

· 专家共识 ·

癫痫外科手术技术专家共识——第一篇： 脑内病变相关癫痫



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

邝苏慧(首都医科大学附属北京儿童医院)、刘畅(首都医科大学附属北京儿童医院)、田宏(中日友好医院)、刘翔宇(南京大学医学院附属鼓楼医院)、梁树立(首都医科大学附属北京儿童医院)、刘婷红(首都医科大学附属北京儿童医院)、翟峰(首都医科大学附属北京儿童医院)、徐金山(首都医科大学附属北京儿童医院)

我国目前已经有癫痫患者超过1000万人，其中活动性癫痫640万人，药物难治性癫痫200~300万人^[1]。根据2017年国际抗癫痫联盟(International League Against Epilepsy, ILAE)的癫痫诊断与分类方案中，结构性病因是癫痫的六大病因之一，同时结构性病因也可与其它病因共同导致癫痫，如发育性肿瘤中的遗传-结构性病因，脑炎后遗症中的炎症-结构性病因，自身免疫性脑炎后的免疫-结构性病因等^[2]。

病变相关性癫痫是癫痫外科的两个手术适应证之一。目前已知癫痫相关病理有多种，海马硬化、颅面血管畸形、半侧巨脑回畸形和局灶性脑皮质发育不良等是癫痫相关的常见病变，但这些结构性病变均为癫痫外科治疗的传统病因，因此，将在颞叶癫痫、半球性癫痫和局灶性脑皮质发育不良相关癫痫的手术技术共识中分别进行讨论，并不纳入本篇共识。脑膜瘤及动脉瘤等虽然也可引起癫痫发作，但由于通常不在癫痫外科(病区)进行治疗，而蛛网膜囊肿和静脉畸形一般不引起癫痫发作，所以这些病变的手术治疗技术均未纳入本共识。本篇共识主要讨论脑肿瘤、脑外伤或脑炎等后遗症期的脑软化、脑动静脉畸形和海绵状血管畸形这些病变相关癫痫的外科手术技术。

1 病变相关癫痫的临床特点

临床问题1：病变相关癫痫中，难治性癫痫的比例是否存在差异？

DOI: 10.7507/2096-0247.202403003

基金项目：国家自然科学基金面上项目(82071448)

通信作者：张建国，Email: zjguo73@126.com；姜玉武，Email: jiangywu@bjmu.edu.cn；梁树立，Email: 301_1sjwk@sina.cn

推荐意见1：病变性质不同，其相关癫痫中难治性癫痫的比例也不同，约30%~80%为药物难治性癫痫(推荐比例93.5%，反对比例0%)。

不同类型的病变相关癫痫具备不同的临床特点及难治性癫痫比例。

① 神经元或神经元-胶质细胞混合性肿瘤：基本均为WHO-0或WHO-I级的良性肿瘤，以神经节细胞胶质瘤(Ganglioglioma, GG)和胚胎发育不良性神经上皮肿瘤(Dysembryoplastic neuroepithelial tumor, DNT)最为多见^[3]，癫痫往往是其主要或唯一的临床症状，多在4~8岁起病。其治疗的核心目标是控制癫痫发作。该类肿瘤中75%~100%可合并癫痫发作^[4]，且30%~40%为药物难治性癫痫^[5]。

② 脑胶质瘤：低级别脑胶质瘤中有65%~90%可以出现癫痫发作，多在20~30岁，而高级别脑肿瘤患者中这一比例为40%~64%^[6]。脑胶质瘤中30%~40%为药物难治性癫痫^[6]。

③ 脑软化灶：无论外伤性脑软化、缺血缺氧性脑软化还是各种脑炎相关性脑软化，患者多在原发疾病早期即出现诱发性癫痫发作。患者一般在原发病起病后一年以上且炎症反应等过程结束后，才能诊断脑软化相关癫痫。脑软化患者的癫痫发生率为2%~50%，药物难治性癫痫发生率为30%^[7]。

④ 脑动静脉畸形：该病有22.7%的患者可合并癫痫^[8]，且每年有约1%的患者新诊断为癫痫^[9]。其病变体积越大、累及额颞顶叶者、伴有颅内出血或位于皮质者更容易出现癫痫发作^[8, 10]，有80%为药物难治性癫痫^[11]。

⑤ 海绵状血管畸形：癫痫发生率为40%~70%，且每年1%~2%的患者存在新发癫痫发生的



风险。有 94% 的病例可能在一生中出现至少一次癫痫，53% 的患者使用抗癫痫发作药物无法达到持续 2 年无癫痫发作。累及皮质、位于颞叶内侧、病灶大小以及含铁血黄素边缘范围也是相关危险因素^[12]。

临床问题 2：病变相关癫痫中，药物治疗无发作的患者是否考虑手术治疗？

推荐意见 2：对于非功能区、单个、局灶性病变相关的癫痫，即使 1~2 种抗癫痫发作药物可以控制，也建议考虑手术治疗。此外也需结合患者的起病年龄、身体状况、手术意愿及对手术预后的期望值综合评估（推荐比例 90.3%，反对比例 6.5%）。

癫痫外科手术适应证主要是药物难治性癫痫和病变相关癫痫，而对于 1~2 种抗癫痫发作药物可以控制发作的病变相关癫痫是否早期手术还有不同的认识。尽管药物是癫痫的首选及主要治疗手段，但长期服用会合并副作用，会不同程度的影响患者的学习、工作及生活^[13]。即便不考虑副作用，也仍有高达 1/3 的患者在规范使用抗癫痫发作药物的情况下无法控制发作^[14]。即使对于药物控制良好的患者，撤药后癫痫复发的比例也有 46%^[15]。此外，根据三项大规模的前瞻性随机对照研究所提供的循证医学一级证据来看，无论是儿童还是成人癫痫患者，无论是颞叶癫痫还是颞叶外癫痫，接受外科治疗的药物难治性癫痫患者其术后癫痫控制率都要明显高于接受药物治疗的患者^[16-18]。病变相关癫痫本身存在明确的致痫病灶，因此外科指征更加充分，其利用外科治疗来规避药物副作用及药物控制不良和复发风险的驱动性也更加明确。更重要的是，相较于抗癫痫发作药物而言，外科手术提供了完全治愈癫痫的可能，尽早手术对患者改善发育认知、降低猝死风险及回归正常生活均具有重要意义^[19]。因此，目前认为虽然在抗癫痫发作药物作用下发作可以得到控制，但停用后复发的机率较大，而且切除致痫病灶后，终止癫痫发作甚至停用抗癫痫发作药物的可能性大。因此，对于非功能区局灶性单灶性病变，即使使用 1~2 种抗癫痫发作药物可以控制癫痫发作，也应当考虑切除性手术治疗^[20]。

2 癫痫病变与致痫区的解剖关系

临床问题 3：病变相关癫痫中，不同病变的致痫区如何界定？

推荐意见 3：不同的病变依据其病理学及组织学特征，各自存在特殊的致痫性及其与致痫区的关

系。发育性神经肿瘤的致痫区与结构性病变较为一致，而脑血管性病变、脑软化的致痫区主要在结构性病变临近区域，脑胶质瘤中则结构性病变本身及周围区域可能为致痫区（推荐比例 100%，反对比例 0%）。

癫痫病变区（epileptic lesion zone）与激惹区（irritative zone）和发作起始区（ictal onset zone）一样，同属于经典“五区理论”中的重要概念，主要依靠神经影像学及其后处理手段进行明确^[21]。根据“五区理论”，当病变区与激惹区和发作起始区重叠或毗邻时，则可认定该病变区的致痫性及手术指征^[22]。而致痫区（epileptogenic zone）虽然是癫痫外科手术及预后的核心关键，但其概念比较复杂，目前还没有办法直接进行准确的定位及描绘^[23]。癫痫病变和致痫区的关系较为复杂，通过大量的研究，已有如下几点认识：首先，对于影像学上可见的病变区，绝大部分与致痫区还是完全重叠或毗邻的关系，在电生理和症状学提示的致痫区与病变区无显著矛盾时，通过切除病变区通常可以达到良好的癫痫控制效果^[24]；其次，并不是所有影像学上可见的病变区都存在致痫性，如多发性软化灶、发育性肿瘤+蛛网膜囊肿等情况，因此不能单纯通过影像学来孤立判断病变是否为癫痫病变区，而是应进行详尽的术前评估，从而确定病变是否与致痫区有关^[22]；最后，不同的病变依据其病理组织学特征，致痫性及其与致痫区的关系存在差异。概述如下：

① 发育性肿瘤属于发育性病理，可合并局灶性皮质发育不良，且该病变周围皮质常具有高致痫性，病变与致痫区可能存在不一致的情况^[23]。DNT 与致痫区的关系与其亚型、解剖位置及影像学分类有关。单纯型、复杂型及 1/3 的非特异型 DNT 病变区与致痫区一致，另外 2/3 的非特异型 DNT 的病变区仅为致痫区的一部分；位于颞叶内侧的此类 DNT 在发作期可以迅速累及颞叶新皮质甚至颞叶外皮质，而位于颞叶新皮质的 DNT 通常会使颞叶内侧结构受累于致痫区内^[23, 25]；有学者认为 DNT 的影像学表现与致痫区的范围存在相关，囊变样病变基本囊括致痫区，而结节样及发育不良样病变则致痫区范围更大，前者致痫区包括病变周围皮质，而后者则累及广泛甚至当病变位于颞叶时可累及颞叶内侧结构^[26]。GG 在组织学上与非特异型 DNT 类似，位于新皮质的 GG 通常与致痫区一致，但位于颞叶内侧的病变则致痫区会比较广泛^[23]。

② 对于不存在周围浸润情况的病变如血管畸形，致痫区往往还包括毗邻的皮质^[22]。对于海绵状



血管畸形而言,存在致痫性的结构主要为病灶周围的含铁血黄素沉积部分。但是单纯切除病变后,仅有75%的患者可以达到术后无发作^[27]。根据立体定向脑电图结果显示,当术前评估结果不一致时,致痫区有很大概率不局限于海绵状血管畸形及其周围,而是远隔脑区^[28]。

③软化灶可由多种原因导致,颅脑外伤、缺血缺氧性脑病、病毒性脑炎、细菌性脑炎、免疫性脑炎等后遗症引起脑软化,其原发病对脑组织的损伤范围均超过软化灶区域,即使在影像学上表现为非软化灶的皮质,也可能是致痫区的一部分,所以致痫区的范围通常会比较广泛,而脑炎后软化灶在影像学上的范围会更加广泛,甚至与发作起始区不同侧^[22]。对于单侧较为局限、且电生理和症状学证据与软化灶区域一致时,软化灶仍然可以是主要的致痫区并可对其进行切除性手术治疗,并可以获得稳定远期预后^[29];如果软化灶累及一侧半球时,也可以进行半球性手术(参见相关共识);如果软化灶为多灶甚至双侧的情况时,即使电生理或症状学证据提示致痫区局限于单一病灶区,进行切除手术也要慎重考虑,因影像学上双侧异常表现^[30]以及脑电图上的双侧起始节律均预示较差预后^[29]。

值得一提的是,法国学派提出的致痫网络理论与上述“五区理论”相辅相成,对于病灶区,其认为良性发育性肿瘤及海绵状血管畸形等病灶在病程、解剖位置及致痫区域数量等多重因素的影响下会产生继发致痫性(secondary epileptogenesis),是为病灶发展成复杂致痫区的合理解释^[31]。

3 病变区的全切除手术技术

临床问题4: 对于病变相关癫痫而言,病灶区全切除如何定义?

推荐意见4: 病灶区的全切除范围,通常以MRI-FLAIR序列显示范围为标准,血管性病灶则以SWI或DWI序列显示范围为标准。术后切除范围的验证应当在24~72h内进行MRI检查,通过术前术后MRI的融合来显示病灶区是否完全切除(推荐比例87.1%,反对比例6.5%)。

病灶区全切除是癫痫术后无发作的重要影响因素^[32],原则上切除病灶区的90%以上,才能达到术后癫痫无发作^[33]。病灶区的全切除范围,通常以MRI-FLAIR序列显示范围为标准,血管性病灶则以SWI或DWI序列显示范围为标准(海绵状血管畸形受黄染的白质部分除外),高级别脑胶质瘤的切除范围至少应当包括增强MRI序列显示的肿瘤

范围。对于MRI提示的白质异常信号,需要保护相关功能传导束时,则不一定要达到全部切除^[6, 33]。术后切除范围的验证应当在24~72h内进行MRI检查,如果是肿瘤和动静脉畸形时还应当进行增强MRI检查,通过术前术后MRI的融合来显示病灶区是否完全切除。

临床问题5: 病变相关癫痫中,哪些手段可以实现病灶全区切除?

推荐意见5: 采用术中导航及超声等技术可以提高病灶全切除的概率。根据病灶大小及性质的不同,可以采用整块切除和分块切除等不同的手术策略,以提高病灶全切除效果(推荐比例93.5%,反对比例3.2%)。

由于部分病灶从显微镜或肉眼下并不能准确区分其边界,同时颅内小病灶(特别是位于皮层下时)的准确定位较为困难,建议采用术中导航及超声技术,提高切除部位的准确性,确保病灶区的全切除。

①术中导航技术:通过采集患者术前的3DT1、3D-FLAIR和3D-T1增强扫描以及其他功能影像序列,利用不同的影像处理软件和导航系统软件可构建脑组织和脑血管的3D图像,并勾勒出病灶位置。利用该处理后的影像,不但可以在术前将病灶位置投射至头皮上以确定开颅位置,亦可以在术中通过脑表面血管位置及导航系统通过导航探针进行颅内位置识别,从而准确定位病灶切除范围这一技术对于皮层的切除范围显示好,且术后核实切除是否完整是不受脑脊液流失、病灶区切除等导致的脑组织移位的影响,但对皮质下病灶的显示存在一定困难。这一技术的显著缺点就是术中的脑移位,特别是磁电极导航时,病灶较大时可能达到2~4cm,而激光导航的术中脑移位要相对小一些,但需要上头架进行固定,对于2~3岁以下儿童不适用。术中MRI技术和术中超声技术可以联合导航技术提高病灶的全切除效果。术中MRI技术必须具备术中MRI设备,需要利用专用磁兼容手术室和手术器械完成手术,在导航提示肿瘤达到全切除时,术中进行MRI扫描,观察是否有残余肿瘤,如果存在肿瘤残余时根据术中MRI情况调整切除范围,必要时可以多次术中检查。

②术中超声技术:术前术者会依据已有影像学信息(CT和MRI),利用导航设计基本切除范围,避免损伤脑功能区(中央区、基底节、丘脑等),但是由于术中脑脊液释放、脑组织移位等因素影响,导航数据精度会随时间迁移而降低。而术

中依据局部脑组织的颜色异常和质地变化等来粗略确定病变的位置和范围，难以准确定位肿瘤的切除边界，易导致术后并发症。因此，术中超声作为一种实时、精确的设备，可以作为术中神经导航的重要辅助。术中实时超声对病变位置定位准确，不但可探明病变范围及其与周围结构的关系，亦可动态显示并测量病变和皮层距离，实时显示残余病灶的大小及范围，从而确认术中病灶的切除程度。尽管目前相关研究仍然较少，但已有结果证实，术中超声可以准确显示皮质发育不良等病变的边界，甚至要优于 MRI 的结果^[34]。加之相较于 MRI，术中超声更为经济、便捷、迅速、实时，且不受患者头部位置的局限，因此对于癫痫外科而言应用前景可观。

尽管颅内病变的部位、性质及大小有所不同，但切除的方式都可归纳为整块切除和分块切除两种方法。血管性病变和体积较小的其他性质病变建议整块切除，如海绵状血管畸形，可以沿着病变周围分离完整切除，以减少出血并保持病理组织完整性；体积较大或者边界不清（如胶质瘤）的病变可考虑分块切除，即先在病变内部使用标本钳或超声吸引器切除病变一部分使其缩小，而后再从病变周围正常脑组织进行分离，以减少对正常脑组织的牵拉和损伤。

4 病变区的超全切除手术技术

临床问题 6：对于病变相关癫痫而言，病变区超全切除如何定义？

推荐意见 6：癫痫病变区的超全切除应当包括病变及其临近皮质和整个致痫区（推荐比例 87.1%，反对比例 0%）。

脑软化性病变的囊变部分、海绵状血管畸形等一些病变本身并无神经元，不引起癫痫发作，而病灶边缘及其周围受损的神经元可能是真正的致痫起源，对于脑胶质瘤相关癫痫而言，除肿瘤本身外，瘤周微环境变化等也是引起癫痫的重要原因，因此病变相关癫痫中，除了病变的全切除，还应当考虑到完全切除致痫区的必要性。对于需要同时处理的致痫区范围已在上文详述，既包括病灶周围皮质，又可能包括远隔部位脑区。癫痫病变区的超全切除应当包括病变及其临近皮质和整个致痫区。脑皮质切除范围至少应当包括受累的脑回完整切除到达病灶外脑沟的蛛网膜，条件允许时还应当扩大一个脑回切除，以达到超全切除。

临床问题 7：病变相关癫痫中，哪些手段可以实现病变区超全切除？

推荐意见 7：病变区位于非功能区的患者，病变扩大切除是超全切除的基础，原则下切除范围要到达脑沟。术中皮质脑电图等可以帮助对致痫病变的边界进行确认。颞叶病灶没有明确累及颞叶内侧结构时，应综合结构及功能影像、症状学、神经心理结果来考虑是否对颞叶内侧结构予以切除，必要时需进行颅内电极脑电图监测（推荐比例 96.8%，反对比例 3.2%）。

对于病变区位于非功能区的患者，病变扩大切除是超全切除的基础，所以定位病变区和功能区的关系非常重要，术前在条件允许的情况下，对于可能临近功能区的病变，可以通过脑磁图和功能磁共振等进行功能区定位。

为保障病变区与致痫区的完全切除，术中皮质脑电图（Electrocorticography, ECoG）在病变相关癫痫中建议常规应用，特别是未进行颅内脑电图埋藏的患者^[6]。对于切除前 ECoG 显示病变及其周围存在频繁且固定的放电区域、病变切除后周边残留的频繁且固定的放电区域，在不影响重要功能的前提下应当进行切除。但由于术中 ECoG 受到麻醉和临床时间、空间等影响，其指导切除范围的意义和如何依靠 ECoG 确定切除范围均需进一步研究。

超全切除术原则下切除范围要到达脑沟，临近脑沟时应当首选进行软膜下切除，以保障脑沟内血管的完整性，防止临近脑回的缺血和梗死。同时可以考虑分块切除，以减少对周围脑组织的牵拉，降低术后脑水肿和脑出血的风险。

对于颞叶的病变，在术前电生理及症状学证据支持的前提下，在 MRI-FLAIR 或 DWI 成像中累及颞叶内侧结构时，则需要切除相关组织甚至扩大皮质切除范围^[35]。如果不累及颞叶内侧结构，一般认为不需要对其进行额外切除^[36]。如果颞叶病变区毗邻颞叶内侧结构，则需结合 PET 上该部位的表现及患者神经心理评估结果，而且需考虑侧别问题，优势侧病例建议进行颅内电极脑电图检查，以明确海马是否为致痫区一部分，如果属于致痫区则存在切除指征，反之则可以保留海马结构；如果位于非优势侧，建议切除海马结构以提高手术后癫痫控制效果^[37]。

5 常见并发症的预防与处理

临床问题 8：开颅癫痫手术中，哪些情况被认为是严重并发症？

推荐意见 8：开颅手术后需非计划二次手术治疗和永久影响脑功能的并发症主要是脑出血、脑梗



死、功能区切除相关的功能障碍、症状性脑积水及颅内感染等(推荐比例 100%, 反对比例 0%)。

开颅手术后常见并发症包括：颅内出血与脑梗死及其相关的颅内高压和神经功能障碍，颅内感染、脑积水等。严重并发症主要指需要二次手术治疗(比如大量脑出血、大面积脑梗死、严重脑积水)和影响脑功能的并发症(脑出血、脑梗死、功能区切除等相关的偏瘫或昏迷等)。绝大多数术后的颅内感染不会对手术疗效及神经功能造成不可逆的影响。

临床问题 9：癫痫开颅手术中，如何避免严重并发症发生？一旦发生如何处理

临床问题 9-1：癫痫开颅手术中，如何避免术后感染的发生？一旦发生如何处理

推荐意见 9：严格消毒和无菌操作，减少开放脑室，严密缝合硬脑膜可以减少术后感染的发生。可疑感染时早期腰椎穿刺检查明确感染及其病源菌，合理使用抗生素(推荐比例 100%，反对比例 0%)。

颅内感染可能在术前、术中或术后引起。术前的感染主要由于患者进行颅内电极埋藏导致，为避免此类感染，可以对颅内电极埋藏的患者进行分期手术，待电极拔除且伤口愈合后再行切除性手术，如果需要直接手术时要对骨瓣、皮瓣和硬膜外区域用双氧水或/和 0.5% 稀碘伏进行消毒处理。术中感染的来源主要由头皮消毒不严格、术中未消毒的显微镜镜头、手术器械污染和医生无菌操作不严格引起，所以，头皮消毒或医生洗手范围要充足，时间要足够，医生戴手套或者手术时要严格无菌操作，一旦发生可疑污染要及时更换手套、器械等；另外，术中打开脑室容易增加感染机会，所以在不必须要打开脑室时，尽量避免进入脑室手术。术后的感染主要是由于切口愈合不良、渗液或引流管感染等引起，癫痫外科除术区创面较大(如半球手术等)外，原则上尽量不放置引流管，对硬膜要严密缝合，硬膜外多点悬吊，减少空腔。肌肉、皮下和皮肤分层严密缝合。根据目前抗菌素应用规定，癫痫外科术后抗生素应用时间一般不应当超过术后 24h。如果考虑出现感染应当进行神经科查体，血常规、CRP 和 PCT 化验，并进行腰椎穿刺检查检验脑脊液常规、生化和细菌培养+药敏实验，如果出现高热时在热峰时间进行血液细菌培养+药敏实验，必要时进行血液和脑脊液细菌 PCR 检查。同时，根据经验选择头孢曲松、美罗培南、万古霉素等药物足量治疗，在细菌培养或 PCT 出现阳性结

果之后，根据细菌和药敏结果进行抗菌素调整，必要时可以同时进行腰大池置管引流治疗。

临床问题 9-2：癫痫开颅手术中，如何避免颅内出血的发生？一旦发生如何处理？

推荐意见 10：严格硬膜悬吊、严密止血、减少术中对脑组织不必要牵拉、严密硬脑膜缝合可以减少颅内出血的发生。术后出现颅内出血可以通过药物止血、腰椎穿刺治疗；如果血肿量较大，必要时积极行血肿清除和/或去骨瓣减压(推荐比例 100%，反对比例 0%)。

颅内出血包括硬膜外血肿、残腔局部血肿、脑内血肿等，发生率 3.2%^[38]。硬膜外血肿多由于硬膜从颅骨上剥离过多、骨缘和骨瓣中央部位硬膜悬吊不严引起，目前随着铣刀的广泛应用，硬膜剥离范围明显减小；同时骨缘和骨瓣中央均应当通过颅骨钻孔的方式进行硬膜悬吊，而不是在周边软组织上悬吊，否则容易引起放回骨瓣时悬吊线断裂或放回皮瓣后悬吊线松弛等情况；要对皮瓣和硬膜上的明显出血点进行严密止血。残腔出血多由于切除部位止血不彻底或硬脑膜缝合不严引起，需要加强术区止血和硬膜的无水缝合。脑内血肿可能是由于术中对病变周边脑组织过度牵拉或者术区止血不彻底，破裂血管回缩引起，通过对病变分块切除、术中动作轻柔及减少不必要脑组织牵拉和加强术区止血来避免；术中还需注意静脉的保护，直径较粗静脉的损伤是导致术中止血困难及术后再出血的常见因素，尤其是矢状窦旁区域的手术。术后出现颅内出血可以通过药物止血、腰椎穿刺释放脑内、蛛网膜下腔等部位出血；如果血肿量较大，出现药物不能缓解的颅内高压、脑疝等症状时，应当积极进行血肿清除，其中出现脑疝的患者还应当同时进行去骨瓣减压术，以挽救脑功能和生命。

临床问题 9-3：癫痫开颅手术中，如何避免脑梗死的发生？一旦发生如何处理？

推荐意见 11：严格显微镜下操作，尽可能保留病变周边的动静脉血管。如果考虑是动脉性脑梗死时，可以应用药物治疗。如果出现大范围脑梗死、严重颅内高压、脑疝等症狀时，应当积极进行去大骨瓣减压(推荐比例 100%，反对比例 0%)。

脑梗死主要是由于供血动脉痉挛、闭塞、断裂或者引流静脉闭塞导致。脑梗死是严重的手术并发症，轻者可以引起神经功能障碍，严重者可能会引起脑水肿、颅内高压、甚至死亡。术中应当全程在显微镜下仔细分离操作，尽可能保留病变周边的

动静脉血管，特别是一些过路血管、供应基底节、脑干等部位的穿支动脉应当全部保留。当同一个动脉的不同分支分别供应病灶区和周边区域时，应当仔细鉴别，并在临近病变侧电凝切断供应病变的分支血管。静脉窦、中央沟静脉、侧裂静脉、Labbe氏静脉等静脉血管应当妥善保护，以免出现出血性梗死。如果考虑是动脉性脑梗死时，可以应用扩血管药物、改善微循环、神经营养药物和加强脱水，以减少脑水肿和保护脑功能。静脉性梗死相对较少，主要是改善微循环、神经营养药物和加强脱水治疗。如果出现大范围脑梗死、持续药物不能缓解的颅内高压、脑疝等症状时，经评估后应当积极进行去大骨瓣减压，以挽救脑功能和生命。

临床问题 9-4：癫痫开颅手术中，如何避免脑积水的发生？一旦发生如何处理

推荐意见 12：严密止血，减少开放脑室，反复冲洗术区，减少止血材料应用、严密缝合硬脑膜。术后积极进行腰椎穿刺，释放血性脑脊液，必要时也可以进行腰大池置管引流，减少脑积水可能性。一旦诊断脑积水，早期脱水治疗，存在明显颅高压症状，应当进行脑室-腹腔分流手术（推荐比例 96.8%，反对比例 0%）。

脑积水多发生于创面较大、脑室打开、术野出血或颅内感染的情况，多由于破碎脑组织或血液脑脊液引起蛛网膜颗粒阻塞导致，个别患者是由于止血材料引起室间孔等梗阻引起。所以术中应当严密止血，避免不必要的脑室开放，并将术中血压升高到入室血压进行憋气 30s，观察有无渗血，术毕反复冲洗术区，将破碎脑组织冲出，并减少止血材料应用，术毕严密缝合硬脑膜，避免硬膜外出血流入颅内。术后 CT 显示颅内有出血特别是合并蛛网膜下腔出血或者脑室内出血时，应根据患者的临床表现、出血部位及出血量决定是否进行腰椎穿刺检查，并释放血性脑脊液。一旦诊断脑积水，早期应当脱水治疗，如果患者无明显不适症状，且颅压不超 100~200 mmH₂O 可以观察，反之颅压超过 200 mmH₂O，且存在明显颅高压症状，则在排除颅内感染可能后可以考虑进行脑室腹腔分流手术等外科干预手段，以避免进一步脑损害的发生。

审稿专家（按姓氏笔画排序）

王小强（兰州大学第二医院）、毛之奇（解放军总医院第一医学中心）、田宏（中日友好医院）、冯卫星（首都医科大学附属北京儿童医院）、任杰（昆明三博脑科医院）、刘畅（首都医科大学附属北京儿童医院）、刘婷红（首都医科大

学附属北京儿童医院）、刘翔宇（南京大学医学院附属鼓楼医院）、杨岸超（首都医科大学附属北京天坛医院）、吴洵映（复旦大学附属华山医院）、张希（首都医科大学宣武医院）、张恒（四川大学华西医院）、张春青（陆军军医大学第二附属医院）、陈心（天津医科大学总医院）、季涛云（北京大学第一医院）、孟强（西安交通大学第一附属医院）、徐硕（山东大学齐鲁医院）、徐成伟（内蒙古医科大学附属医院）、高薇（苏州大学附属第一医院）、郭燕舞（南方医科大学珠江医院）、梁树立（首都医科大学附属北京儿童医院）、彭伟峰（复旦大学附属中山医院）、樊星（北京市神经外科研究所）、操德智（深圳市儿童医院）

外审专家（按姓氏笔画排序）

杨卫东（天津医科大学总医院）、杨天明（东南大学附属中大医院）、张建国（首都医科大学附属北京天坛医院）、姜玉武（北京大学第一医院）、顾硕（海南医学院第一附属医院）、遇涛（首都医科大学宣武医院）

利益冲突声明 所有作者无利益冲突。

参考文献

- 洪震, 姜玉武, 梁树立, 等. 临床诊疗指南癫痫病分册, 人民卫生出版社, 2023.
- Scheffer IE, Berkovic S, Capovilla G, et al. ILAE classification of the epilepsies: Position paper of the ILAE Commission for Classification and Terminology. *Epilepsia*, 2017, 58(4): 512-521.
- Blumcke I, Spreafico R, Haaker G, et al. Histopathological Findings in Brain Tissue Obtained during Epilepsy Surgery. *New England Journal of Medicine*, 2017, 377(17): 1648-156.
- van Breemen MS, Wilms EB, Vecht CJ. Epilepsy in patients with brain tumours: epidemiology, mechanisms, and management. *Lancet Neurol*, 2007, 6(5): 421-430.
- He C, Hu L, Chen C, et al. Clinical characteristics of low-grade tumor-related epilepsy and its predictors for surgical outcome. *Annals of Clinical and Translational Neurology*, 2021, 8(7): 1446-1455.
- Liang S, Fan X, Zhao M, et al. Clinical practice guidelines for the diagnosis and treatment of adult diffuse glioma-related epilepsy. *Cancer Med*, 2019, 8(10): 4527-4535.
- Golub VM, Reddy DS. Post-Traumatic Epilepsy and Comorbidities: Advanced Models, Molecular Mechanisms, Biomarkers, and Novel Therapeutic Interventions. *Pharmacol Rev*, 2022, 74(2): 387-438.
- Ding D, Starke RM, Quigg M, et al. Cerebral Arteriovenous Malformations and Epilepsy, Part 1: Predictors of Seizure Presentation. *World Neurosurg*, 2015, 84(3): 645-652.
- Can A, Gross BA, Du R. The natural history of cerebral arteriovenous malformations. *Handb Clin Neurol*, 2017, 143: 15-24.
- Liang S, Fan X, Chen F, et al. Chinese guideline on the application of anti-seizure medications in the perioperative period of supratentorial craniocerebral surgery. *Ther Adv Neurol Disord*, 2022, 15: 17562864221114357.
- Ding D, Quigg M, Starke RM, et al. Cerebral arteriovenous



- malformations and epilepsy, part 2: predictors of seizure outcomes following radiosurgery. *World Neurosurg.* 2015, 84(3): 653-662.
- 12 Cossu M, Casaceli G, Gozzo F, et al. Surgical treatment of cavernoma-related epilepsy. *J Neurosurg Sci.* 2015, 59(3): 112527.
- 13 Kwan P, Arzimanoglou A, Berg AT, et al. Definition of drug resistant epilepsy: consensus proposal by the ad hoc Task Force of the ILAE Commission on Therapeutic Strategies. *Epilepsia.* 2009, 51(6): 1069-1077.
- 14 Thijs RD, Surges R, O'Brien TJ, et al. Epilepsy in adults. *The Lancet.* 2019, 393(10172): 689-701.
- 15 Lamberink HJ, Otte WM, Geerts AT, et al. Individualised prediction model of seizure recurrence and long-term outcomes after withdrawal of antiepileptic drugs in seizure-free patients: a systematic review and individual participant data meta-analysis. *The Lancet Neurology.* 2017, 16(7): 523-531.
- 16 Wiebe S, Blume WT, Girvin JP, et al. A randomzed, controlled trial of surgery for temporal-lobe epilepsy. *N Engl J Med.* 2001, 345(5): 805-811.
- 17 Engel J, McDermott MP, Wiebe S, et al. Early surgical therapy for drug-resistant temporal lobe Epilepsy, *JAMA.* 2012, 309(9): 1153-1160.
- 18 Dwivedi R, Ramanujam B, Chandra PS, et al. Surgery for Drug-Resistant Epilepsy in Children. *New England Journal of Medicine.* 2017, 377(17): 1639-1647.
- 19 Englot DJ, Berger MS, Barbaro NM, et al. Factors associated with seizure freedom in the surgical resection of glioneuronal tumors. *Epilepsia.* 2012, 53(1): 51-57.
- 20 Jehi L, Jette N, Kwon CS, et al. Timing of referral to evaluate for epilepsy surgery: Expert Consensus Recommendations from the Surgical Therapies Commission of the International League Against Epilepsy. *Epilepsia.* 2022, 63(10): 2491-506.
- 21 张建国, 栾国明. 癫痫外科学(第3版), 人民卫生出版社, 2023.
- 22 Lüders HO. Textbook of Epilepsy Surgery. Oxford University Press, 2008.
- 23 Lhatoo SD, Kahane P, Lüders HO. Invasive studies of the human epileptic brain. Oxford University Press, 2019.
- 24 Steriade C, Martins W, Bulacio J, et al. Localization yield and seizure outcome in patients undergoing bilateral SEEG exploration. *Epilepsia.* 2018, 60(1): 107-120.
- 25 Chassoux F, Landre E, Mellerio C, et al. Dysembryoplastic neuroepithelial tumors: epileptogenicity related to histologic subtypes. *Clin Neurophysiol.* 2013, 124(6): 1068-1078.
- 26 Chassoux F, Rodrigo S, Mellerio C, et al. Dysembryoplastic neuroepithelial tumors: an MRI-based scheme for epilepsy surgery. *Neurology.* 2012, 79(16): 1699-1707.
- 27 Englot DJ, Han SJ, Lawton MT, et al. Predictors of seizure freedom in the surgical treatment of supratentorial cavernous malformations. *Journal of Neurosurgery.* 2011, 115(6): 1169-1174.
- 28 Sevy A, Gavaret M, Trebuchon A, et al. Beyond the lesion: the epileptogenic networks around cavernous angiomas. *Epilepsy Res.* 2014, 108(4): 701-708.
- 29 He X, Zhai F, Guan Y, et al. Surgical outcomes and prognostic factors of drug-resistant epilepsy secondary to encephalomalacia. *Epilepsia.* 2019, 60(5): 948-957.
- 30 Liu C, Liu Q, Yu H, et al. Surgical treatment in children with intractable epilepsy after viral encephalitis. *Epilepsy Research.* 2020, 166: 14568.
- 31 Bartolomei F, Lagarde S, Wendling F, et al. Defining epileptogenic networks: Contribution of SEEG and signal analysis. *Epilepsia.* 2017, 58(7): 1131-1147.
- 32 Englot DJ, Berger MS, Barbaro NM, et al. Predictors of seizure freedom after resection of supratentorial low-grade gliomas. *Journal of Neurosurgery.* 2011, 115(2): 240-244.
- 33 Still MEH RA, Huberfeld G, Bauchet L, et al. Extent of resection and residual tumor thresholds for postoperative total seizure freedom in epileptic adult patients harboring a supratentorial diffuse low-grade glioma. *Neurosurgery.* 2018, 85(2): 312-316.
- 34 Prada F, Gennari AG, Del Bene M, et al. Intraoperative ultrasonography (ioUS) characteristics of focal cortical dysplasia (FCD) type II b. *Seizure.* 2019, 69: 80-86.
- 35 Raiyani V, Singh S, Sardhara J, et al. Seizure outcome after lesionectomy with or without concomitant anteromedial temporal lobectomy for low-grade gliomas of the medial temporal lobe. *Asian Journal of Neurosurgery.* 2022, 16(3): 518-524.
- 36 Cataltepe OTG, Yalnizoglu D, Topcu M, et al. Surgical management of temporal lobe tumor-related epilepsy in children. *J Neurosurg(Pediatrics).* 2005, 102: 11152.
- 37 Giulioni M, Rubboli G, Marucci G, et al. Seizure outcome of epilepsy surgery in focal epilepsies associated with temporomesial glioneuronal tumors: lesionectomy compared with tailored resection. *J Neurosurg.* 2009, 111(6): 1275-1282.
- 38 Tebo CC, Evins AI, Christos PJ, et al. Evolution of cranial epilepsy surgery complication rates: a 32-year systematic review and meta-analysis. *Journal of Neurosurgery.* 2014, 120(6): 1415-1427.

收稿日期: 2024-03-05 修回日期: 2024-03-15