的最显著特点是第 5 层皮质结构含有巨大的锥体神经元(Betz 细胞);中央后回在 Brodmann 分区上分属于 BA3、BA1、BA2 和 BA43 区,其细胞构筑特点是皮质厚度较薄,第 2 层和第 4 层结构明显且第 4 层厚,因此属于颗粒皮质。功能上,中央前回的主要功能是躯体运动,中央后回则是浅、深躯体感觉中枢,二者均具有明确的躯体定位关系,呈现典型的“倒立小人”,其中代表足的感觉运动区位于半球内侧面的旁中央小叶,而代表口的感觉运动区位于中央前后回的下端^[7]。

中央区的血供主要来自于大脑中动脉和大脑前动脉的分支。在大脑半球外侧面,大脑中动脉 M3 段的分支紧贴额顶盖走行,至外侧裂的表面延续为 M4 段;M4 段起自外侧裂表面,行于大脑半球外侧面的皮层表面。M3 和 M4 段的分支分别营养中央区的盖部以及中央前后回的下 2/3 部分,因此在进行中央区腹侧手术时需密切保护上行的动脉血管;在大脑半球内侧面,大脑前动脉发出的旁中央动脉起自 A4 段或胼缘动脉,向上到达旁中央小叶上部,营养旁中央小叶,大脑半球外侧面中央区的上部也有来自大脑前动脉的分支供血,因此在中央区内侧面手术时需谨慎保护从前向后走行以及从下向上走行、与旁中央小叶关系密切的动脉血

管。中央区的静脉回流分别至外侧裂静脉和上矢状窦^[8],同样需要密切保护,从而避免术中中央区水肿和出血。

纤维联系上,中央前回的投射纤维主要包括:①锥体系,投射至脊髓和脑干神经核团的皮质脊髓束和皮质核束;②锥体外系:包括投射至纹状体、丘脑、丘脑底核、红核、黑质、脑干网状结构等的纤维束;中央前回的联络纤维主要来自同侧半球顶叶(BA3、BA1、BA2 和 BA5 区)和颞叶(BA21、BA22 区)。中央后回的传入纤维则主要来自于丘脑的投射,其中来自丘脑腹后内侧核和腹后外侧核的纤维通过内囊后肢上行,止于中央后回,联络纤维则包括与中央前回 BA4 区、第二躯体感觉区(S2)的往返纤维、与辅助运动区(supplementary motor area, SMA)之间的联络纤维^[9]。

2 中央区癫痫的功能评估

临床问题 4: 在术前如何定位中央区癫痫患者的功能区?

推荐意见 4: 任务态 fMRI 和弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)是明确功能区分布及致痫灶与锥体束毗邻关系的重要手段;对于颅内电极埋藏患者,皮质电刺激是评估致痫灶及其邻近正常皮质功能状态的重要依据;导航经颅磁刺激也可辅助用于癫痫术前功能定位(推荐比例 93.5%,反对比例 0.0%)。

初级运动皮质主要指代 BA4 区,主要分布在中央前回凸面以及中央沟的前岸。大脑皮质运动前区存在直接投射至脊髓运动神经元的皮质运动神经元(corticomotor neurons),其中大部分皮质运动神经元分布在 BA4 区的后部(中央沟的前岸),少部分(1%~10%)分布在 BA4 区的前部;此外,中央沟的沟底(Brodmann 3a)也存在部分皮质运动神经元(约 15%),但对其电刺激并未诱发运动反应^[7]。任务态 fMRI 主要用于显示运动区激活图,最常应用手指和脚趾敲击任务以识别初级运动皮质的相关代表区。其空间分辨率为 8~50 mm³,相当于 10⁵ 个神经元的分布,用以术前判断拟切除区域与功能区的空间位置关系^[10],对术中进行直接皮质电刺激提供重要指导价值^[11, 12]。fMRI 结果的可靠性受多种因素影响,包括病变位置及性质、患者配合度和功能任务的执行情况等^[13, 14]。儿童特别是低龄儿童获取 fMRI 较为困难时,DTI 纤维束成像描绘皮质脊髓束有益于判断功能区。通过纤维束成像推断的定位结果与侵入性电刺激映射结果相似,可

用于预测术后运动功能缺损的风险^[15]。导航经颅磁刺激 (navigated Transcranial magnetic stimulation, nTMS) 已被用于绘制激活图, 其与侵入性皮质电刺激定位区域的平均欧氏距离为手部代表区 11 mm (标准差 4 mm), 手臂肌肉代表区 16 mm (标准差 7 mm), 因此能够为运动皮质的功能定位提供临床证据^[16]。皮质电刺激被认为是功能区定位的金标准, 但无论是深部电极还是硬膜下电极, 都存在皮质采样率的局限性。以上手段结合无创定位评估结论, 可对癫痫手术策略的制定提供更完善的依据^[17]。

临床问题 5: 在术中如何确定中央区癫痫患者的功能区?

推荐意见 5: 结合术前 3D 脑表面重建和术中脑沟回形态辨认, 可以识别中央沟、病变范围以及 fMRI 定位的功能脑区分布; 术中电生理监测 (皮质翻转、皮质或皮质下直接电刺激技术) 是明确功能分布的金标准; 术中磁共振扫描可以辅助判断切除区域与功能区 (结合术前 fMRI) 及皮质脊髓束的空间关系; 由于脑漂移的存在, 术中导航对功能区的定位结论需要谨慎对待 (推荐比例 100%, 反对比例 0.0%)。

术前对脑表面沟回 (和脑表面血管, 尤其静脉血管) 进行 3D 重建, 结合术中实景进行一一比对, 可辅助准确定位切除边界、识别中央沟以及定位 fMRI 显示的功能区分布。这样可显著提高术中电生理监测的效率, 指导功能核心区的术中电生理监测。体感诱发电位波形翻转技术辨识中央沟^[5, 18] 是中央区手术的首要步骤, 通过对外周正中神经电刺激同时应用条状电极在额顶叶皮质记录体感诱发电位, 可以检测到相位翻转, 即提示中央沟位置。如未能识别经典相位反转, 显示 N20 波形最大负性的电极触点被认为与初级感觉皮质最为相关^[19]。运动功能正常患者诱发出经典相位翻转的成功率要高于运动功能缺陷患者^[19]。

明确中央沟后, 可以通过直接电刺激初级运动皮质产生运动诱发电位来定位皮质功能区。一般认为, 在唤醒麻醉状态下进行直接皮质电刺激运动诱发电位是功能定位最理想的办法^[5], 在全麻状态下进行时则需要与麻醉医师密切配合。若某个通道运动诱发电位波幅超过 50 μV 并且可重复, 则被认为与初级运动皮质密切相关。当确定运动反应后, 可降低刺激强度进行重复刺激, 以排除电扩散效应。低龄小儿无法配合完成 fMRI 和无创功能定位评估, 因此术中电刺激定位功能区尤其重要。运

动诱发电位的刺激强度与年龄呈现负相关, 即年龄越小, 运动诱发电位刺激电量越高^[20, 21]。皮质下电刺激可用于判断切除位置距离深部皮质脊髓束的空间距离, 当皮质下电刺激阈值低于 6mA 时提示术后可能会存在运动功能缺失^[19]。

术中磁共振扫描可评估病变切除范围, 结合术前 fMRI 或术中进行 DTI 扫描可判断当前切除边界与功能区或皮质脊髓束的空间位置关系, 以指导手术切除。术中 MRI 辅助功能区癫痫手术相较于传统手术可显著提高病变全切率并降低术后神经功能损伤^[22, 23]。由于开颅术中脑脊液的流失和体位的影响, 脑漂移会影响术中导航的定位准确性, 尤其对邻近功能区的致痫灶切除手术, 导航的价值需要谨慎对待^[18]。

3 中央区癫痫的切除性手术要点

临床问题 6: 中央区癫痫中, 累及到功能区的致痫灶应当是部分还是全切除?

推荐意见 6: 致痫灶的切除范围取决于病变位置、病理性质、年龄以及风险-获益比, 并应获取知情同意。对于致痫灶仅累及感觉皮质的患者, 手术应尽可能全切除致痫灶; 对于致痫灶累及运动区的低龄小儿, 优先考虑全切除并保证癫痫手术疗效; 对大龄儿童和成年人, 需要权衡利弊并获取知情同意。若致痫区位于拇指运动代表区以下, 应优先考虑致痫灶全切除; 位于手节以上及旁中央小叶前部的致痫灶, 对于无功能病理可进行全切除或近全切除, 对于存在运动功能的病变, 多数无法完成致痫灶全切除 (推荐比例 96.8%, 反对比例 3.2%)。

儿童中枢神经系统的可塑性高, 术后神经功能缺陷的代偿能力优于成人^[1]; 而且患儿中央区手术后能引起中央区内在的功能重塑, 同时邻近的皮质结构也会代偿相应功能, 如手指、前臂运动等^[24, 25], 病变半球的皮质脊髓束投射可随疾病的进展转移至其他脑区, 甚至对侧半球^[26]。癫痫病程过长会导致脑功能不可逆的下降, 早期通过手术完整切除致痫灶, 有利于患儿术后运动功能的逐步改善, 保证患儿精神、运动功能的正常发育, 使患儿获益更大^[27]。

由于切除术后肢体近端的代偿恢复能力较远端好, 病变位于手节及以上和旁中央小叶皮质术后更容易出现神经功能缺失, 所以当致痫区与该部分代表区重叠时, 必须在脑电监测的前提下谨慎进行裁剪式病变切除。术后短暂的神经功能障碍较为



常见(40%~100%),当病变位于拇指运动代表区以上部位时,远期神经功能缺失更多见(8%~63%),研究显示,年龄>25岁的患者术后出现远期神经功能缺陷的概率更高^[4]。位于手节以上及旁中央小叶前部的致痫灶,若为良性肿瘤病变、FCD-II型、软化灶等无功能病理^[28]可进行全切除或近全切除;若为浸润性生长的肿瘤病变、海绵状血管畸形含铁血黄素浸润或其他病变内部存在正常功能(如多微小脑回)等情况^[29],多数无法完成致痫灶全切除,尤其是青少年及成年癫痫患者。此外,若患者术前上肢和下肢的功能损害程度严重且不可逆,即使皮质切除也不会带来更多的损害,但对癫痫的控制会使患者获益更多,这样的致痫病变可进行完整切除,但需要让患者对手术的利弊能充分理解并知情同意^[30]。

临床问题 7: 哪些手段和技术有助于在中央区癫痫的切除性手术中保护功能区?

推荐意见 7: 为了准确识别功能区、纤维束和致痫灶的空间位置关系,可进行唤醒手术,联合术中持续直接皮质电刺激以监测功能区及其纤维束的完整性,操作轻柔并保护邻近血管,尽可能对致痫灶进行软膜下切除(推荐比例 96.8%,反对比例 0.0%)。

中央区手术时术中皮质电刺激尤为重要,结合 3D 脑表面重建技术和术中脑沟回形态学辨认,可以准确识别中央沟以及 fMRI 提供的功能区定位区域^[31];应用术中皮质翻转和皮质电刺激技术识别中央沟以及中央前回的上肢、下肢以及头面部代表区。对于中央区凸面病变切除,识别拇指和头部代表区的交界处。交界处以下的中央区皮质可以进行切除,交界处以上病变的切除需密切配合电生理监测^[5],对病变进行裁剪式切除。对位于中央前回的致痫区必要时可以考虑应用多处软膜下横行纤维切断术。实时、持续地进行运动诱发电位监测对功能区的保护必不可少,可有效预测术后新发永久性神经功能缺陷的可能^[5]。

优势侧中央区腹侧部分的切除,应尤其关注语言区的保护,可结合术中唤醒技术谨慎操作。此外,大脑中动脉供应中央区的 M4 段血管多由侧裂向上走行,多数走行于脑沟内,切除术中需要保留过路血管以保护远端脑区的血供,对拟切除脑组织表面可辨识的过路血管电凝,并切断供应切除区域的动脉分支,充分游离动脉主干。

对于切除深度的掌握也尤其重要,以 FCD 为例,致痫区均位于灰质,手术以完整切除灰质为主要目标。中央区是由后上方向前方下方走行,内囊后肢走行相对于中央区下部皮质非常靠后,因此中央

区下部发出纤维需要向后走行更多的距离以到达内囊后肢。从中央后回向深部进行扩大切除时可能会损伤中央前回的下行纤维而出现功能缺失。因此,术中确定中央沟沟底和上环岛沟尤其重要,两者是明确手术切除深度的重要解剖标记^[30]。

4 中央区癫痫的颅内电极埋藏及毁损性手术要点

临床问题 8: 中央区癫痫颅内电极埋藏方案的设计需考量哪些因素?

推荐意见 8: 电极置入的数量和位置需根据发作症状学、头皮脑电异常脑电分布、影像学以及预期治疗计划(切除或热凝)等临床信息进行考量。覆盖区域包括不同水平的初级运动皮质、同源的感觉皮质区域和 SMA,以及涉及癫痫发作传播的区域,例如额眼区、运动前区、次级躯体感觉皮质(SSII)、顶叶和岛叶皮质等(推荐比例 100%,反对比例 0.0%)。

电极置入方案需多学科讨论完成,根据患者解剖-电-临床特征及功能定位结果决定患者的置入电极数量和覆盖脑区^[32]。若影像学不能明确病变边界或致痫灶仅为影像学异常的一部分(如多微小脑回)^[33],多需通过电极明确致痫灶边界及邻近皮质的功能;若有立体定向脑电图(stereo-electroencephalography, SEEG)引导下的射频热凝毁损计划时,可能需对病变局部加密置入^[32]。使用脑结构和血管 MRI 影像详细确定实际的轨迹,以躲避动脉和静脉血管。中央区通常依靠置入在运动皮质的多个体部位水平(盖部、中部和上部/旁中央小叶)的电极进行探查,以及在局部或远程连接区域(中央后皮质、前 SMA 和 SMA、前运动区、岛叶和顶叶皮质、旁中央小叶和扣带回等)进行探查。根据中央沟的方向,可通过一个横向置入中央沟上部的正交电极探查下肢运动代表区(远端触点)、中央沟深部(中间触点)和中央后初级感觉皮质(尾端触点);同样,可通过一个横向正交置入中央沟前方的电极探查 SMA(远端触点)和前运动皮质(中间触点,第 6 区);在中央区的下部,正交电极可以探查深部岛叶皮质(远端触点)和根据其前后位置的额叶或感觉皮质。当需要探查额叶背外侧皮质上部时,内侧皮质区域也可以通过斜向路径探查。

临床问题 9: 中央区癫痫术中如何合理实施射频热凝毁损(radiofrequency thermocoagulation, RFTC)?

推荐意见 9: 热凝靶点的选择需根据发作期电

活动决定,包括低波幅快活动起始节律或直接电刺激诱发惯常发作的结果等;发作间期的电活动特征性提示 FCD- II 型时,也可作为热凝靶点的选择依据;SEEG 电刺激皮质功能定位提示存在运动功能的电极触点,在选择热凝时需要谨慎对待。热凝顺序根据与功能区的距离,由远及近依次热凝并实时监测患者的运动功能状态,可先进行可逆或小功率毁损,若无功能缺失,再进行全功率毁损(推荐比例 87.1%,反对比例 0.0%)。

具备癫痫发作起始模式和皮质电刺激诱发典型发作的电极触点是作为热凝触点选择的重要依据^[32],对于间期表现为节律性棘波放电提示 FCD- II 型时,也可作为热凝触点的选择依据^[32, 34]。在对中央区癫痫进行 RFTC 毁损前,可通过双极电刺激进行皮质功能定位(强度 3-6mA),以避免热凝后出现功能缺失。电刺激功能定位包括单发式(低频方法)电刺激(常用参数:频率 1 Hz、脉宽 0.5 ~ 3 ms、刺激强度 0.5 ~ 4 mA、刺激持续时长 20 ~ 60 s)和脉冲式(高频方法)电刺激(常用参数:频率 50 Hz、脉宽 0.5 ~ 1 ms、刺激强度 0.5 ~ 5 mA、刺激持续时长 3 ~ 8 s)。脉冲式电刺激用于中央区时要特别小心,因其容易诱发全身强直-阵挛发作,故建议仅限于短时程、低强度脉冲式电刺激的应用^[32]。中央前回凸面灰质的热凝对运动功能的影响相对较小,而对中央沟前岸及沟底的热凝应尤其谨慎。对有功能的皮质脑区进行毁损前需要与患者及其家属讨论并权衡风险-获益比,并取得知情同意^[35]。由于低龄儿童大脑可塑性强,功能区的热凝可相对积极^[36]。至于热凝功率和持续时间选择,由于电极材料和长度等在不同电极品牌间存在差异,热凝参数需要咨询出厂商。

5 中央区癫痫的其他外科治疗手段

临床问题 10: 中央区癫痫术中除了切除手术和 RFTC, 有没有其它外科治疗技术?

推荐意见 10: 中央区癫痫其他外科手段包括 MRI 引导下激光间质热疗术(MRI guided laser interstitial thermotherapy, MRgLITT)、多处软脑膜下横行纤维切断术(multiple subpial transections, MST)、脑皮层电凝热灼术以及神经调控手术,后者包括迷走神经电刺激术(vagus nerve stimulation, VNS)、脑深部电刺激术(deep brain stimulation, DBS)和反应性电刺激术(responsive neurostimulation, RNS)。其中 MST、脑皮层热灼术和神经调控手术均属于姑息性治疗手段,仅适应于无法

进行切除、LITT 或 RFTC 治疗的患者。(推荐比例 93.5%,反对比例 3.2%)。

MRgLITT 的优势在于能够对毁损范围进行实时监测并对功能区及纤维束进行保护,但对致痫灶和功能区存在重叠者,LITT 治疗存在同样的局限性;同时该技术受限于磁共振安全要求,无法进行术中电生理监测,且目前尚无针对中央区致痫灶毁损治疗的癫痫发作及功能预后的大宗病例报道^[37]。MST 手术技术最早在 1973 年由 Morrell 提出并应用,可切断皮质内横行纤维联系以阻断与皮质表面平行的皮质内癫痫放电的传播,同时保护皮质垂直排列的功能单位及其下行纤维^[4, 30]。对累及功能区的部分性癫痫,MST 可单独或联合其他手术类型(如切除性手术)。该手术对累及功能区的外科治疗预后方面,Meta 分析(212 例)显示 MST 联合切除手术(55.2%)术后远期无发作率要显著大于单纯 MST 手术(23.9%),术后短期内的肢体活动障碍或失语分别占 19.8% 和 12.3%,而长期功能缺失分别占 6.6% 和 1.9%^[38]。此外,脑皮层电凝热灼术(即通过双极电凝器镊尖释放的热能损伤大脑皮层 I ~ III 层内的水平纤维,从而切断癫痫异常放电向周围正常皮质同步化扩散的途径)多联合切除性手术进行,可减轻癫痫发作,但其远期疗效缺乏临床证据支持^[39]。

VNS 方面,术后远期随访显示其对药物难治性癫痫的治疗可使平均癫痫发作频率下降 51%,约有 50.6% 患者发作频率减少 $\geq 50%$ ^[40],但目前针对 VNS 治疗中央区癫痫的大宗病例报道较少。Meta 分析(787 例)提示部分性发作类型对 VNS 的治疗响应(发作频率减少 $42.5\% \pm 0.9%$) 低于全面性发作类型($57.5\% \pm 1.9%$)^[40]。DBS 手术目前常用的治疗靶点是丘脑前核(anterior nucleus of thalamus, ANT)、丘脑中央中核和丘脑底核(subthalamic nucleus, STN)。ANT-DBS 治疗中央区癫痫尚无大宗病例报道。临床研究长期随访显示,该技术治疗颞叶癫痫术后 1 年和 5 年发作频率中位缓解率分别为 44% 和 76%,额叶癫痫分别为 53% 和 59%^[41]。STN 与中央区存在直接的纤维联系,多个中心正逐步尝试 STN-DBS 治疗中央区癫痫,STN-DBS 治疗显示(16 例)术后发作频率平均下降 87.1%,可见 STN-DBS 治疗中央区癫痫有较好的应用前景,但需更多的临床治疗证据^[42]。中央区癫痫是 RNS 较好的手术适应症,RNS 尚无针对中央区癫痫治疗疗效的大宗病例报道,远期随访(9 年)显示新皮层癫痫术后癫痫发作中位缓解率为 81%,其

中额叶癫痫为 93%^[43]。

6 中央区癫痫手术并发症的预防与处理

临床问题 11: 中央区癫痫在术后急性期出现癫痫发作时应如何处理?

推荐意见 11: 明确病因并积极处理, 手术局部刺激是最常见的原因。对于部分性癫痫持续状态, 需要积极终止发作(推荐比例 96.8%, 反对比例 0.0%)。

术后急性期出现癫痫发作, 需要完善影像学检查和神经系统查体, 排除其他可能的病因, 如出血、梗死等特殊病因。若无上述情况, 则考虑多与手术刺激有关。邻近中央区的手术后更容易出现癫痫发作, 有必要提前告知患者和家属: 术后早期出现癫痫发作的概率较大, 常表现为局灶知觉性发作, 且多是由于切除区域周边大脑皮质暂时性的生理异常所致, 并不意味着手术的失败。这种癫痫发作通常会在几天内缓解, 多数不会超过 1 周^[30]。临床可给予静脉抗癫痫发作药物控制发作, 可同时积极应用甘露醇和激素减轻术后水肿和应激; 若发作持续存在, 则需按照部分性癫痫持续状态进行处理。

临床问题 12: 中央区癫痫在术后出现功能损害时应如何处理?

推荐意见 12: 中央区癫痫术后出现功能损害, 需结合术中情况和术后影像学检查明确病因以对症治疗, 患者早期积极进行功能康复对术后运动障碍的恢复至关重要(推荐比例 100%, 反对比例 0.0%)。

中央区术后出现功能损害最典型表现即肢体运动功能障碍, 相关原因包括术区周围脑水肿、手术操作中的机械牵拉、营养血管损伤引起的脑梗死、功能区皮质的直接损伤、张力性积液以及术区血肿。功能损害的处理首先要结合术中情况明确病因, 完善术后计算机断层扫描(computed tomography, CT)或 MRI 检查。如果出现术后出血或其他需要再次手术干预的情况, 可能需要急诊手术。对于切除体积较小的致痫灶, 术后需积极应用甘露醇减轻脑水肿以减少张力性积液的发生; 若出现因张力性积液而导致的肢体活动障碍, 积极穿刺引流是有必要的。如果有脑水肿, 可以使用脱水剂(如甘露醇)和类固醇(如地塞米松)减轻水肿; 对于脑缺血或穿支血管损伤引起的功能障碍, 应予以补液扩容及扩血管治疗。

癫痫外科术后的康复需包括神经外科、神经内科、康复科及心理科等多学科合作完成, 康复手段

同其他神经外科手术后康复, 包括物理治疗、作业治疗和语言治疗。常见的康复手段包括: 高压氧、运动想象疗法、镜像疗法、功能性电刺激、重复经颅磁刺激、肌电生物反馈疗法、康复机器人和虚拟现实技术、中医针灸治疗等^[44-46]。

审稿专家(按姓氏笔画排序)

王丰(福建医科大学附属第一医院)、王逢鹏(福建医科大学附属厦门弘爱医院)、王海祥(清华大学玉泉医院)、王爽(浙江大学医学院附属第二医院)、王超(空军军医大学唐都医院)、史建国(山东大学附属儿童医院)、朱海涛(南京脑科医院)、朱敏伟(哈尔滨医科大学附属第一医院)、乔梁(首都医科大学宣武医院)、刘长青(首都医科大学附属北京朝阳医院)、刘婷红(首都医科大学附属北京儿童医院)、许新科(广州市妇女儿童医疗中心)、孙家行(哈尔滨医科大学附属第二医院)、李经辉(昆明医科大学第一附属医院)、李涛(大连医科大学附属第一医院)、张凯(首都医科大学附属北京天坛医院)、陈子怡(中山大学附属第一医院)、林一聪(首都医科大学宣武医院)、郭强(广东三九脑科医院)、桑林(北京丰台医院)、梁建民(吉林大学白求恩第一医院)、梁树立(首都医科大学附属北京儿童医院)、彭镜(中南大学湘雅医院)、谢涵(北京大学第一医院)、谭泊静(首都儿科研究所附属儿童医院)

外审专家(按姓氏笔画排序)

李勇杰(香港大学深圳医院)、杨辉(陆军军医大学第二附属医院)、张国君(首都医科大学附属北京儿童医院)、周文静(清华大学玉泉医院)、赵国光(首都医科大学宣武医院)、徐纪文(上海交通大学医学院附属瑞金医院)

利益冲突声明 所有作者无利益冲突。

参考文献

- Delev D, Send K, Wagner J, et al. Epilepsy surgery of the rolandic and immediate perirolandic cortex: surgical outcome and prognostic factors. *Epilepsia*, 2014, 55(10): 1585-1593.
- Behdad A, Limbrick D, Bertrand M, et al. Epilepsy surgery in children with seizures arising from the rolandic cortex. *Epilepsia*, 2009, 50(6): 1450-1461.
- Shields WD, Snead OC. Benign epilepsy with centrotemporal spikes. *Epilepsia*, 2009, 50 Suppl 810-815.
- Pondal-Sordo M, Diosy D, Tellez-Zenteno J-F, et al. Epilepsy surgery involving the sensory-motor cortex. *Brain*, 2006, 129(Pt 12): 3307-3314.
- Wang S, Zhang H, Liu C, et al. Surgical treatment of children with drug-resistant epilepsy involving the Rolandic area. *Epileptic Disorder*, 2021, 23(2): 376-384.
- L Vigano, Forna L, Rossi M, et al. Anatomic-functional characterisation of the human "hand-knob": a direct electrophysiological study. *Cortex*, 2019, 113239-254.
- Strick P, Dum R, Rathelot J. The cortical motor areas and the

- emergence of motor skills: a neuroanatomical perspective. *Annual Review of Neuroscience*, 2021, 44:425-447.
- 8 Frigeri T, Paglioli E, de Oliveira E, *et al.* Microsurgical anatomy of the central lobe. *Journal of Neurosurgery*, 2015, 122(3): 483-498.
 - 9 Mai J, George P. *The Human Nervous System*. 2004.
 - 10 A Majos, Tybor K, Stefanczyk L, *et al.* Cortical mapping by functional magnetic resonance imaging in patients with brain tumors. *European Radiology*, 2005, 15(6): 1148-1158.
 - 11 Pirotte B, Voordecke P, Neugroschl C, *et al.* Combination of functional magnetic resonance imaging-guided neuronavigation and intraoperative cortical brain mapping improves targeting of motor cortex stimulation in neuropathic pain. *Neurosurgery*, 2008, 62(6 Suppl 3): 941-956.
 - 12 De Witt H, Robles S, Zwiderman A, *et al.* Impact of intraoperative stimulation brain mapping on glioma surgery outcome: a meta-analysis. *Journal of Clinical Oncology*, 2012, 30(20): 2559-2565.
 - 13 Duffau H, Capelle L, Denvil D, *et al.* Usefulness of intraoperative electrical subcortical mapping during surgery for low-grade gliomas located within eloquent brain regions: functional results in a consecutive series of 103 patients. *Journal of Neurosurgery*, 2003, 98(4): 764-778.
 - 14 Majos A, Bryszewski B, Kosla K, *et al.* Process of the functional reorganization of the cortical centers for movement in GBM patients: fMRI study. *Clinical Neuroradiology*, 2017, 27(1): 71-79.
 - 15 Jeong J, Asano E, Juhasz C, *et al.* Quantification of primary motor pathways using diffusion MRI tractography and its application to predict postoperative motor deficits in children with focal epilepsy. *Human Brain Mapping*, 2014, 35(7): 3216-3226.
 - 16 Vitikainen A, Salli E, Lioumis P, *et al.* Applicability of nTMS in locating the motor cortical representation areas in patients with epilepsy. *Acta Neurochirurgica (Wien)*, 2013, 155(3): 507-518.
 - 17 Duncan J, Winston G, Koeppe M, *et al.* Brain imaging in the assessment for epilepsy surgery. *Lancet Neurology*, 2016, 15(4): 420-433.
 - 18 De Momi E, Ferrigno G, Bosoni G, *et al.* A method for the assessment of time-varying brain shift during navigated epilepsy surgery. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, 2016, 11(3): 473-481.
 - 19 Roth J, Korn A, Sala F, *et al.* Intraoperative neurophysiology in pediatric supratentorial surgery: experience with 57 cases. *Children's Nervous System*, 2020, 36(2): 315-324.
 - 20 Lieberman J, Lyon R, Feiner J, *et al.* The effect of age on motor evoked potentials in children under propofol/isoflurane anesthesia. *Anesthesia and Analgesia*, 2006, 103(2): 316-321.
 - 21 Sala F, Manganotti P, Grossauer S, *et al.* Intraoperative neurophysiology of the motor system in children: a tailored approach. *Children's Nervous System*, 2010, 26(4): 473-490.
 - 22 Sacino M, Ho C, Murnick J, *et al.* The role of intraoperative MRI in resective epilepsy surgery for peri-eloquent cortex cortical dysplasias and heterotopias in pediatric patients. *Neurosurgical Focus*, 2016, 40(3): E16.
 - 23 Sommer B, Grummich P, Coras R, *et al.* Integration of functional neuronavigation and intraoperative MRI in surgery for drug-resistant extratemporal epilepsy close to eloquent brain areas. *Neurosurgical Focus*, 2013, 34(4): E4.
 - 24 Danckert J, Mirsattari S, Danckert S, *et al.* Spared somatomotor and cognitive functions in a patient with a large porencephalic cyst revealed by fMRI. *Neuropsychologia*, 2004, 42(3): 405-418.
 - 25 Jaillard A, Martin C, Garambois K, *et al.* Vicarious function within the human primary motor cortex? A longitudinal fMRI stroke study. *Brain*, 2005, 128(Pt 5): 1122-1138.
 - 26 Hemb M, Paglioli E, Dubeau F, *et al.* "Mirror EPC": epilepsy partialis continua shifting sides after rolandic resection in dysplasia. *Neurology*, 2014, 83(16): 1439-1443.
 - 27 Chen H, Chen C, Hung S, *et al.* Cognitive and epilepsy outcomes after epilepsy surgery caused by focal cortical dysplasia in children: early intervention maybe better. *Children's Nervous System*, 2014, 30(11): 1885-1895.
 - 28 Chassoux F, Mellerio C, Laurent A, *et al.* Benefits and risks of epilepsy surgery in patients with focal cortical dysplasia type 2 in the central region. *Neurology*, 2022, 99(1): e11-e22.
 - 29 Marusic P, Najm I, Ying Z, *et al.* Focal cortical dysplasias in eloquent cortex: functional characteristics and correlation with MRI and histopathologic changes. *Epilepsia*, 2002, 43(1): 27-32.
 - 30 Girvin J 著, 谭启富, 张建国, 栾国明 译. 癫痫外科手术技术. 人民军医出版社, 2015: 1-186.
 - 31 胡文瀚, 王秀, 张弢, 等. 脑表面三维重建技术在局灶性皮质发育不良切除术中的应用. *立体定向和功能性神经外科杂志*, 2018, 31(02): 65-69.
 - 32 Isnard J, Taussig D, Bartolomei F, *et al.* French guidelines on stereoelectroencephalography (SEEG). *Clinical Neurophysiology*, 2018, 48(1): 5-13.
 - 33 Maillard L, Tassi L, Bartolomei F, *et al.* Stereoelectroencephalography and surgical outcome in polymicrogyria-related epilepsy: a multicentric study. *Annals of Neurology*, 2017, 82(5): 781-794.
 - 34 Chassoux F, Devaux B, Landre E, *et al.* Stereoelectroencephalography in focal cortical dysplasia: a 3D approach to delineating the dysplastic cortex. *Brain*, 2000, 123 (Pt 8):1733-1751.
 - 35 Bourdillon P, Isnard J, Catenoix H, *et al.* Stereo electroencephalography-guided radiofrequency thermocoagulation (SEEG-guided RF-TC) in drug-resistant focal epilepsy: Results from a 10-year experience. *Epilepsia*, 2017, 58(1): 85-93.
 - 36 Cossu M, Cardinale F, Casaceli G, *et al.* Stereo-EEG-guided radiofrequency thermocoagulations. *Epilepsia*, 2017, 58 Suppl 166-72.
 - 37 Youngerman B, Save A, McKhann G. Magnetic resonance imaging-guided laser interstitial thermal therapy for epilepsy: systematic review of technique, indications, and outcomes. *Neurosurgery*, 2020, 86(4): E366-E382.
 - 38 Rolston J, Deng H, Wang D, *et al.* Multiple subpial transections for medically refractory epilepsy: a disaggregated review of patient-level data. *Neurosurgery*, 2018, 82(5): 613-620.
 - 39 中国抗癫痫协会. 临床技术操作规范-癫痫外科分册. 人民卫生出版社, 2022.
 - 40 Englot D, Chang E, Auguste K. Vagus nerve stimulation for epilepsy: a meta-analysis of efficacy and predictors of response. *Journal of Neurosurgery*, 2011, 115(6): 1248-1255.
 - 41 Salanova V, Witt T, Worth R, *et al.* Long-term efficacy and safety of thalamic stimulation for drug-resistant partial epilepsy. *Neurology*, 2015, 84(10): 1017-1025.
 - 42 Yan H, Wang X, Zhang X, *et al.* Deep brain stimulation for patients with refractory epilepsy: nuclei selection and surgical outcome. *Frontiers in Neurology*, 2023, 14:1169105.



- 43 Nair D, Laxer K, Weber P, *et al.* Nine-year prospective efficacy and safety of brain-responsive neurostimulation for focal epilepsy. *Neurology*, 2020, 95(9): e1244-e1256.
- 44 Sakai K, Ikeda Y. Clinical assessment of motor imagery and physical function in mild stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science*, 2019, 31(12): 992-996.
- 45 王引言, 方晟宇, 李连旺, 等. 重复经颅磁刺激治疗脑胶质瘤术后运动功能障碍的临床分析(附五例报告). *中华神经外科杂志*, 2020, 36(5): 458-462.
- 46 中国医师协会脑胶质瘤专业委员会. 中国神经外科术后加速康复外科(ERAS)专家共识. *中华神经外科杂志*, 2020, 36(10): 973-983.

收稿日期: 2024-08-20 修回日期: 2024-09-02

