

· 综述 ·

语言的功能解剖研究*

张 忠¹

语言作为人脑的一种高级皮质功能备受关注。自 1861 年发现 Broca 区后, 神经语言学研究一直是脑科学研究中最热门的领域。一个多世纪以来, 对语言的科学研究已得出两条基本结论: 一是脑的不同部位在语言中完成不同的功能; 二是不同的脑区损伤产生不同的言语障碍。随着神经功能影像技术及电生理监测技术的进展, 语言的功能解剖研究得到了较大的发展。

1 大脑皮质语言功能解剖

语言中枢的“经典模式”在 19 世纪晚期开始普及, 其证据来自于大脑病变产生的失语患者。美国学者 Ojemann^[1]应用电刺激证实个体之间语言中枢存在广泛变异。很多患者语言中心高度局限化形成几个 1—2cm² mosaics 区, 通常额叶一个, 颞顶叶一个或更多。Binder^[2]应用功能磁共振(functional magnetic resonance imaging, fMRI) 研究健康人的语言功能区, 结果发现在左半球传统 Wernicke 区之外存在颞中回、颞下回、梭形回和角回语言区; 在经典 Broca 区之外存在广泛的左侧前额语言区。这表明语言的经典模式需要重新审视。

1.1 额叶

1.1.1 Broca 区:该区也称为前说话区, 位于优势半球额下回三角部和盖部(Brodmann44 区和 45 区), 常常描述为额下回后 1/3。用于计划和执行说话, 病变损伤该区会导致运动性失语, 主要表现为口语表达障碍。

1.1.2 辅助运动区(supplementary motor area, SMA):SMA 也称为上语言区, 位于中央前回下肢运动区前方, 后界为中央前沟, 内侧界为扣带沟, 外侧延伸至邻近的半球凸面, 其前侧与外侧无明显界线^[3]。SMA 和初级运动区、运动前外侧区、运动前区扣带以及前额皮质背外侧、小脑、基底节、顶叶感觉联系区相互联系。这一复杂解剖功能系统用于发动和控制运动功能和语言表达。Tanji^[4]进一步将 SMA 分为 SMA 前区和 SMA 固有区, 分别参与复杂运动的准备和执行。Fontaine^[5]经手术和 fMRI 证实优势半球 SMA 功能结构排列自前到后依次为语言、面、上肢、下肢, 切除不同的部分会出现不同的症状。切除优势半球侧 SMA 后, 可产生 SMA 综合征^[6], 表现为术后几天内出现对侧肢体完全运动不能和言语中断。自发性言语减少可持续数周, 最终可以完全恢复。言语障碍属于经皮质运动性失语(transcortical motor aphasia), 表现为自发性言语障碍, 但有重复、理解和阅读能力。SMA 病变产生的言语障碍均不典型, 恢复较快。但是 SMA 在语言过程中的作用目前仍然不清楚, SMA 是否为语言相关区还存在疑问^[7]。

1.1.3 优势半球运动前区皮质(premotor cortex, PMC):Fulton^[8]将人 PMC 描述为初级运动皮质(Brodmann 4 区), 前方额叶无颗粒皮质区(Brodmann 6 区)。Freund^[9]把其分为两个亚区: 腹侧 PMC(中央前回前部 Brodmann 6 区的腹侧部分)和背侧

PMC(中央前沟前方的额上、中回后部 Brodmann 6 区的背侧部)。Duffau^[10]在唤醒麻醉下应用中皮质电刺激证实左侧优势半球 PMC 有重要的语言功能。他们发现腹侧 PMC 涉及发音, 背侧 PMC 涉及命名。神经功能影像研究进一步支持优势半球 PMC 参与不同的语言成分, 如阅读任务、复述单词及命名工具图片等^[11-12]。因此提高认识优势半球 PMC 的语言作用对于手术治疗该区病变有重要的意义。

1.2 颞叶

1.2.1 Wernicke 区:该区也称为后说话区, 一般指的是优势半球颞上回后部, 但也有学者认为该区包括 Brodmann 41 和 42 区后方的颞上回、颞中回后部以及属于顶下小叶的缘上回和角回。Wernicke 区与躯体感觉 (Brodmann5、7 区)、听 (Brodmann 41、42 区) 和视 (Brodmann 18、19 区) 区皮质有着丰富的联系, 用于分析和识别语言的感觉刺激。该区病变产生感觉性失语, 表现为患者的语音调和语调均正常, 与人交谈时不能理解别人说的话, 答话语无伦次或答非所问, 听者难于理解。

1.2.2 颞叶中部和内侧部:颞叶中部和内侧部是一复杂的多功能区, 具有广泛的视觉和听觉功能。Penfield 等电刺激研究发现, 左颞叶中部和内侧部在听觉语言中起重要作用。刺激该处能引起类似于失语的症状, 该处病变可引起与语言有关的轻微障碍, 包括找词困难、命名缺陷等。

1.2.3 颞底语言区(basal temporal language area):颞底语言区位于优势半球梭状回, 距离颞极 3—7cm, 是一个 Wernicke 区之外的独立区域。其下方的白质纤维束和 Wernicke 区下方的白质纤维束有直接联系。Luders 等^[13]在电刺激研究中首先注意到了颞叶下部皮质的语言作用, 主要是感觉性和表达性语言缺失。Krauss 等^[14]发现电刺激颞底语言区后 80% 的患者出现命名和理解障碍。切除颞底语言区一般不会产生长期的语言缺失, 但有作者主张术中尽量保留该区^[15]。

1.3 优势半球岛叶

传统上岛叶不作为语言定位研究的重点, 但自 Dronkers^[16]首先报道了左侧优势半球岛叶有重要的语言作用, 特别是言语的协调作用以来, 优势半球岛叶的语言功能越来越受到重视。岛叶的血管性疾病可产生语言障碍, 唤醒麻醉下刺激优势半球岛叶也可产生言语中断。Duffau 等^[17]报道左侧优势半球岛叶对于言语计划有重要作用。Augustine 等^[18]证实岛叶和额叶、顶叶、颞叶、扣带回、基底核以及边缘区都有联系。神经

* 审校: 王忠诚 (首都医科大学北京市神经外科研究所, 北京, 100050)

1 首都医科大学北京市神经外科研究所, 北京市崇文区天坛西里 6 号, 100050

作者简介: 张忠, 男, 主治医师, 博士

收稿日期: 2005-09-22

功能影像研究也证实优势半球岛叶参与言语任务^[9]。

1.4 侧裂周围语言区

目前公认的语言区大多数位于左侧半球外侧裂周围^[20]。主要包括两个感觉性语言区, 两个执行性语言区。两个感觉区密切相关, 一个司管口语理解, 位于颞区后部-后上部和 Heschl 回。第二个区司管书面语言的理解, 位于视觉感觉区前方顶下小叶的角回。位于听觉和视觉语言中心之间的缘上回和刚好位于视觉联系皮质前方的颞下区, 可能也是中心语言区一部分。主要的执行区位于额下回后部(44 和 45 区), 指的是 Broca 区, 与说话的运动方面有关。第四语言区, 所谓额中回后部的 Exner 书写区, 与书写表达视觉感知字词功能有关。

1.5 语言系统的皮质联系

深入研究语言功能皮质区之间的联系有助于更好地理解人类的语言机制。语言的神经环路相当复杂包括额、颞、顶叶和它们的内在联系, 对这些环路的理解有助于我们理解语言产生的皮质及皮质下机制。尽管皮质电刺激和无创神经影像研究扩大了侧裂周围语言区以外的语言功能区(例如颞底部), 但是人类语言系统内皮质之间的联系并没有超出 Meynert 在 18 世纪 70 年代经典概念——Wernicke 和 Broca 区由位于深部的白质纤维束联系。Catani 等^[21]应用弥散张量 MR 成像证实 Wernicke 和 Broca 区通过弓状束直接联系。Duffau 等^[22]应用术中电刺激证实 Broca 区和缘上回之间存在联络通路。

2 大脑皮质下结构

皮质下结构很复杂, 既有皮质下核团, 又有大量半球内(皮质间、皮质与皮质下间)和半球间(胼胝体)的联系纤维。已报道的资料表明皮质下结构参与语言活动, 因此皮质下结构的病变必然会产生语言障碍。

2.1 基底神经节

基底神经节主要由位于皮质下的壳核、尾状核、苍白球等神经核团组成, 不只是一种纯运动结构, 而且接受感觉和大脑皮质边缘区的传入, 是一个高级整合机构^[23]。1982 年 Damasio 首先将基底神经节与失语联系在一起, 进一步研究发现基底神经节损害可导致语言功能障碍, 称之为基底节失语。在皮质-纹状体-苍白球-背侧丘脑-皮质的环路中, 基底神经节与额叶保持着密切的联系; 尾状核、壳核发出纤维到苍白球, 后者又发出纤维到背侧丘脑的腹前核与腹外侧核, 最后经内囊达大脑皮质运动 4 区、6 区。病变损害该环路中的任何环节均可导致失语, 其主要表现为自发性言语受限, 且音量小, 语调低。病灶靠前累及额叶白质多出现非流利性失语, 病灶靠后累及额叶白质多出现流利性失语。目前有作者^[24]提出基底神经节可以作为继 Broca、Wernicke 区之后的“第三语言区”。

2.2 背侧丘脑

依据临床观察、手术和电刺激结果, 目前认为背侧丘脑腹外侧核、腹前核、丘脑枕与语言有关。腹外侧核与腹前核与运动区、辅助运动区及 Broca 区有丰富的双向联系。丘脑枕和额叶及大脑后部皮质间有密切联系。丘脑性失语多表现为音

量小、语调低、表情淡漠、不主动讲话、找词困难, 听理解及阅读理解轻度障碍, 复述可正常, 命名轻度障碍。

2.3 胼胝体

胼胝体位于大脑纵裂底, 包括嘴、膝、干、压四部分, 由联合左、右半球新皮质的纤维构成。Mingazzini 认为胼胝体前 1/3 的纤维连接运动性语言中枢, 后 1/3 的一部分纤维联系着一侧感觉性语言区, 另一部分纤维联系着一侧感觉性语言区及对侧的运动性语言区。

2.4 胼胝体下束(subcallosal fasciculus, ScF)

ScF 是围绕侧脑室额角外侧的一个白质纤维区, 包含从扣带回和辅助运动区到尾状核的纤维通路。Yakovlev 等进一步将 ScF 分为 2 部分: ①内侧部含有来自扣带回的皮质纹状体纤维, ②外侧部含有额枕束上方的皮质-皮质纤维。Freedman 等^[25]认为 ScF 病变中断了辅助运动区和侧裂周围语言区之间的联系, 产生经皮质运动性失语。Duffau 等^[26]在中央前区胶质瘤手术中, 分别刺激证实 ScF 内侧壁、外侧壁诱发命名不能同时自发性言语减少, 指出 ScF 是一个重要的言语结构, 术中必须保留。

2.5 侧脑室旁白质(periventricular white matter, PVWM)

PVWM 是位于口部运动与感觉皮质区下部深方的白质纤维, 此区病变主要产生言语启动困难和扩展困难。Naeser 等^[27]详细描述了 PVWM 的 CT 表现。他们报道该区病变中断自发性言语的运动执行以及感觉反馈所必须的通路。Duffau 等^[28]术中刺激 PVWM 诱发言语障碍, 支持 Naeser 的结果。优势半球面部感觉和运动皮质区皮质下白质通路在术中直接刺激被证实后, 作为重要的语言结构必须保留。

2.6 弓状束(arcuate fasciculus, AF)

AF 纤维经过岛叶周围的外囊, 连接 Wernicke 和 Broca 区。该部位损伤易产生传导性失语, 主要临床特点口语为流利型, 听理解相对保留, 复述不成比例。术中皮质下电刺激 AF 的不同部分可诱发短暂的语言抑制, 特别是命名不能^[29]。

3 小脑

Leiner 等^[30]研究发现小脑齿状核投射纤维到 Brodmann 4 区、6 区、8 区及 Broca 区, 参与运动、语言(找词和表达词)和认知功能。来自儿童孤独症(autism)研究发现小脑可能在较高水平上参与功能, 这些儿童常存在小脑蚓部后部体积减小, 语言发育有缺陷, 言语特征为模仿语言, 隐喻性语言以及代名词颠倒。语言 fMRI 研究发现小脑参与语言, 尤其是右小脑半球更有优势, 可能是由于与左大脑半球有交互联系有关。

4 语言功能的可塑性

语言功能区内缓慢进展的病变如低级胶质瘤常常没有功能缺失, 脑损伤后一段时间内语言功能会有不同程度的恢复, 这些都与语言功能的可塑性有关。Thiel 等^[31]应用 PET 研究右利手左大脑半球脑瘤患者和正常对照组的语言区。结果发现对照组中没有出现右半球额叶外侧区激活, 而患者组 64% 显示右侧额叶激活, 其中 38% 位于额下回盖部。作者用半球间机制解释这种非优势半球的额叶外侧区激活。Duffau

等^[30]应用术中电刺激发现当肿瘤侵犯 Brodmann 44 和 45 区时,通过募集其毗邻区如中央前皮质、额中回和额下回其他区域进行功能代偿,支持语言可塑性的半球内机制。Signorelli 等^[31]比较手术前后 fMRI 的结果发现:与术前相比术后同一语言激活区的数目和大小都增加了。他们认为语言功能重塑机制在于以下两方面:术后肿瘤切除区周围语言区的再激活或去抑制;与初级语言区功能相关的联系区内神经元活性的增加。目前语言可塑性机制尚不清楚,但对其研究有助于解释一些临床现象,为语言功能的康复提供了理论依据,也可用于制定手术方案。

5 小结

语言是一种复杂的高级神经心理活动,需要全脑参与,其中包括皮质下结构。随着无创性功能神经影像技术及电生理监测技术等进展,经典的语言模式需要改进和扩展。语言的皮质、皮质下功能解剖和可塑性的研究有助于我们理解复杂的语言神经环路,为语言功能的康复提供了理论依据,并最终改善语言功能区胶质瘤的手术策略。

参考文献

- [1] Ojemann JG, Lettich E, Berger M, et al. Cortical language localization in left dominant hemisphere. An electrical stimulation mapping investigation in 117 patients [J]. J Neurosurg, 1989, 71: 316—326.
- [2] Binder JR, Frost JA, Hammeke TA, et al. Human brain language areas identified by functional magnetic resonance imaging [J]. The Journal of Neuroscience, 1997, 17: 353—362.
- [3] Lim SH, Dinner DS, Pillay PK, et al. Functional anatomy of the human supplementary sensorimotor area: Results of extraoperative electrical stimulation [J]. Electroencephalogr Clin Neurophysiol, 1994, 91: 179—193.
- [4] Tanji J. The supplementary motor area in the cerebral cortex [J]. Neurosci Res, 1994, 19: 251—268.
- [5] Fontaine D, Capelle L, Duffau H. Somatotopy of the supplementary motor area: evidence from correlation of the extent of surgical resection with the clinical patterns of deficit [J]. Neurosurgery, 2002, 50: 297—305.
- [6] Laplane D, Talairach J, Meininger V, et al. Clinical consequences of corticectomies involving the supplementary motor area in man [J]. J Neurol Sci, 1977, 34: 301—314.
- [7] Peraud A, Meschede M, Eisner W, et al. Surgical resection of grade II astrocytomas in the superior frontal gyrus [J]. Neurosurgery, 2002, 50: 966—977.
- [8] Fulton JF. A note on the definition of the “motor” and “premotor” areas [J]. Brain, 1935, 58: 311—316.
- [9] Freund HJ. Functional organization of human supplementary motor area and dorsolateral premotor cortex [J]. Adv Neurol, 1996, 70: 263—269.
- [10] Duffau H, Capelle L, Denvil D, et al. The role of dominant premotor cortex in language: a study using intraoperative functional mapping in awake patients [J]. Neuroimage, 2003, 20: 1903—1914.
- [11] Wise RSJ, Greene J, Buchel C, et al. Brain regions involved in articulation [J]. Lancet, 1999, 353: 1057—1061.
- [12] Chao LL, Martin A. Representation of manipulable man-made objects in the dorsal stream [J]. Neuroimage, 2000, 12: 478—484.
- [13] Luders H, Lesser RP, Hahn J, et al. Basal temporal language area demonstrated by electrical stimulation [J]. Neurology, 1986, 36: 505—510.
- [14] Krauss G, Fisher R, Plate C, et al. Cognitive effects of resecting basal temporal language areas [J]. Epilepsia, 1996, 37: 476—483.
- [15] Miyamoto S, Kataoka H, Ikeda A, et al. A combined subtemporal and transventricular/transchoroidal fissure approach to medial temporal lesions [J]. Neurosurgery, 2004, 54: 1162—1169.
- [16] Dronkers NF. A new brain region for coordinating speech articulation [J]. Nature, 1996, 384: 159—161.
- [17] Duffau H, Capelle L, Lopes M, et al. The insular lobe: physico-pathological and surgical considerations [J]. Neurosurgery, 2000, 47: 801—811.
- [18] Augustine JR. Circuitry and function aspects of the insular lobe in primates including humans [J]. Brain Res Brain Res Rev, 1996, 22: 229—244.
- [19] Zelkowitz BJ, Herbster AN, Nebes RD, et al. An examination of regional cerebral blood flow during object naming tasks [J]. J Int Neuropsychol Soc, 1998, 4: 160—166.
- [20] Victor M, Ropper AH. Adams and Victor's principles of Neurology: disorders of speech and language [M]. 7th ed. Beijing: Science Press, 2001. 499—535.
- [21] Catani M, Howard RJ, Pajevic S, et al. Virtual in vivo interactive dissection of white matter fasciculi in the human brain [J]. Neuroimage, 2002, 17: 77—94.
- [22] Duffau H, Gatignol P, Denvil D, et al. The articulatory loop: study of the subcortical connectivity by electrostimulation [J]. Neuroreport, 2003, 14: 2005—2008.
- [23] Alexander MP, Naeser MA, Palumbo CL, et al. Correlation of subcortical CT lesion sites and aphasia profiles [J]. Brain, 1987, 110: 961—991.
- [24] Martin Loeches M, Hinojosa JA, Gomez Jarabo G, et al. An early electrophysiological sign of semantic processing in basal extrastriate areas [J]. Psychophysiology, 2001, 38(1): 114—124.
- [25] Freedman M, Alexander MP, Naeser MA. Anatomic basis of transcortical motor aphasia [J]. Neurology, 1984, 34: 409—417.
- [26] Duffau H, Capelle L, Sichez N, et al. Intraoperative mapping of the subcortical language pathways using direct stimulations. An anatomic-functional study [J]. Brain, 2002, 125: 199—214.
- [27] Naeser MA, Palumbo CL, Heme-Estabrooks N, et al. Severe nonfluency in aphasia. Role of the medial subcallosal fasciculus and other white matter pathways in recovery of spontaneous speech [J]. Brain, 1989, 112: 1—38.
- [28] Leiner HC, Leiner AL, Dow RS. Cognitive and language function of the human cerebellum [J]. Trends Neurosci, 1993, 16: 444—447.
- [29] Thiel A, Herholz K, Koyuncu A, et al. Plasticity of language networks in patients with brain tumors: A positron emission tomography activation study [J]. Ann Neurol, 2001, 50: 620—629.
- [30] Duffau H, Capelle L, Denvil D, et al. Functional recovery after surgical resection of low grade gliomas in eloquent brain: hypothesis of brain compensation [J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2003, 74: 901—907.
- [31] Signorelli F, Guyotat J, Schneider F, et al. Technical refinements for validating functional MRI-based neuronavigation data by electrical stimulation during cortical language mapping [J]. Minim Invasive Neurosurg, 2003, 46: 265—268.