

立体定向脑电图证实的岛叶癫痫手术疗效分析

孙亚媚¹ 龚德山¹ 尚 丽² 吴德深¹ 沈衍超¹ 郭 辉^{1△}

(¹上海德济医院-青岛大学第九临床医学院神经外科, ²癫痫内科 上海 200331)

【摘要】 目的 探讨经立体定向脑电图(stereoelectroencephalography, SEEG)证实为岛叶起源的难治性癫痫的手术疗效。**方法** 选取2017年4月至2020年10月上海德济医院癫痫中心行SEEG监测明确为岛叶起源的难治性癫痫病例11例,回顾性分析其临床资料(症状学、头皮脑电图、影像学、SEEG结果、术后病理学诊断以及术后癫痫控制情况等),评估并探讨岛叶起源的难治性癫痫的外科手术疗效。**结果** 11例患者共植入电极148根,其中岛叶电极69根,未出现电极相关并发症。所有患者均按照个体化手术方案行致痫灶切除,随访时间6~42个月。术后9例患者无癫痫发作(Engel I级),1例仅有轻型发作(Engel II级),1例仍有癫痫频繁发作(Engel IV级)。组织病理学诊断:神经胶质增生6例,灶性软化3例,结节性硬化1例,炎症1例(脑膜炎病史)。术后2例患者出现不同程度的对侧肢体偏瘫,1例患者出现混合性失语,1例剧烈呕吐,1例颅内感染。上述除1例患者出现永久性一侧肢体轻瘫外,其余病例均于1个月内恢复正常。**结论** 经SEEG监测明确为岛叶起源的难治性癫痫经临床评估后可行外科手术切除治疗者,多能够获得较为满意的癫痫控制结果。

【关键词】 岛叶癫痫; 难治性癫痫; 立体定向脑电图(SEEG)

【中图分类号】 R742.1 **【文献标志码】** A **doi:**10.3969/j.issn.1672-8467.2022.01.014

Analysis of surgical effect on insular epilepsy confirmed by stereoelectroencephalography

SUN Ya-mei¹, GONG De-shan¹, SHANG Li², WU De-shen¹, SHEN Yan-chao¹, GUO Hui^{1△}

(¹Department of Neurosurgery, ²Department of Epilepsy, Shanghai Deji Hospital-the 9th Clinical College, Qingdao University, Shanghai 200331, China)

【Abstract】 Objective To investigate the surgical effect of intractable epilepsy originating from insular lobe confirmed by stereoelectroencephalography (SEEG). **Methods** Eleven patients with refractory epilepsy diagnosed insular epilepsy were monitored by SEEG in the Epilepsy Center of Shanghai Deji Hospital from Apr 2017 to Oct 2020. Their clinical data (symptomatology, scalp EEG, neuroimaging, SEEG results, pathological diagnosis and surgical outcomes, etc.) were analyzed retrospectively to evaluate and explore the surgical effect on refractory epilepsy originating from insular lobe. **Results** A total of 148 electrodes were implanted without any electrode-related complications, including 69 electrodes implanted within insular lobe. All patients accepted surgery according to respective resection plan, and the follow-up period was 6–42 months. Nine patients had no seizures (Engel grade I), 1 case had only mild seizures (Engel grade II), and 1 case still had frequent seizures (Engel grade IV). Histopathological diagnosis includes 6 cases of glial hyperplasia, 3 cases of focal encephalomalacia, 1 case of tuberous sclerosis and 1 case of inflammation (the patients who had meningitis history). After operation, two patients suffered contralateral hemiplegia, one patient had mixed aphasia, one patient suffered severe vomiting and one

[△]Corresponding author E-mail: guohui@shneuro.org

网络首发时间:2021-12-29 09:50:26 网络首发地址:https://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1885.R.20211227.1442.010.html

patient had intracranial infection. All of them recovered within 1 month except one patient with long-term unilateral limb paresis. **Conclusion** The intractable epilepsy originating from insular lobe which is confirmed by SEEG can be treated by surgery safely, and satisfactory results of epilepsy control can be obtained.

【Key words】 insular epilepsy; refractory epilepsy; stereoelectroencephalography (SEEG)

岛叶癫痫的诊断及治疗一直面临巨大挑战。近年来,随着功能立体定向技术在癫痫外科中的广泛应用,岛叶癫痫的诊断取得了较大进展,其“电-解剖-临床学”的特点也得到了进一步的认识。但由于岛叶外科手术的复杂性高,目前关于外科治疗岛叶难治性癫痫的大样本报道较少。本文报告1组经立体定向脑电图(stereoelectroencephalography, SEEG)明确证实为岛叶起源的难治性癫痫的外科治疗经验,并结合文献报道进行讨论,旨在为岛叶癫痫的治疗提供更多参考资料。

资料和方法

患者资料 选择2017年4月至2020年10月于上海德济医院接受SEEG后行癫痫切除手术的270名难治性癫痫患者,纳入标准:(1)经SEEG监测明确异常放电起源于岛叶;(2)不包含周围脑叶起源

的致病灶;(3)患者接受个体化的致病病灶切除术。患者基本信息及影像学结果见表1。

术前评估及外科流程 所有患者均进行了详细完善的术前评估,包括症状学、1.5T核磁共振(magnetic resonance imaging, MRI)3mm层厚扫描、18-氟脱氧葡萄糖正电子发射断层扫描(18-fluorodeoxyglucose positron emission tomography, 18-FDG PET)、视频脑电图(video electroencephalogram, VEEG)以及神经心理学评估。经中心讨论后给出致病网络的假说,并据此设计SEEG电极植入方案。在电极植入前48 h内行双倍剂量增强MRI扫描,数据导入影像处理软件,重建3D脑模型,以术前模拟规避血管、功能区等重要组织。在颅内电极脑电监测期间,至少监测到3次惯常发作,此外对大部分患者进行电刺激,对比诱发的先兆及癫痫发作与惯常发作的关系,建立岛叶的功能图谱。

表1 岛叶癫痫病例基本信息及神经影像学结果

Tab 1 Information and neuroimaging of patients with insular epilepsy

Case	Sex	Age (y)	Handedness	MRI	18-FDG PET	Previous surgery
1	M	18	R	R gyrus around the fissure reduced	R frontal-insular-parietal hypometabolism	None
2	F	22	R	Negative	Bilateral insular, R frontal-parietal opercula, L medial frontal hypometabolism	None
3	F	26	R	Negative	Bilateral insular hypometabolism	None
4	M	13	R	R grey and white matter of fronto-temporal-parietal lobe are indistinct	R frontal-insular, opercula, occipital hypometabolism	VNS
5	F	32	R	Negative	Bilateral insular, R opercula hypometabolism	VNS
6	M	19	R	Negative	Bilateral temporal, insular hypometabolism	None

所有患者最终切除方案均综合SEEG、术前MRI及PET等结果制定,经癫痫中心讨论后确定,SEEG电极拔除后出院至少2个月后再入院,接受个体化致病灶切除。患者的症状学、VEEG数据见表2,SEEG及切除部位相关数据见表3。

随访 所有患者均实行严格规律随访,分别于术后3、6、12个月进行门诊随访,随访内容包括16 h

VEEG及MRI。术后18个月随访内容包括16 h VEEG、MRI和神经心理学评估。病理结果及随访数据见表4。

结 果

患者情况 共11名患者符合纳入标准,年龄

表2 岛叶癫痫病例的症状学及视频脑电图结果

Tab 2 Semiology and VEEG of patients with insular epilepsy

Case	Duration (y)	Semiology	VEEG
1	6	Autonomic seizures	R frontal-temporal
2	6	Abdominal auras→ simple motor seizures	R frontal-temporal
3	18	Autonomic seizures→ GTCs	L temporal
4	7	Complex motor seizures	R diffuse
5	17	Visceral sensation auras→ complex motor seizures	No epileptic discharge
6	5	Somatosensory auras→ complex motor seizures	Bilateral diffuse
7	13	Left facial sensation auras→ simple motor seizures→GTCs	R Rolandic
8	22.5	Complex motor seizure→GTCs	No epileptic discharge
9	9	Complex motor seizures	L diffuse
10	4	Complex motor seizures	L frontal-temporal
11	18	Psychic auras→ autonomic seizures and vegetative symptoms	Bilateral diffuse

VEEG: Video-electroencephalography; GTCs: Generalized tonic-clonic seizures. R: Right; L: Left.

表3 岛叶癫痫病例的SEEG及切除数据

Tab 3 SEEG and resection data of patients with insular epilepsy

Case	No. of electrode	No. of insular electrode	Epileptic zone confirmed by SEEG	Resection
1	R14	3	R ASG+MSG+PSG+ALG	R ATL+MTL+ ASG+MSG+PSG+1/2ALG
2	L10R11	12	R FO + ASG+MSG+PSG+ALG	R partial FO+ ASG+MSG+PSG+ALG
3	L9	5	L whole insular+FO+TO+ PO	L whole insular+FO+TO+ PO
4	R16	5	R whole insular+FO	R whole insular+FO+partial PS
5	L6R10	11	R FO+PSG+ALG	R partial FO+PSG+ALG
6	L3R12	6	R whole insular+FO+TO+ PO	R whole insular+partial FO+TO+ PO
7	R9	5	R FO+ IPS+PSG	R partial FO+ SPS +PSG+CIS
8	L3R7	7	R ALG+PLG+ SPS+IPS	R SPS+IPS+ ALG+PLG
9	L7R4	8	L FO+ASG+MSG+PSG+SPS+APS	L FO+SPS+APS+ ASG+MSG+PSG
10	L11R2	4	L APS+IA→ATL	L ATL+ APS+IA+Hippocampus+ Amygdala
11	R14	3	R Frontal orbital gyrus+ APS+AG+TG	R TR+ Orbital gyrus+ APS+AG+TG

SEEG: Stereoelectroencephalography; L: Left; R: Right; ASG: Anterior short guri; MSG: Middle short guri; PSG: Posterior short guri; ALG: Anterior long guri; FO: Frontal opercula; TO: Temporal opercula; PO: Partial opercula; IPS: Inferior periinsular sulcus; PLG: Posterior long guri; SPS: Superior periinsular sulcus; APS: Anterior periinsular sulcus; IA: Insular apex; ATL: Anterior temporal lobe; AG: Accessory insular gyrus; TG: Transverse insular gyrus; MLT: Medial temporal lobe; PS: Postcentral sulcus; TR: Pars triangularis of inferior frontal sulcus.

表4 岛叶癫痫病例的病理结果及随访数据

Tab 4 Histopathology and follow-up data of patients with insular epilepsy

Case	Histopathology	Follow-up (mo)	Engel class	Postoperative complications
1	Encephalomalacia	40	I	None
2	Gliosis	27	I	Hemiparesis (recovery in 1 mo)
3	Gliosis	42	I	Intracranial infection (recovery in 1 mo)
4	Gliosis	33	I	None
5	Gliosis	20	I	None
6	Inflammation	34	IV	None
7	Encephalomalacia	19	I	Mild hemiparesis
8	Gliosis	6	I	Severe nausea and vomiting (recovery in 1 mo)
9	Tuberous Sclerosis	6	I	None
10	Gliosis	13	I	Aphasia (recovery in 1 mo)
11	Encephalomalacia	24	II	None

(21.2 ± 6.7)岁,男性5例,女性6例,致痫灶位于左侧3例,右侧8例。截至2020年12月,随访时间为6~42个月,平均24.7个月,中位随访时间24个月。2名患者既往曾做过迷走神经刺激术,2名患者行SEEG前接受过WADA实验明确优势半球,10名患者为右利手,1名为双利手。1名患者术前存在左侧肢体偏瘫。

MRI及PET检查 所有患者均行1.5T 3 mm MRI及18-FDG PET。MRI检查示:6例为阴性,未见明显异常结构及异常信号;1例岛叶可疑FCD;2例灰白质界限不清;1例眶额部、颞极异常信号;1例侧裂隙增宽,临近脑回减少。PET检查示:单侧岛叶合并周围脑区低代谢4例,双侧岛叶合并其他脑叶低代谢7例。

症状学及头皮脑电图 11例患者症状学表现均提示可疑岛叶受累,包括躯体感觉症状(2例)、内脏感觉及运动症状(3例)、躯体运动症状(6例)、特殊感觉(坠落感1例)、语言症状(1例)、自主神经症状(1例)、情绪症状(1例)等。6例存在发作前先兆,其中2例躯体感觉先兆,2例内脏感觉先兆(分别为腹气上升感和牙齿麻木、胸气上顶感),1例特殊感觉先兆(坠落感),1例情绪先兆(强迫性思维)。

术前16 h VEEG结果示:2例癫痫区域位于右颞,左颞癫痫区1例,弥漫性左侧/右侧半脑癫痫区4例,间歇区未监测到癫痫样放电2例,外侧裂周围多脑叶癫痫区1例。VEEG结果仅能帮助定位致痫灶侧别,不能准确定位致痫灶,尤其当致痫灶位于较深的岛叶或岛盖部位时。

WADA试验 病例9和病例10在制定SEEG方案前进行了丙泊酚WADA试验。试验证实:两者的肢体运动均由对侧大脑半球支配,病例9的语言及记忆均由右侧大脑半球支配,病例10的语言及记忆均由左侧大脑半球支配。

SEEG及结果 7例患者为双侧电极植入,其中右侧为主5例,左侧为主2例,3例仅右侧植入,1例仅左侧植入。所有患者共植入电极148根,平均每例植入(13.45 ± 3.62)根,其中岛叶电极69根,平均每例植入(6.37 ± 3.00)根。所有患者均未出现电极相关并发症(如出血、感染、电极折断等)。

外科手术流程 所有患者均行个体化致痫区切除术,其中左侧岛叶皮质切除3例,右侧岛叶皮质切除8例。术前根据评估结果制定切除方案,运用

3D Slicer软件导入患者影像学数据制定3D脑并描记切除范围。手术采用改良翼点开颅经侧裂入路,显露计划切除岛叶及包含或临近环岛沟,术中运用神经导航、3D脑计划核对、解剖结构识别等方法确定手术切除区域边界,运用软膜下切除方法切除区域内脑皮质,显露下方脑白质,尽可能保留皮质下白质,血管走行区域“骨架化”处理,尽量避免血管损伤。切除过程均在神经电生理监测下完成。

病理学结果 所有患者病理组织送第三方检测机构行病理检查,并经外院病理科专家会诊审核。组织病理学结果表现为神经元缺血性改变伴胶质增多6例,局灶性软3例,炎性改变1例,结节性硬化1例。

癫痫控制及并发症 所有患者均进行规律随访,9例癫痫无发作(Engel I级),1例仅有先兆发作(Engel II级),1例仍有癫痫频繁发作(Engel IV级)。除1例患者术前即存在一侧肢体偏瘫外,其余患者术前神经功能均正常。1例患者术后第5天出现频繁剧烈恶心呕吐并持续20余天,1例颅内感染,1例混合性失语,均于出院前恢复正常;2例出现对侧肢体偏瘫,其中1例1个月内恢复,另1例则考虑为长期并发症,经12个月康复训练后稍有好转。

讨 论

岛叶癫痫的概念最早由Guillaume等^[1-2]提出,其诊断及外科治疗一直面临巨大挑战。近年来功能影像学及立体定向技术的发展,为准确定位及治疗岛叶癫痫提供了极大的帮助。但是由于岛叶解剖关系的复杂性及症状的多样性,准确诊断岛叶癫痫需要完善、精确的评估检查。

术前评估 岛叶位置深,与临近脑组织纤维联系复杂。岛叶起源的癫痫放电大多会迅速扩散至其他脑区,起源于其他脑区的癫痫同样可通过复杂的纤维联系迅速扩散至岛叶,从而产生多种发作形式及放电形式。头皮脑电图很少能够检测到发作期或发作间期的痫样放电,除非这些放电扩散到邻近的新皮层,尤其是外侧裂区,而扩散后的脑电图与额、颞、顶叶癫痫亦难以鉴别^[3]。

对症状学的分析对于诊断岛叶癫痫尤为重要,而岛叶癫痫的症状易与额、颞、顶叶癫痫相混淆也是诊断困难的原因之一。Mazzola等^[4]通过对岛叶

进行电刺激的方法完善了岛叶的功能图谱,并总结出岛叶电刺激最常见的是躯体感觉反应,其次为内脏反应,另外还包括听觉、前庭觉、言语障碍、味觉及运动反应等。在我们的病例研究中,6例患者存在发作前兆,躯体感觉先兆与内脏感觉先兆各2例,1例为前庭感觉先兆(坠落感),1例为情绪先兆(强迫性思维)。先兆表现的症状与病灶所在位置相关:躯体感觉先兆和内脏感觉先兆的病例致痫区均位于岛叶中央沟前后,表现为前庭觉先兆的病例致痫区位于岛叶后部;情绪先兆的病例致痫区位于右侧岛叶,以上部位和症状学表现与Mazzola等^[4]的岛叶电刺激结果基本一致。但由于病例数量的限制,症状学的分布没有明显差异性,且大多数患者的临床表现具有迷惑性,因此症状学在我们的研究中仅作为部分参考。当发作早期出现躯体感觉症状、内脏感觉症状和运动症状时,即高度怀疑岛叶参与,需要完善深部电极脑电监测以明确致痫区。

对具有特定发作形式的岛叶癫痫患者,高分辨率MRI若发现明确病变,则能够有力地支持岛叶癫痫诊断,但绝大多数原发性癫痫患者MRI结果为阴性。一部分学者认为不应对MRI阴性的岛叶癫痫患者行手术干预^[5],然而越来越多的病例通过精准详细评估后的手术治疗取得了良好的效果。在我们的研究中,4例患者MRI为阴性,我们也对其进行了详细的术前评估。

18-FDG PET可以显示岛叶的代谢改变,在致痫区定侧方面具有独特优势。Bouilleret等^[6]用18-FDG PET发现60%的颞叶癫痫患者伴有岛叶受累。在我们的研究中,7例患者存在双侧岛叶低代谢,所有患者的PET低代谢范围均较致痫区范围大,且均通过SEEG结果证实此特点与以上相关报道中的结论相符合。Hur等^[7]和Liew等^[8]同样认为PET扫描为致痫灶定侧提供了有效信息,但不能准确定位发作的位置。

在我们的病例中,有2例还进行了丙泊酚WADA试验,目的是为了明确语言或运动的优势半球,并对术后记忆障碍发生的风险进行了评估。WADA试验是测试患者语言和记忆功能优势侧的“金标准”^[9],在癫痫外科手术方案的决策中也起到重要作用。如果确定优势半球与手术侧别一致,则要综合评估术后并发症的风险,决定是否选择保守治疗或姑息性手术方案^[10]。病例9与病例10的致

痫区均为左侧,且病例9为双利手,病例10因工作性质要求,对于语言、记忆功能要求较高,为明确其语言、记忆的优势侧,进一步降低手术相关风险而进行了WADA试验。病例10经WADA试验后明确语言与记忆优势侧均为左侧半球,术后出现混合性失语,症状持续近1个月后缓解,与术前预期一致,患者及家属接受程度良好。

SEEG最早由Talairach等^[11]提出,其在岛叶癫痫的明确诊断中具有两大优势。一是创伤小,并发症发生率极低,Cardinale等^[12]对742例SEEG病例进行了回顾性分析,其中仅13例(1.8%)并发意外事件;二是岛叶SEEG电极植入包括正交法和斜插法,正交法能够对岛叶的内侧和外侧部分以及邻近的额叶和颞盖进行取样,而斜插法能够对浅岛皮质进行更多采样,并且能够避免穿过岛叶表面的大脑中动脉血管网^[13]。因此SEEG已逐渐成为岛叶癫痫脑电监测的金标准。

外科治疗方案 常用的岛叶手术入路有两种。一种是经侧裂入路,此方法容易暴露岛叶的前部皮质,但是易对侧裂中部分细小的动静脉造成损伤^[14]。另一种是经岛盖入路,该方式可以最大程度降低血管损伤的风险,但切除部分岛盖皮质可能会引起神经功能缺失。在我们的研究中,大多数患者采用经侧裂入路方式,以便于暴露整个岛叶皮质。

在我们的研究中,所有患者的切除方案均根据SEEG结果联合3D脑模型制定,且在神经导航及电生理监测下进行,切除范围为致痫区边缘约2 mm(深部电极相邻触点的距离),在最大限度切除致痫灶的基础上减少对周围皮质的破坏,以降低神经功能损伤发生的几率。

相较于岛叶致痫灶的直接切除,国内部分癫痫中心采用的是双极电凝联合皮质切除治疗岛叶癫痫,取得了较为满意的结果。Ding等^[15]对双极电凝联合皮质切除治疗的20例岛叶癫痫患者资料进行了回顾性分析,16例(80%)术后无发作,所有患者对发作控制较为满意(Engel II~Ⅲ级)。

除皮质切除外,替代的方法有SEEG引导下的射频消融(SEEG-guided thermocoagulations, SEEG-RFTC)和激光消融^[16-19]。Catenioix等^[20]在立体定向引导下对明确的岛叶致痫灶行射频消融术,认为这种治疗方式可以作为姑息性或补充性治疗方法,而不能代替传统的切除手术。Hawasli等^[18]用激光消

融成功治疗伴有轻度语言和记忆障碍的显性岛叶癫痫。

并发症 在我们的研究中,术后2例患者出现不同程度的对侧肢体偏瘫,1例患者出现混合性失语,1例术后剧烈呕吐,1例颅内感染,均于术后1个月内恢复至术前水平,仅有1例患者出现长期并发症。总体而言,并发症发生率较低,同目前岛叶手术相关并发症发生率的报道相当。Weil等^[21]报道13例岛叶癫痫暂时性神经缺陷率为15.4%,无永久性神经缺失。Finet等^[14]报道岛叶癫痫患者暂时性神经功能缺损占45%,提示为血管痉挛所致。Freri等^[22]通过SEEG研究了16例岛叶和岛盖癫痫患者,仅有1例术后出现永久性并发症。

相较于其他学者的研究报道,本组病例中较为特殊的1例患者(病例8)术后出现持续3周的严重恶心呕吐,该患者切除上、下环岛沟后部及岛叶后上区,考虑临近前岛叶组织水肿所致,该部位功能可能与呕吐中枢相关,但尚缺乏更多的临床资料加以证实。1例永久性损伤患者表现为对侧肢体偏瘫,考虑血管痉挛引起。

随访及癫痫控制 岛叶癫痫术后应严格进行随访,包括癫痫控制情况、MRI检查、神经功能检查、抗癫痫药物调整以及神经心理学评估等。11例患者中,仅有1例患者术后仍有癫痫频繁发作(Engel IV级),发作形式基本同术前。该患者于术后3个月再次入院,行长程视频脑电监测,监测到2次假性发作,同步脑电图表现为大量运动伪迹,患者自诉左侧或右侧肢体麻木不适,同步脑电图无改变。因患者主观感受癫痫控制无改善,生活、学习仍然受到较大影响,因此将其定为Engel IV级。癫痫的频繁发作可能会增加患者共患神经精神障碍的风险,尤其是儿童患者^[23],因此外科治疗对于神经心理学的影响也是需要重点关注的部分。本中心对术后18个月随访的患者均进行了神经心理学的评估,但由于例数较少,尚不能得出有效结论。

关于岛叶癫痫手术治疗的报道较少,癫痫发作控制的结果也各不相同。Gras-Combe等^[24]报道6例患者中有5例为Engel I级。在MRI阴性的岛叶癫痫中,由于癫痫手术较少,目前关于岛叶切除术中癫痫发作结果的大样本长期报道尚无可用信息。Nguyen等^[25]和Malak等^[26]报道了7个岛叶切除手术,其中6名患者实现了术后癫痫无发作,第7名患

者在岛叶伽玛刀手术后又实现了癫痫无发作。结合以上的数据,可以认为岛叶癫痫的手术切除对于部分患者是较好的选择。

本研究中病例数量较少,癫痫控制结果仅能代表本中心水平;部分患者随访周期较短,因此未能获取术后有效的神经心理学评估结果,对于神经心理是否改善无法作出有效评估。

SEEG在准确定位岛叶癫痫致病区发挥关键作用,经SEEG监测明确为岛叶起源的难治性癫痫,经过严密评估后可以安全行外科切除治疗者,大多能够取得较为满意的癫痫控制结果。

作者贡献声明 孙亚媚 论文构思、撰写和修订,制表。吴德深 数据统计和分析,论文撰写。龚德山,尚丽 论文撰写和修订。沈衍超 数据收集、统计和分析。郭辉 论文审阅和修订。

利益冲突声明 所有作者均声明不存在利益冲突。

参 考 文 献

- [1] GUILLAUME J, MAZARS G, MAZARS Y. Surgical indications in so-called temporal epilepsy [J]. *Ann Med Psychol (Paris)*, 1953, 111(24):552-553.
- [2] GUILLAUME J, MAZARS G, MAZARS Y. Criteria for identification of temporal epilepsy [J]. *Sem Hop*, 1956, 32(35):2003-2012.
- [3] LAOPRASERT P, OJEMANN JEFFREY G, HANDLER MICHAEL H. Insular epilepsy surgery [J]. *Epilepsia*, 2017, 58(suppl 1):35-45.
- [4] MAZZOLA L, MAUGUIERE F, ISNARD J. Functional mapping of the human insula: Data from electrical stimulations [J]. *Rev Neurol (Paris)*, 2019, 175(3):150-156.
- [5] LEHE MVON, WELLMER J, URBACH H, et al. Insular lesionectomy for refractory epilepsy: management and outcome [J]. *Brain*, 2009, 132(Pt 4):1048-1056.
- [6] BOUILLERET V, DUPONT S, SPELLE L, et al. Insular cortex involvement in mesiotemporal lobe epilepsy: a positron emission tomography study [J]. *Ann Neurol*, 2002, 51(2):202-208.
- [7] HUR JA, KANG JW, KANG HC, et al. The significance of insular hypometabolism in temporal lobe epilepsy in children [J]. *J Epilepsy Res*, 2013, 3(2):54-62.
- [8] LIEW CJ, LIM YM, BONWETSCH R, et al. 18F-FCWAY and 18F-FDG PET in MRI negative temporal

- lobe epilepsy[J].*Epilepsia*,2009,50(2):234-239.
- [9] JAIN P, TOMLINSON G, SNEAD C, *et al.* Systematic review and network meta-analysis of resective surgery for mesial temporal lobe epilepsy [J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*,2018,89(11):1138-1144.
- [10] 何利兵,武江,赵焕平,等.以丙泊酚作替代的Wada试验对颞叶癫痫手术患者记忆优势半球判定价值分析[J].天津医药,2018,46(12):1300-1303.
- [11] TALAIRACH J, BANCAUD J, BONIS A, *et al.* Functional stereotaxic exploration of epilepsy [J]. *Confin Neurol*,1962,22:328-31.
- [12] CARDINALE F, RIZZI M, VIGNATI E, *et al.* Stereoelectroencephalography:retrospective analysis of 742 procedures in a single centre [J].*Brain*,2019,142(9):2688-2704.
- [13] ALOMAR S, MULLIN JP, SMOTHASON S, *et al.* Indications, technique, and safety profile of insular stereoelectroencephalography electrode implantation in medically intractable epilepsy [J].*J Neurosurg*,2018,128(4):1147-1157.
- [14] FINET P, NGUYEN DK, BOUTHILLIER A. Vascular consequences of operculoinsular corticectomy for refractory epilepsy [J].*J Neurosurg*,2015,122(6):1293-1298.
- [15] DING H, ZHOU J, GUAN Y, *et al.* Bipolar electrocoagulation with cortextomy in the treatment of insular and insulo-opercular epilepsy explored by stereoelectroencephalography[J].*Epilepsy Res*,2018,145:18-26.
- [16] GUENOT M, ISNARD J, RYVLIN P, *et al.* SEEG-guided RF thermocoagulation of epileptic foci: feasibility, safety, and preliminary results [J].*Epilepsia*,2004,45(11):1368-1374.
- [17] CATENOIX H, ISNARD J, GUENOT M, *et al.* The role of the anterior insular cortex in ictal vomiting: a stereotactic electroencephalography study [J].*Epilepsy Behav*,2008,13(3):560-563.
- [18] HAWASLI AH, BANDT SK, HOGAN RE, *et al.* Laser ablation as treatment strategy for medically refractory dominant insular epilepsy: therapeutic and functional considerations [J]. *Stereotact Funct Neurosurg*,2014,92(6):397-404.
- [19] BANDT SK, LEUTHARDT EC. Minimally invasive neurosurgery for epilepsy using stereotactic MRI guidance [J].*Neurosurg Clin N Am*,2016,27(1):51-58.
- [20] CATENOIX H, MAUGUIERE F, GUENOT M, *et al.* SEEG-guided thermocoagulations: a palliative treatment of nonoperable partial epilepsies [J]. *Neurology*,2008,71(21):1719-1726.
- [21] WEIL AG, FALLAH A, LEWIS EC, *et al.* Medically resistant pediatric insular-opercular/perisylvian epilepsy. Part 1: invasive monitoring using the parasagittal transinsular apex depth electrode [J].*J Neurosurg Pediatr*,2016,18(5):511-522.
- [22] FRERI E, MATRICARDI S, GOZZO F, *et al.* Perisylvian, including insular, childhood epilepsy: presurgical workup and surgical outcome [J]. *Epilepsia*,2017,58(8):1360-1369.
- [23] 李桃利,王艺.癫痫儿童神经精神共患病的研究进展[J].复旦学报(医学版),2018,45(4):578-584,597.
- [24] GRAS-COMBE G, MINOTTI L, HOFFMANN D, *et al.* Surgery for nontumoral insular epilepsy explored by stereoelectroencephalography [J]. *Neurosurgery*,2016,79(4):578-588.
- [25] NGUYEN DK, NGUYEN DB, MALAK R, *et al.* Revisiting the role of the insula in refractory partial epilepsy [J].*Epilepsia*,2009,50(3):510-520.
- [26] MALAK R, BOUTHILLIER A, CARMANT L, *et al.* Microsurgery of epileptic foci in the insular region [J].*J Neurosurg*,2009,110(6):1153-1163.

(收稿日期:2021-03-17; 编辑:王蔚)