

· 脑血管疾病脑网络认识及功能保护专题 ·

基于功能磁共振的 Broca 区脑动静脉畸形术后皮质和皮质下

重塑模式研究

焦玉明 赵绍智 张钧泽 霍然 许宏远 曹勇

100070 首都医科大学附属北京天坛医院神经外科 国家神经系统疾病临床医学研究中心

通信作者: 曹勇, Email: caoyong@bjtth.org

DOI: 10.3969/j.issn.1009-6574.2023.02.003

【摘要】目的 探讨 Broca 区脑动静脉畸形患者语言皮层和语言相关白质纤维的可塑性。**方法** 前瞻性选取 2016 年 9 月至 2019 年 5 月在北京天坛医院接受显微手术切除的 5 例 Broca 区脑动静脉畸形患者为研究对象。在手术前 1 周内和术后 6 个月对患者进行血氧水平依赖性功能磁共振(BOLD-fMRI)和弥散张量成像(DTI)检查,评估语言相关的脑白质功能区纤维束及其对侧的同源纤维走行,计算病变和对侧半球中激活的语言皮层体素之间的偏侧化指数(LI)。**结果** 术后 6 个月,5 例患者术后左半球弓状束纤维数量为 67(20, 217),低于术前的 781(285, 1 191);术后左半球钩束的纤维数量为 386(190, 852),高于术前的 220(114, 422),差异有统计学意义($P < 0.05$)。5 例患者术前、术后 6 个月两个半球的弓状束前段、弓状束后段、下纵束和下额枕束的纤维数量比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。5 例患者术前 Broca 区 LI 为 1.000(0.753, 1.000),高于术后的 0.070(-0.890, 0.537),差异有统计学意义($Z = -0.023$, $P = 0.043$)。**结论** 手术切除 Broca 区脑动静脉畸形后,患者大脑 Broca 区的对侧同源区域和同侧半球钩束参与代偿,为 Broca 区损伤后的功能重组提供了证据。

【关键词】 Broca 区; 脑动静脉畸形; 重塑; 语言区; 语言纤维束

基金项目: 国家自然科学基金(81901175);北京市科技计划课题(D161100003816006)

Study of functional magnetic resonance-based postoperative cortical and subcortical reorganization after resection in patients with brain arteriovenous malformations located in Broca's area

Jiao Yuming, Zhao Shaozhi, Zhang Junze, Huo Ran, Xu Hongyuan, Cao Yong

Department of Neurosurgery, Beijing Tiantan Hospital, Capital Medical University, National Center for Clinical Medical Research of Neurological Diseases, Beijing 100070, China

Corresponding author: Cao Yong, Email: caoyong@bjtth.org

【Abstract】Objective To explore the plasticity of language cortex and language-related white matter fibers in patients with cerebral arteriovenous malformations in Broca region. **Methods** A total of 5 patients with cerebral arteriovenous malformations in Broca region (B-BAVM) who underwent microsurgical resection in Beijing Tiantan Hospital from September 2016 to May 2019 were prospectively selected as the study subjects. Blood oxygen level-dependent functional MRI (BOLD-fMRI) and diffusion tensor imaging (DTI) were performed within 1 week before and 6 months after microsurgery. The fiber bundle of the language-related white matter functional area and its homologous fiber profile on the opposite side were evaluated. The laterality index (LI) between the lesion and the activated voxels of the language cortex in the opposite hemisphere was calculated. **Results** Six months after operation, the number of arcuate fibers in the left hemisphere of the 5 patients was 67 (20, 217), lower than 781 (285, 1 191) before operation; The number of fibers in the left hemisphere hook bundle after operation was 386 (190, 852), higher than 220 (114, 422) before operation, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). There was no statistically significant difference in the number of fibers in the anterior segment, posterior segment, inferior longitudinal segment and inferior fronto-occipital segment of the arcuate tract between the two hemispheres of 5 patients before and 6 months after operation ($P > 0.05$). The preoperative LI of Broca area was 1.000 (0.753, 1.000), higher than the postoperative LI of 0.070 (-0.890, 0.537), and the difference was statistically significant ($Z = -0.023$, $P < 0.05$). **Conclusions** After surgical resection of cerebral arteriovenous malformations in the Broca region, the contralateral homologous region and the ipsilateral hemispheric hook bundle in the Broca region of the patient's brain participated in compensation, providing evidence for the functional reorganization of the Broca region after injury.

【Key words】 Broca's area; Brain arteriovenous malformations; Plasticity; Language cortex; Language-related fiber tracts

Fund programs: National Natural Science Foundation of China (81901175); Project of Beijing Municipal Science & Technology Commission (D161100003816006)

Broca区通常定义为包布罗德曼44和45区的皮层,是经典语言皮层^[1],在多种语言功能中起着重要作用^[2]。既往功能磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)研究证实, Broca区的激活模式与多种语言任务相关^[3]。此外,人脑的纤维束成像数据也表明该区是白质语言纤维束中的关键节点之一^[4-5]。鉴于Broca区的重要性,位于Broca区的颅内病变通常被认为是切除术的高风险区域^[6]。

脑动静脉畸形(brain arteriovenous malformation, BAVM)是青少年脑出血的首要原因,手术切除是主要治疗方式,而位于Broca区BAVM的手术治疗具有挑战性^[6]。既往研究证明该区域的病变与临床失语症相关^[7-8]。另一方面,人类大脑能够在损伤后进行代偿性重构^[9-10]。与胶质瘤不同,目前认为BAVM是生命早期的血管病变,因此该部位病变手术后的功能重组模式可能具有其特殊性^[11]。然而,目前关于切除Broca区BAVM后同侧和对侧大脑区域和白质中发生的结构可塑性的研究较少。

血氧水平依赖性功能磁共振成像(blood oxygen level dependent functional magnetic resonance imaging, BOLD-fMRI)和弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)是绘制脑功能区和纤维束的有效且无创的方法,其提供了具有较高敏感性和特异性的语言功能区检测方式^[9, 12-16]。本研究在BAVM患者手术前后应用BOLD-fMRI和DTI纤维束成像研究语言皮层偏侧化和与语言相关的白质纤维束的变化,通过比较语言皮层的激活体素和脑白质纤维束的纤维数量探究语言皮层和白质纤维重组的方式。

一、对象与方法

1. 研究对象: 在前瞻性BAVM临床试验研究数据库(注册号: NCT02868008)中,选取2016年9月至2019年5月在北京天坛医院接受显微手术切除的5例Broca区BAVM患者为研究对象。纳入标准:(1)年龄12~60岁;(2)经颅脑CT/MRI及数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)检查,诊断为累及Broca区的BAVM, Broca区BAVM被定义为累及布罗德曼44或45区的动静脉畸形;(3)能够接受多模态fMRI检查;(4)自愿参与本研究并签署知情同意书。排除标准:(1)处于出血急性期(出血 \leq 1个月);

(2)合并其他类型脑血管病或血管畸形;(3)有听力障碍或运动障碍。本研究获得首都医科大学附属北京天坛医院医学伦理委员会审核批准(批号: KY2016-031-01)。

2. 神经影像学检查: 对所有患者进行MRI、CT和DSA扫描,使用3.0 Tesla Siemens Trio MRI扫描仪在手术前1周内和手术后6个月内进行BOLD-fMRI和DTI成像检查。矢状T1解剖图像的成像参数、语义语言范式BOLD-fMRI、DTI图像和时间飞跃法磁共振血管成像(TOF-MRA)的成像参数参考文献[8-17]。

3. 神经影像数据分析: 采用iPlan 3.0工作站(BrainLab)管理生成的图像集,所有图像集均自动相互配准,并通过自动刚性配准与3D-T1图像融合。通过识别超过显著性阈值($P < 0.001$)的每个体素,并将这些活动体素叠加在T1加权结构图像上以显示大脑活动的解剖位置生成运动激活区。由2名主治医师及以上神经外科医师记录每个范式激活皮层的解剖位置和峰值活动点,同时记录Broca区、Wernicke区和Geschwind区(顶下小叶)的活跃体素^[18]。对双侧弓状束、下额枕束、钩束和下纵束进行追踪量化,分别追踪弓状束前段和后段^[18]。采用2个感兴趣区追踪纤维束^[13-18],分子各向异性阈值设置为 < 0.20 ,最小纤维长度为70 mm。2名神经外科医生同时进行感兴趣区的解剖位置判断和白质纤维束的追踪。记录不同半球和每个单独脑白质纤维束的纤维数量。根据病变和对侧半球中激活的语言皮层体素计算患者的偏侧化指数(lateralization index, LI),并在术前和术后fMRI图像间进行比较。LI计算公式=(同侧体素数-对侧体素数)/(同侧体素数+对侧体素数),取值-1~1,负值表示术侧的激活体素较少,0表示两侧半球的体素数相等,正值表示术侧与对侧半球相比,优势半球的体素数较少。LI ≤ -0.2 为BOLD信号为对侧偏侧, ≥ 0.2 为同侧偏侧,-0.2~0.2为半球偏侧不明确^[19]。通过患者的MRI及DSA影像获得动静脉畸形的Spetzler-Martin分级(S-M分级),根据病灶大小、是否累及功能区及是否有深静脉引流等特点进行评分。

4. 手术: 主治医师及以上医师在神经导航系统的帮助下切除BAVM,术中通过超声辨别供血动脉和动

静脉畸形的边缘,术后通过 DSA 验证畸形团是否完全切除。

5. 评估内容: (1) 一般资料。通过临床病例系统获得患者的一般资料,包括年龄、性别、S-M 分级、病灶直径、首发症状。(2) 语言功能。术前采用爱丁堡利手量表评估患者的优势手,采用西方失语症量表测试语言障碍是否存在以及存在的类型。患者的语言功能由同 1 名神经外科医生于术前、术后 7 d 和术后 6 个月进行评估。

6. 统计学方法: 采用 SPSS 20.0 统计软件进行数据分析。计数资料采用频数表示。不符合正态分布的计量资料采用中位数和四分位数 [$M(P_{25}, P_{75})$] 表示,组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验。双侧检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

二、结果

1. 患者的一般资料: 5 例 Broca 区 BAVM 患者的平均年龄 21.4 岁,母语均为汉语;病灶平均直径为 41.8 mm; 1 例患者的优势手在左侧,术前 fMRI 检查

显示 Broca 区位于右额叶。术后 DSA 显示所有患者均实现了全部切除。4 例患者在术后 7 d 出现语言障碍,在术后 6 个月语言功能恢复正常,见表 1。

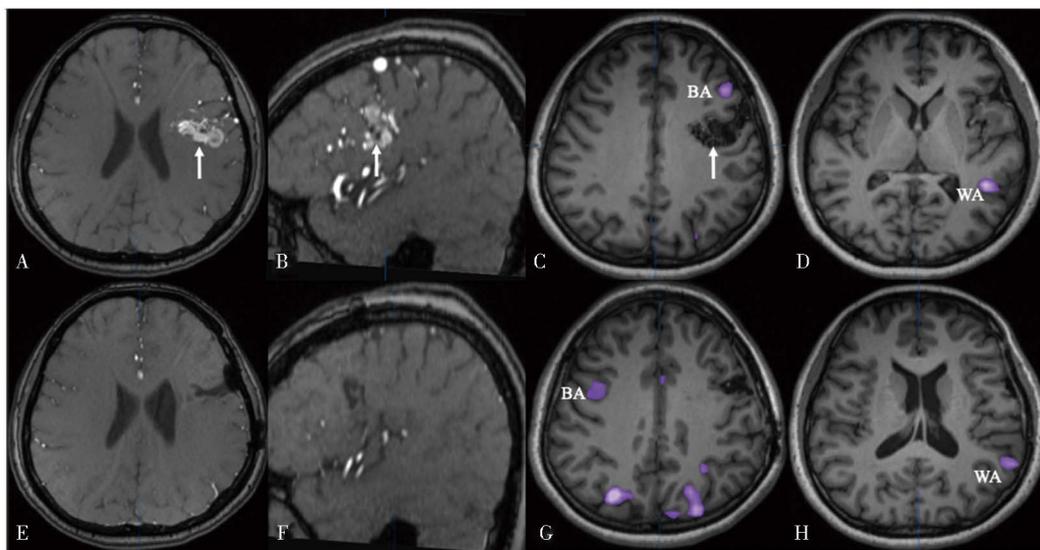
2. 患者手术前后 DTI 语言相关脑白质纤维束的可塑性分析: 患者 5 的手术前后磁共振成像见图 1。对 5 例患者术后 6 个月的 DTI 图像进行语言相关脑白质纤维束的可塑性分析,结果显示,5 例患者手术前后左半球弓状束、左半球钩束的纤维数量比较,差异有统计学意义($P < 0.05$); 两个半球手术前后的弓状束前段、弓状束后段、下纵束和下额枕束的纤维数量比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

3. 5 例患者语言激活皮层的偏侧化: 术前功能 LI 显示所有患者的 Broca 区 ($LI \geq 0.20$) 为病灶同侧优势,术后的优势性降低。5 例患者术前 Broca 区 LI 为 1.000(0.753, 1.000),高于术后的 0.070(-0.890, 0.537),差异有统计学意义($Z = -0.023, P = 0.043$); 而手术前后 Wernicke 区、Geschwind 区 LI 比较 [1.000(0.501, 1.000) 比 1.000(0.231, 1.000)、0.438(-0.272,

表 1 5 例 Broca 区脑动静脉畸形患者的一般资料

患者编号	年龄(岁)	性别	S-M 分级	病灶直径(mm)	优势手	首发症状	术前失语	术后 7 d 失语类型	术后 6 个月后语言功能
1	16	男	Ⅲ	32.5	右	头痛	无	无	正常
2	23	女	Ⅲ	50.6	左	癫痫	无	条件性	正常
3	25	女	Ⅲ	37.4	右	脑出血	无	运动性	正常
4	18	女	Ⅲ	47.2	右	癫痫	无	运动性	正常
5	25	女	Ⅲ	41.5	右	癫痫	无	运动性	正常

注: S-M 分级 Spetzler-Martin 分级



注: A、B 为轴位、矢状位磁共振血管成像,箭头指示位置为 Broca 区域的脑动静脉畸形; C、D 为 Broca 区域(BA)、Wernicke 区域(WA)左侧 BOLD 激活信号的 fMRI 图像; E、F 为患者动静脉畸形切除后和 Broca 区损伤的术后轴位、矢状位 TOF-MRA 图像; G 为 Broca 区域(BA)BOLD 信号的右侧重构激活的 fMRI 图像; H 显示患者 Wernicke 区域(WA)的主要激活位于左半球; BOLD 血氧水平依赖; fMRI 功能磁共振成像; TOF-MRA 时间飞跃法磁共振血管成像

图 1 1 例 Broca 区脑动静脉畸形患者的 fMRI 显像(患者 5)

0.773)比0.139(-0.374, 0.596)], 差异无统计学意义($Z=-0.535$ 、 -0.944 ; $P>0.05$)。见表3。DTI检查显示, 患者术后的左半球弓状束受损, 纤维数量少于术前, 而术后左半球钩束的纤维数量多于术前, 见图2。

讨论 Broca区包含语言处理的关键皮层和皮层下结构。既往研究较少报告从Broca区切除BAVM后语言区的可塑性。本研究探讨了Broca区BAVM切除后的语言皮层及纤维束的重构模式, 结果显示在手术切除Broca区BAVM后, Broca区的对侧半球同源区域参与皮层重塑, 同侧半球钩束参与脑白质重塑, 这为脑功能区损伤后的功能重组方式提供了证据。

本研究结果显示, Broca区的对侧同源区可能在Broca区BAVM切除后的语言重构中起重要作用,

既往有研究描述了Broca区损伤后的不同重组模式。Saur等^[20]的研究表明, 在成人慢性期卒中后失语症患者中, 语言激活区转移到病变区域周围。另一方面, Miotto等^[21]证明, 接受Broca区肿瘤切除术的患者可以在语言处理中招募对侧同源区域参与重构。尽管有研究对肿瘤和癫痫手术后功能重组模式进行报道, 但关于Broca区BAVM的功能重构激活模式变化研究的报道较少^[22-23]。本研究结果显示, Broca区的对侧同源脑区在Broca区BAVM切除后语言区的重组中起重要作用, 考虑原因可能为对侧大脑同源区在慢性疾病中较急性疾病具有更大的重构能力。相关研究表明BAVM发生于生命早期^[24]。在既往研究中, Deng等^[11]根据fMRI重构结果发现BAVM患者同源区域重构的潜力较胶质瘤患者更大。

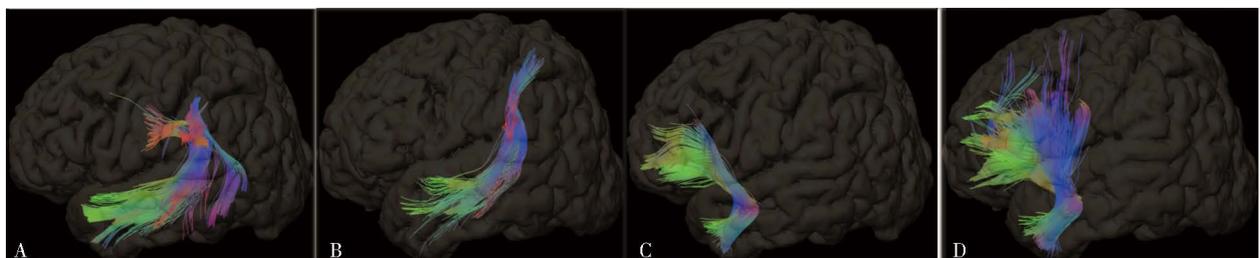
表2 5例Broca区脑动静脉畸形患者手术前后各纤维束的纤维数量比较 [$M(P_{25}, P_{75})$]

组别	右半球					
	弓状束	弓状束前段	弓状束后段	钩束	下纵束	下额枕束
术前	1 129(216, 3 956)	154(86, 519)	608(303, 1 067)	427(330, 484)	2 487(2 120, 3 399)	651(511, 1 129)
术后	314(203, 1 797)	117(64, 464)	733(218, 1 278)	302(272, 1 053)	2 912(2 408, 5 042)	568(114, 708)
Z值	-1.753	-0.674	-0.944	-0.405	-1.483	-1.483
P值	0.080	0.500	0.345	0.686	0.138	0.138
组别	左半球					
	弓状束	弓状束前段	弓状束后段	钩束	下纵束	下额枕束
术前	781(285, 1 191)	40(22, 156)	600(223, 778)	220(114, 422)	3 416(2 417, 3 835)	536(112, 753)
术后	67(20, 217)	39(16, 124)	338(181, 557)	386(190, 852)	2 723(2 599, 5 077)	371(76, 615)
Z值	-2.023	-0.405	-1.753	-2.023	-0.405	-0.135
P值	0.043	0.686	0.080	0.043	0.686	0.893

表3 5例Broca区脑动静脉畸形患者手术前后各语言区激活的fMRI功能LI

患者编号	Broca区偏侧化指数		Wernicke区偏侧化指数		Geschwind区偏侧化指数	
	术前	术后	术前	术后	术前	术后
1	0.547	0.070	1.000	0.442	-0.878	-0.831
2	1.000	-1.000	0.679	1.000	0.335	0.191
3	0.959	0.558	1.000	1.000	0.438	1.000
4	1.000	0.516	0.322	0.019	0.690	0.083
5	1.000	-0.780	1.000	1.000	0.856	0.139

注: fMRI功能磁共振成像; LI偏侧性指数



注: A、B为患者术前、术后左半球弓状束的纤维束成像; C、D为患者术前、术后左半球钩束的纤维束成像

图2 1例Broca区脑动静脉畸形患者的基于弥散张量成像的纤维束成像(患者5)

本研究结果显示,患者手术前后病灶对侧半球(右半球)弓状束的纤维数量比较差异无统计学意义。既往研究数据表明,弓状束对语音流畅性和语音处理较为重要^[25],右半球弓状束的纤维数量可以预测患者整体语言功能的恢复^[26]。此外,难治性癫痫患儿左半球弓状束切除后右半球弓状束有重构^[27],这与本研究结果不一致,原因可能是切除范围不同。既往研究中的手术切除多为左半球切除术或多脑叶切除手术,而本研究的重点是Broca区切除后的重组,切除范围越大,语言网络损伤越大,对侧弓状束在语言功能的重构中越具有重要作用。因此需要进一步研究,以更详细地证实不同切除范围之间的不同脑网络重构模式。

钩束是连接外侧眶额皮质和布罗德曼10区与前颞叶的白质纤维束^[28-29],可能参与情景记忆、语言和社会情感处理,其确切功能尚不清楚^[28-30]。既往研究显示,左钩束是腹侧语言通路的一部分,其通过传递感官信息参与语义处理^[31]。然而也有研究认为钩束在语言功能中不起重要作用^[32]。本研究结果表明钩束可能在Broca区BAVM切除后的语言功能重组中起支持作用,但尚需要进一步研究钩束处理在语言可塑性中的具体功能。

综上所述,手术切除患者Broca区BAVM后,Broca区的对侧同源区域和同侧半球钩束参与语言功能的重构。但本研究存在一定的局限性:纳入的样本量小,无法研究神经影像可塑性与不同语言成分恢复之间的相关性。未来需要对更多接受多任务fMRI的患者进行进一步研究以证实本结论。此外,脑血管畸形术后是否对周围血流灌注有所影响本研究未进行分析,可在将来的工作中结合血流灌注指标进行研究。

利益冲突 文章所有作者共同认可文章无相关利益冲突

作者贡献声明 试验设计为曹勇、焦玉明,研究实施、资料收集为焦玉明、许宏远,论文撰写为焦玉明、赵绍智、霍然,论文修订为张钧泽,曹勇审校

参 考 文 献

- [1] Amunts K, Zilles K. Architecture and organizational principles of Broca's region[J]. Trends Cogn Sci, 2012, 16(8): 418-426. DOI: 10.1016/j.tics.2012.06.005.
- [2] Flinker A, Korzeniewska A, Shestuyk AY, et al. Redefining the role of Broca's area in speech[J]. Proc Natl Acad Sci U S A, 2015, 112(9): 2871-2875. DOI: 10.1073/pnas.1414491112.
- [3] Friederici AD. The brain basis of language processing: from structure to function[J]. Physiol Rev, 2011, 91(4): 1357-1392. DOI: 10.1152/physrev.00006.2011.
- [4] Yagmurlu K, Middlebrooks EH, Tanriover N, et al. Fiber tracts of the dorsal language stream in the human brain[J]. J Neurosurg, 2016, 124(5): 1396-1405. DOI: 10.3171/2015.5.JNS15455.
- [5] Friederici AD. Pathways to language: fiber tracts in the human brain[J]. Trends Cogn Sci, 2009, 13(4): 175-181. DOI: 10.1016/j.tics.2009.01.001.
- [6] Spetzler RF, Martin NA. A proposed grading system for arteriovenous malformations[J]. J Neurosurg, 1986, 65(4): 476-483. DOI: 10.3171/jns.1986.65.4.0476.
- [7] Wood JM, Kundu B, Utter A, et al. Impact of brain tumor location on morbidity and mortality: a retrospective functional MR imaging study[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2011, 32(8): 1420-1425. DOI: 10.3174/ajnr.A2679.
- [8] Jiao Y, Lin F, Wu J, et al. Brain arteriovenous malformations located in language area: surgical outcomes and risk factors for postoperative language deficits[J]. World Neurosurg, 2017, 105: 478-491. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.05.159.
- [9] Jiao Y, Lin F, Wu J, et al. Plasticity in language cortex and white matter tracts after resection of dominant inferior parietal lobule arteriovenous malformations: a combined fMRI and DTI study[J]. J Neurosurg, 2020, 134(3): 953-960. DOI: 10.3171/2019.12.JNS191987.
- [10] Hartwigsen G, Saur D. Neuroimaging of stroke recovery from aphasia - insights into plasticity of the human language network[J]. Neuroimage, 2019, 190: 14-31. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2017.11.056.
- [11] Deng X, Zhang Y, Xu L, et al. Comparison of language cortex reorganization patterns between cerebral arteriovenous malformations and gliomas: a functional MRI study[J]. J Neurosurg, 2015, 122(5): 996-1003. DOI: 10.3171/2014.12.JNS14629.
- [12] Price CJ. The anatomy of language: a review of 100 fMRI studies published in 2009 [J]. Ann N Y Acad Sci, 2010, 1191: 62-88. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2010.05444.x.
- [13] Catani M, Thiebaut de Schotten M. A diffusion tensor imaging tractography atlas for virtual in vivo dissections[J]. Cortex, 2008, 44(8): 1105-1132. DOI: 10.1016/j.cortex.2008.05.004.
- [14] Li D, Jiao YM, Wang L, et al. Surgical outcome of motor deficits and neurological status in brainstem cavernous malformations based on preoperative diffusion tensor imaging: a prospective randomized clinical trial[J]. J Neurosurg, 2018, 130(1): 286-301. DOI: 10.3171/2017.8.JNS17854.
- [15] Jiao Y, Lin F, Wu J, et al. Brain arteriovenous malformations supplied by the anterior choroidal artery: treatment outcomes and risk factors for worsened muscle strength after surgical resection[J]. World Neurosurg, 2017, 104: 567-574. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.04.135.
- [16] Jiao Y, Li H, Fu W, et al. Classification of brain arteriovenous malformations located in motor-related areas based on location and anterior choroidal artery feeding[J]. Stroke Vasc Neurol, 2021, 6(3): 441-448. DOI: 10.1136/svn-2020-000591.
- [17] Lin F, Zhao B, Wu J, et al. Risk factors for worsened muscle strength after the surgical treatment of arteriovenous malformations of the eloquent motor area[J]. J Neurosurg, 2016, 125(2): 289-298. DOI: 10.3171/2015.6.JNS15969.
- [18] Catani M, Jones DK, ffytche DH. Perisylvian language networks of the human brain[J]. Ann Neurol, 2005, 57(1): 8-16. DOI: 10.1002/ana.20319.

[19] Lee DJ, Pouratian N, Bookheimer SY, et al. Factors predicting language lateralization in patients with perisylvian vascular malformations. Clinical article[J]. J Neurosurg, 2010, 113(4): 723-730. DOI: 10.3171/2010.2.JNS091595.

[20] Saur D, Lange R, Baumgaertner A, et al. Dynamics of language reorganization after stroke[J]. Brain, 2006, 129(Pt 6): 1371-1384. DOI: 10.1093/brain/awl090.

[21] Miotto EC, Balardin JB, Vieira G, et al. Right inferior frontal gyrus activation is associated with memory improvement in patients with left frontal low-grade glioma resection[J]. PLoS One, 2014, 9(8): e105987. DOI: 10.1371/journal.pone.0105987.

[22] Ille S, Engel L, Albers L, et al. Functional reorganization of cortical language function in glioma patients—a preliminary study[J]. Front Oncol, 2019, 9: 446. DOI: 10.3389/fonc.2019.00446.

[23] Mnatsakanyan L, Vadera S, Ingalls CW, et al. Language recovery after epilepsy surgery of the Broca's area[J]. Epilepsy Behav Case Rep, 2018, 9: 42-45. DOI: 10.1016/j.eber.2017.06.002.

[24] Thomas JM, Surendran S, Abraham M, et al. Genetic and epigenetic mechanisms in the development of arteriovenous malformations in the brain[J]. Clin Epigenetics, 2016, 8: 78. DOI: 10.1186/s13148-016-0248-8.

[25] Ivanova MV, Isaev DY, Dragoy OV, et al. Diffusion-tensor imaging of major white matter tracts and their role in language processing in aphasia[J]. Cortex, 2016, 85: 165-181. DOI: 10.1016/j.cortex.2016.04.019.

[26] Schlaug G, Marchina S, Norton A. Evidence for plasticity in white-matter tracts of patients with chronic Broca's aphasia undergoing intense intonation-based speech therapy[J]. Ann N Y Acad Sci, 2009, 1169: 385-394. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2009.04587.x.

[27] Goradia D, Chugani HT, Govindan RM, et al. Reorganization of the right arcuate fasciculus following left arcuate fasciculus resection in children with intractable epilepsy[J]. J Child Neurol, 2011, 26(10): 1246-1251. DOI: 10.1177/0883073811402689.

[28] Von Der Heide RJ, Skipper LM, Klobusicky E, et al. Dissecting the uncinate fasciculus: disorders, controversies and a hypothesis[J]. Brain, 2013, 136(Pt 6): 1692-1707. DOI: 10.1093/brain/awt094.

[29] Park CH, Kim SH, Jung HY. Characteristics of the uncinate fasciculus and cingulum in patients with mild cognitive impairment: diffusion tensor tractography study[J]. Brain Sci, 2019, 9(12): 377. DOI: 10.3390/brainsci9120377.

[30] Papagno C, Casarotti A, Comi A, et al. Long-term proper name anomia after removal of the uncinate fasciculus[J]. Brain Struct Funct, 2016, 221(1): 687-694. DOI: 10.1007/s00429-014-0920-8.

[31] Saur D, Kreher BW, Schnell S, et al. Ventral and dorsal pathways for language[J]. Proc Natl Acad Sci U S A, 2008, 105(46): 18035-18040. DOI: 10.1073/pnas.0805234105.

[32] Duffau H, Gatignol P, Moritz-Gasser S, et al. Is the left uncinate fasciculus essential for language? A cerebral stimulation study[J]. J Neurol, 2009, 256(3): 382-389. DOI: 10.1007/s00415-009-0053-9.

(收稿日期: 2022-02-27)

(本文编辑: 赵金鑫)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

本刊文稿中缩略语的书写要求

在本刊发表的学术论文中, 已被公知公认的缩略语在正文中可以不加注释直接使用(表1); 不常用的和尚未被公知公认的缩略语以及原词过长、在文中多次出现者, 若为中文可于文中第1次出现时写明全称, 在圆括号内写出缩略语, 如: 流行性脑脊髓膜炎(流脑); 若为外文可于文中第1次出现时写出中文全称, 在圆括号内写出外文全称及其缩略语, 如: 阿尔茨海默病(Alzheimer disease, AD)。若该缩略语已经公知, 也可不注出其英文全称。不超过4个汉字的名词不宜使用缩略语, 以免影响论文的可读性。西文缩略语不得拆开转行。

表1 《神经疾病与精神卫生》杂志常用缩略语

缩略语	中文全称	缩略语	中文全称	缩略语	中文全称
CNS	中枢神经系统	AD	老年痴呆症(阿尔茨海默病)	GABA	γ-氨基丁酸
IL	白细胞介素	CT	电子计算机体层扫描	PD	帕金森病
MRI	磁共振成像	BDNF	脑源性神经营养因子	DSA	数字减影血管造影
PCR	聚合酶链式反应	ELISA	酶联免疫吸附剂测定	PET	正电子发射计算机断层显像
SOD	超氧化物歧化酶	NIHSS	美国国立卫生研究院卒中评分	CRP	C反应蛋白
MMSE	简易精神状态检查	WHO	世界卫生组织	TIA	短暂性脑缺血发作
TNF	肿瘤坏死因子	PANSS	阳性与阴性症状量表	HAMD	汉密尔顿抑郁量表
HAMA	汉密尔顿焦虑量表	SSRIs	选择性5-羟色胺再摄取抑制剂	rTMS	重复经颅磁刺激
5-HT	5-羟色胺	ICD-10	国际疾病分类第十版	MoCA	蒙特利尔认知评估量表
PTSD	创伤后应激障碍	CCMD	中国精神障碍分类与诊断标准	DSM	美国精神障碍诊断与统计手册