

# 帕金森病患者动作语言选择性受损研究进展

周倩<sup>1</sup> 廖小根<sup>1,2</sup> 姜孟<sup>1,3</sup>

## 1 帕金森病患者动作语言障碍成因解释

近十年来,国际上围绕帕金森病(Parkinson's disease, PD)患者语言障碍开展了大量研究,其中PD患者动作语言加工能力受损引起了临床医学和语言学界的广泛关注。动作语言主要是指与动作概念有关的词汇,主要指动作动词。动作语言选择性受损是指个体产出和理解动作动词的能力受损但其他词类的相应能力保留的语言病理现象。越来越多的研究发现,PD患者在动作动词词汇决策、理解、产出、流利度、语义判断、命名任务中表现较差,而名词相关任务表现则相对正常<sup>[1-7]</sup>。PD患者表现出的动作语言选择性受损的可能机制是什么?学界仍无统一说法。主流解释包括动作内容的语义概念受损、执行功能损害、语言记忆衰退等<sup>[8-10]</sup>。通过对近十年相关文献的梳理发现,PD患者动作动词加工能力选择性受损的原因可分为两大类:语言特异性受损(language-specific)和非语言认知功能受损。在论述其解释机制之前,须厘清的问题是:PD患者动作语言障碍的原因是仅限于语言学层面,还是延伸到了非语言学层面<sup>[11]</sup>?如果是前者,PD患者的动作动词加工障碍与一般认知损害无关,是由动作语言语义特殊性所致。如果是后者,则和一般的认知损害有关,认知受损致使动作语言障碍。

### 1.1 语言特异性受损与具身认知

“语言特异性受损”观认为,PD患者动作语言受损仅限于语言学层面,主张PD患者动作语言受损是由于PD患者运动系统损伤致使隐含动作内容的动作动词丧失了神经基础。动作内容的语义概念衰退假说为该类说法的典型代表。该假说认为,概念表征与感知觉运动系统共享神经基础,PD患者的运动系统受损抑制了动作动词的概念表征<sup>[12]</sup>。该假说以具身认知(embodied cognition)为理论支撑。具身认知的理论核心强调身体在认知过程中的扮演的重要角色,而这些经验来自于人类具有感知运动功能的身体。换言之,身体的形态结构、感知觉运动系统以及表征身体的神经系统均会影响人们的认知加工<sup>[13]</sup>。在具身认知思潮的影响下,体验语言观逐渐兴起。体验语言观认为,语言加工根植于个体与外界环境互动产生的感知觉运动经验。在语言加工的过程中,读者会通过构建心理模拟来表征感知

觉运动内容,模拟通过感知觉运动系统的激活完成<sup>[14]</sup>。简言之,具身认知理论强调了语言加工对身体物理属性及感觉运动系统的依赖性。近年来,语言理解具身观获得了行为研究、神经生理研究、神经影像研究的多重证据。例如:Péran等<sup>[15]</sup>采用fMRI技术发现,同物体命名任务相比,动作动词产出时左前额皮质和左内侧楔前叶激活程度更高;在动作想象任务中,前额叶和枕区连接处双边的激活程度更高。帕金森病作为一种常见的运动疾病,其参与运动控制的大脑系统可能为神经衰退导致的脑损伤所破坏<sup>[16]</sup>。正因如此,具身认知理论对帕金森患者的语言损伤具有较强的阐释力。从现有的相关研究来看,支持PD患者语言障碍属于语言特异性受损的证据主要来自三方面:①动作动词的接地基础受损;②动作语义表征受损;③动作-句子相符效应减弱。

**1.1.1 动作动词的接地基础丧失:**相比于其他词类,动作动词隐含丰富的动作语义内容,比如:时间持续性、动态性,和躯体特异性等。由于动作动词隐含特殊的语义内容,因此动作动词被认为是验证具身认知假设最理想的实验材料。具身认知理论认为,感知运动系统参与动作动词表征,感知觉运动系统为语言习得提供了神经概念结构,是语言习得的神经基础,因此动作语言理解根植于运动系统<sup>[17]</sup>。简言之,动作动词表征和对应动作的计划和执行共享神经基础。临床研究表明,PD患者存在基底神经节萎缩、运动系统及其功能连接受损等问题,使其动作动词的概念表征丧失了神经基础。Boulenger等<sup>[18]</sup>的研究发现,PD患者名词、动词的语义启动效应呈分离现象。对于不可抓握的具体名词的启动效应不受服用左旋多巴的影响,但动作动词的启动效应却受左旋多巴服用情况的影响。另外,他们发现,左旋多巴停药阶段,PD患者动作动词加工无启动效应,服药后,启动效应出现。这说明,动作语言表征对运动系统有很强的依赖性。Letter等<sup>[19]</sup>利用ERP技术发现,左旋多巴服用情况影响PD患者动作动词的理解水平,且这种影响存在偏侧化。Herrera等<sup>[6]</sup>在动作动词流利度任务中发现,无论有无服药,PD患者产出的动词与控制组存在质和量的差异,其产出的动词隐含的动作语义内容丰富度低于健康对照组。但是,PD患者在服用左旋多巴后,动作动词的产出数量增多。以上研究通过对比

DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2020.12.029

1 四川外国语大学语言脑科学研究中心,重庆,400031; 2 南京师范大学; 3 通讯作者  
第一作者简介:周倩,女,硕士研究生; 收稿日期:2018-09-26

PD患者停药阶段与服药阶段的动作动词加工能力发现,PD患者服药后动作动词加工障碍得到改善,这证实了动作动词概念表征对运动系统的依赖性。

**1.1.2 动作语义表征受损:**Bocanegra等<sup>[11]</sup>认为影响动作动词表征的是词汇语义范畴精细化差异(fine-grained intracategorical semantic distinctions),而非语法差异。因此,动作动词隐含的力动态性影响PD患者动词加工的表现水平。Péran等<sup>[20]</sup>的研究发现,动作动词隐含方向影响PD患者的动作动词产出水平。Herrera等<sup>[21]</sup>发现,PD患者在动词命名任务中的表现水平与动词隐含的动作语义内容丰富度呈负相关。Bocanegra等<sup>[10]</sup>的研究发现,在隐含丰富动作内容的动词命名任务中,PD患者的表现显著差于对照组。Roberts等<sup>[22]</sup>通过动词判断任务发现,PD患者动作概念的语义加工表现异常,有上肢运动障碍的PD患者理解上肢动词所需时间长于理解下肢动词的时间,效应器损伤造成对应通道的动词加工受损。Speed等<sup>[23]</sup>的研究发现,PD患者在语义判断任务中,判断慢速动作动词表现正常,而判断快速动作动词表现较差。Kaq Cousins等<sup>[24]</sup>的研究发现,动作具体度越高,PD患者产出该动词的表现就越差。Rusz等<sup>[25]</sup>发现,PD患者的言语障碍至少部分类似于肢体运动障碍的病理过程。以上研究发现,动作动词隐含的力动态性(dynamic force)越强(如,动作速度快,动作内容多,动作特异性强),PD患者加工此类动词的障碍表现越明显,与PD患者的动作执行功能受损情况拟合。

**1.1.3 动作-句子相符效应减弱:**PD患者的“动作-句子相符效应”(action-sentence compatibility effect, ACE)减弱。“动作-句子相符效应”是指整合动作语言加工和身体运动的能力,概念感知会使个体更倾向表现与概念内容一致的行为<sup>[16]</sup>。按照具身认知的假设,动作概念表征激活运动系统,并引发对该动作的自动模拟<sup>[26]</sup>。而PD患者的皮质-纹状体-背侧丘脑-皮质环路受损使其失去了完整的运动模拟的“接地”基础,因此“动作-句子相符效应”减弱<sup>[27]</sup>。Melloni等<sup>[28]</sup>和Cardona等<sup>[29]</sup>的研究证明了PD患者的“动作-句子相符效应”表现不如健康对照组。Garcia AM等<sup>[9]</sup>认为ACE敏感性高,PD患者动作-句子相符效应减弱发生在PD病状的早期阶段,可用于PD患者临床诊断的生物标记(biomarker)。

综上所述,PD患者的动作语言障碍与其运动系统受损有关。运动系统受损使运动概念表征丧失了神经基础。动词隐含的动作内容丰富度与运动系统的依赖度存在正相关。因此,PD患者在加工隐含高丰富度动作内容的动词时,动词加工受损现象尤为突显。此外,PD的“动作-句子相符效应”也因运动系统的受损而遭到破坏。

## 1.2 非语言认知功能受损

基底神经节参与执行功能、工作记忆及一般认知功能。

基于此,有人认为PD患者动作语言障碍与其认知障碍有关,PD患者的动作动词障碍是由非语言认知功能受损所致。

**1.2.1 一般认知功能缺陷:**PD患者的认知水平大致经历“正常认知—轻度认知障碍—失智”三个阶段的变化。国外研究者证实了PD患者的动作语言障碍受认知损害的影响。Salmazo-Silva等<sup>[30]</sup>考察了PD患者动作语言障碍在不同任务条件下的表现,任务分为词语流利度测试、词语命名、语义联想三类,不同类型任务对被试认知能力的要求不同。他们发现,PD患者在动词命名任务中表现差于对照组,但在动词流利度测试中表现正常。然而,在语义联想测试中,PD患者名词和动词联想表现均不如对照组,但动词的联想表现更差。在以上任务中,患者的认知水平越高,其任务表现越好。

**1.2.2 执行功能障碍:**近年来,基底节在执行控制中的作用日渐得到重视。基于此,有学者认为,基底节受损造成的执行功能障碍导致了PD患者的动作语言障碍。他们主张,印欧语系中,动词产出过程中可供选择的形态数量比名词多,执行功能障碍致使PD患者抑制其他竞争形态的能力减弱,因此PD患者表现出动作语言障碍。Colman等<sup>[8]</sup>发现,PD患者基底神经节和额叶皮质之间的功能连接受损,执行功能异常,PD患者动作动词加工能力选择性受损。Pooja等<sup>[31]</sup>的研究发现,PD患者皮质—纹状体—皮质回路渐进性退化会干扰其执行功能,进而导致患者的语言产出、语言理解和语法判断缺陷。Silveri等<sup>[32]</sup>的研究调查了可供选择形态数目对PD患者单个字词产出的影响。研究发现,PD患者言语产出表现受产出言语可供选择形态数目多少的影响更大,当选择性增多时,产出准确率下降。另外,Fine等<sup>[33]</sup>利用男孩姓名流利度测试发现,PD患者专有名词产出受损程度与执行功能受损程度呈正相关。Bocanegra等<sup>[11]</sup>发现,执行功能任务成绩可以预测PD患者的句法和语义障碍的严重程度。Sonia等<sup>[34]</sup>的研究也支持帕金森患者动作语言障碍是其执行缺陷综合征(dysexecutive syndrome)所致。

**1.2.3 工作记忆衰退:**PD患者基底节受损导致工作记忆受损,而身体部位动词加工和实际动作执行的工作记忆共享大脑运动皮质的加工资源,手、足动词加工障碍是由工作记忆衰退所致<sup>[35]</sup>。Monetta & Pell<sup>[36]</sup>发现,语言工作记忆广度测试中成绩较低的PD患者在隐喻理解任务中表现较差。他们认为,某些“复杂”的语言处理(比如,隐喻解释、动作动词加工)高度依赖和工作记忆有关的额颞叶纹状体系统。Cotelli等<sup>[37]</sup>认为,图片命名中动作图片视觉的复杂性可能影响了PD患者的任务表现。他们推测,PD患者大脑前额区受损导致工作记忆衰退,从而导致动词命名任务中的表现差于名词命名。

## 1.3 言语和非言语受损共同受损

语言特异性受损和非言语一般认知能力受损都只能部

分解释PD患者的动作语言障碍。具身认知视角下的语言特异性受损假设无法解释PD患者运动损伤程度和动作动词命名表现之间并无明显联系的现象<sup>[21]</sup>。同时,也无法解释专有名词加工能力也受损的现象。然而非言语一般认知能力受损假设无法解释动作动词受损比抽象动词更严重的现象,因为抽象动词加工的认知负荷更大。也无法解释无认知障碍的PD患者,动作动词产出和动作语义出现受损情况<sup>[38]</sup>。而且,对于PD患者动作-句子相符效应损坏现象也无法做出合理的解释<sup>[39]</sup>。这说明,单视角的研究方法并不适用于PD患者动作语言障碍的研究,单纯地认为是一种语言选择性受损或是非言语一般认知能力受损均不可行,应采用综合的视角,不应有所偏废。但是,现有的研究大多采用单视角的研究方法,因此并不能对帕金森患者动作语言障碍成因作出一个万全的解释。Salmazo-Silva<sup>[30]</sup>的研究发现,PD患者的动作语言流畅性表现与病情严重程度显著相关,而物体名词语义关联缺陷和名词语言流畅性评分与一般认知功能测量得分相关。这说明,PD患者的语言障碍和其运动受损和一般认知概念缺陷均相关。

## 2 问题及展望

通过相关文献的梳理发现,PD患者的动作语言障碍存在时间进程上的不同。运动语言障碍出现在帕金森病的早期阶段,呈现出加工动作动词能力受损,且出现在一般认知能力缺陷显现之前。伴随着基底节的持续萎缩,PD患者病情恶化,出现认知障碍,致使动作语言障碍逐渐蔓延至高级语言加工(如句法、专有名词、物体语义)。因此,PD患者动作语言障碍的成因探究必须考虑其时间进程上的动态变化。以往研究未能对其作出统一解释,主要原因如下:

首先,研究对象单一。PD患者基底节受损,临床症状复杂且具有时间动态性。以往的研究大多只关注非失智PD患者的语言障碍<sup>[40-42]</sup>,而很少对PD患者的认知水平进行进一步划分。实验多限于正常认知和轻微认知损害PD患者的对比,缺少三个阶段或者更多阶段的纵向对比。目前,仅有Signorini和Volpato<sup>[43]</sup>的研究追踪了PD患者的认知下降过程,以及伴随的语言能力变化。认知水平划分不精细甚至直接忽视认知水平的差异,影响了PD患者动作语言障碍的研究信度,导致非言语认知障碍假说和语言特异性受损假说并存的现象。甚至,非言语一般认知能力受损假说内部给出的解释也未能统一。比如:PD患者的动作语言障碍是由一般认知水平下降引起,还是由高阶认知障碍引起?同时,缺少与其他认知障碍患者、运动障碍患者的横向对比研究。此外,以往研究通常只针对某一类型的帕金森病群体,几乎不涉及纵向个案研究。研究对象的单一,使以往研究陷入了“一叶障目,不见泰山”的误区。

其次,实验任务的认知难度不统一。以往研究多采用词汇决策、理解、产出、流利度、语义判断、图片命名任务。然而,各任务对PD患者的认知要求并不相同。图片命名对认知水平的要求较高,被试需从语义网络中提取有效的语义。动作动词决策任务、语义判断、流利度测试虽同样激活了语义网络,但语义提取相对较易。实验任务认知难度不一,使得研究结果之间不具可比性,造成实验结果混乱,说服力弱。因此,在研究PD患者动作语言障碍时,应尽量控制无关变量,尤其是控制任务的认知难度。

最后,代偿策略(alternative pathways)的忽视。目前,对PD患者语言障碍的代偿策略研究较为罕见,仅有Abrevaya等<sup>[44]</sup>和Humphries等<sup>[38]</sup>的研究。然而,PD动作语言障碍并不是一个全或无的问题,而是一个程度性问题。人类对环境有很强的适应性,当某一途径损坏或受阻时,会自动寻求其他代偿途径。另外,大脑可塑性强,某区域受损时,其他脑区将代偿损坏区域功能。Bak等<sup>[45]</sup>发现,动作动词加工方式灵活,对语境依赖性强。Humphries等<sup>[38]</sup>发现,PD患者从第一人称视角想象和模拟动作的能力受损,他们将更多依赖第三人称视角和视觉信息进行动作表征,运用视觉想象而不是运动想象表征动作概念。Abrevaya等<sup>[44]</sup>认为,当感知觉运动系统损坏时,非常态语义加工替代机制将参与动作动词的加工。基底节体积和动作动词加工对非运动环路的依赖程度呈负相关。基底核萎缩程度越严重,患者对非运动环路表征动作概念的依赖性越强。PD患者动作语言加工方式灵活,且存在代偿路径,这为PD患者的临床治疗提供了新的思路和启示。

## 3 小结

帕金森病是以运动障碍为显著特征的神经退行性疾病,研究其动作语言障碍有利于验证或修补现有的具身认知框架。更为重要的是,可为临床上PD患者的语言康复带来启示意义。目前,关于PD患者动作动词表征能力选择性受损的成因解释可分为语言能力特异性受损和非言语一般认知能力受损两大类,但学界对此尚未达成共识。基于以往研究的不足,未来研究应实现研究人群多样化,纵向个案研究和横向对比研究并行;精细化PD患者认知障碍的评定等级;实现控制的严谨化、实验设计的科学化,进一步增强不同研究的可对比性;加大对代偿策略的研究力度。

## 参考文献

- [1] Ignacio O, Enrique C, Luisa BM, et al. Semantic and phonemic verbal fluency in Parkinson's disease: influence of clinical and demographic variables[J]. Behavioural Neurology, 2012, 25(2):111-118.
- [2] Auclairouellet N, Lieberman P, Monchi O. Contribution of

- language studies to the understanding of cognitive impairment and its progression over time in Parkinson's disease[J]. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2017, 80:657—672.
- [3] Rodríguez-Ferreiro J, Menéndez M, Ribacoba R, et al. Action naming is impaired in Parkinson disease patients[J]. *Neuropsychologia*, 2009, 47(14):3271—3274.
- [4] Kemmerer D, Miller L, Macpherson MK, et al. An investigation of semantic similarity judgments about action and non-action verbs in Parkinson's disease: implications for the Embodied Cognition Framework[J]. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2013, 7:146.
- [5] Fernandino L, Conant LL, Binder JR, et al. Where is the action? Action sentence processing in Parkinson's disease[J]. *Neuropsychologia*, 2013, 51(8):1510—1517.
- [6] Herrera E, Bermúdez-Margaretto B, Ribacoba R, et al. The motor-semantic meanings of verbs generated by Parkinson's disease patients on/off dopamine medication in a verbal fluency task[J]. *Journal of Neurolinguistics*, 2015, 36:72—78.
- [7] Crescentini C, Mondolo FE, Shallice T. Supervisory and routine processes in noun and verb generation in nondemented patients with Parkinson's disease[J]. *Neuropsychologia*, 2008, 46(2):434—447.
- [8] Colman KS, Koerts J, Van BM, et al. The impact of executive functions on verb production in patients with Parkinson's disease[J]. *Cortex*, 2009, 45(8):930—942.
- [9] García AM, Ibáñez A. Words in motion: motor-language coupling in Parkinson's disease[J]. *Translational Neuroscience*, 2014, 5(2):152—159.
- [10] Bocanegra Y, García AM, Lopera F, et al. Unspeakable motion: selective action-verb impairments in Parkinson's disease patients without mild cognitive impairment[J]. *Brain & Language*, 2017, 168:37—46.
- [11] Bocanegra Y, García AM, Pineda D, et al. Syntax, action verbs, action semantics, and object semantics in Parkinson's disease: Dissociability, progression, and executive influences [J]. *Cortex*, 2015, 69:237—254.
- [12] 殷融,曲方炳,叶浩生. 具身概念表征的研究及理论述评[J]. *心理科学进展*,2012,20(9):1372—1381.
- [13] Glenberg AM. Embodiment as a unifying perspective for psychology[J]. *Wiley Interdisciplinary Reviews. Cognitive Science*, 2010, 1(4):1586—1596.
- [14] Barsalou LW. Grounded cognition[J]. *Annual Review of Psychology*, 2008, 59(1):617—645.
- [15] Péran P, Nemmi F, Mélite D, et al. Effect of levodopa on both verbal and motor representations of action in Parkinson's disease: A fMRI study[J]. *Brain & Language*, 2013, 125(3):324—329.
- [16] Birba A, Garcíaordero I, Kozono G, et al. Losing ground: Frontostriatal atrophy disrupts language embodiment in Parkinson's and Huntington's disease[J]. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2017, 80:673—687.
- [17] Gallese V, Cuccio V. The neural exploitation hypothesis and its implications for an embodied approach to language and cognition: Insights from the study of action verbs processing and motor disorders in Parkinson's disease[J]. *Cortex*, 2018, 100:215.
- [18] Boulenger V, Mechtouff L, Thobois S, et al. Word processing in Parkinson's disease is impaired for action verbs but not for concrete nouns[J]. *Neuropsychologia*, 2008, 46(2): 743—756.
- [19] Letter MD, Borsel JV, Santens P. An electrophysiological investigation of the effects of levodopa on semantic comprehension of action words in Parkinson's Disease[J]. *Journal of Neurolinguistics*, 2012, 25(2):95—103.
- [20] Péran P, Cardebat D, Cherubini A, et al. Object naming and action-verb generation in Parkinson's disease: a fMRI study[J]. *Cortex*, 2009, 45(8):960—971.
- [21] Herrera E, Rodríguez-Ferreiro J, Cuetos F. The effect of motion content in action naming by Parkinson's disease patients[J]. *Cortex*, 2012, 48(7):900—904.
- [22] Roberts A, Nguyen P, Orange JB, et al. Differential impairments of upper and lower limb movements influence action verb processing in Parkinson disease[J]. *Cortex*, 2017, 97:49—59.
- [23] Speed LJ, van Dam WO, Hirath P, et al. Impaired comprehension of speed verbs in Parkinson's disease[J]. *Journal of the International Neuropsychological Society*,2017,22(5):1—9.
- [24] Kaq C, Ash S, Grossman M. Production of verbs related to body movement in amyotrophic lateral sclerosis (ALS) and Parkinson's Disease (PD)[J]. *Cortex*,2017,100:127—139.
- [25] Rusz J, Tykalová T, Krupička R, et al. Comparative analysis of speech impairment and upper limb motor dysfunction in Parkinson's disease[J]. *Journal of Neural Transmission*, 2016, 124(4):1—8.
- [26] Willems RM, Toni I, Hagoort P, et al. Neural dissociations between action verb understanding and motor imagery[J]. *J Cogn Neurosci*, 2010, 22(10):2387—2400.
- [27] Klepp A, Niccolai V, Siekmeyer J, et al. Body-part specific interactions of action verb processing with motor behaviour[J]. *Behavioural Brain Research*, 2017, 328:149—158.
- [28] Melloni M, Sedeño L, Hesse E, et al. Cortical dynamics and subcortical signatures of motor-language coupling in Parkinson's disease[J]. *Scientific Reports*, 2015, 5:1—11.
- [29] Cardona JF, Kargieman L, Sinay V, et al. How embodied

- is action language? Neurological evidence from motor diseases[J]. *Cognition*, 2014, 131(2):311—322.
- [30] Salmazo-Silva H, Parente MA, Rocha MS, et al. Lexical-retrieval and semantic memory in Parkinson's disease: The question of noun and verb dissociation[J]. *Brain and Language*, 2017, 165:10—20.
- [31] Pooja V, Krupanidhi P, Shilpashri HN. Effect of Parkinson's disease on action verbs and tenses identification skill [J]. *Language in India*, 2015, 15(8):195—206.
- [32] Silveri MC, Traficante D, Lo Monaco MR, et al. Word selection processing in Parkinson's disease: When nouns are more difficult than verbs[J]. *Cortex*, 2017, 100:8—20.
- [33] Fine EM, Delis DC, Paul BM, et al. Reduced verbal fluency for proper names in nondemented patients with Parkinson's disease: a quantitative and qualitative analysis[J]. *Journal of Clinical & Experimental Neuropsychology*, 2011, 33(2):226—233.
- [34] Sonia DT, Francesca B, Monia C, et al. Selection processing in noun and verb production in left- and right-sided Parkinson's disease patients[J]. *Frontiers in Psychology*, 2018, 9:1241.
- [35] Shebani Z, Pulvermüller F. Moving the hands and feet specifically impairs working memory for arm- and leg-related action words[J]. *Cortex*, 2013, 49(1):222—231.
- [36] Monetta L, Pell MD. Effects of verbal working memory deficits on metaphor comprehension in patients with Parkinson's disease[J]. *Brain & Language*, 2007, 101(1):80—89.
- [37] Cotelli M, Borroni B, Manenti R, et al. Action and object naming in Parkinson's disease without dementia[J]. *European Journal of Neurology*, 2010, 14(6):632—637.
- [38] Humphries S, Holler J, Crawford T, et al. A third-person perspective on co-speech action gestures in Parkinson's disease[J]. *Cortex*, 2016, 78:44—54.
- [39] Cardona JF, Gershanik O, Gelormini-Lezama C, et al. Action-verb processing in Parkinson's disease: new pathways for motor-language coupling[J]. *Brain Structure & Function*, 2013, 218(6):1355—1373.
- [40] Buccino G, Volta RD, Arabia G, et al. Processing graspable object images and their nouns is impaired in Parkinson's disease patients[J]. *Cortex*, 2018, 100:32—39.
- [41] Silva HSD, Machado J, Cravo A, et al. Action/verb processing: debates in neuroimaging and the contribution of studies in patients with Parkinson's disease[J]. *Dementia E Neuropsychologia*, 2014, 8(8):3—13.
- [42] Ibáñez A, Cardona JF, Dos Santos YV, et al. Motor-language coupling: direct evidence from early Parkinson's disease and intracranial cortical recordings[J]. *Cortex*, 2013, 49(4):968—984.
- [43] Signorini M, Volpato C. Action fluency in Parkinson's disease: A follow-up study[J]. *Movement Disorders*, 2010, 21(4):467—472.
- [44] Abrevaya S, Sedeño L, Fitipaldi S, et al. The road less traveled: alternative pathways for action-verb processing in Parkinson's disease[J]. *Journal of Alzheimers Disease*, 2016, 55(4):1429—1435.
- [45] Bak TH. The neuroscience of action semantics in neurodegenerative brain diseases[J]. *Current Opinion in Neurology*, 2013, 26(6):671—677.