

## 言语与手部运动关系的研究回顾\*

朱明泉 张智君

(浙江大学心理与行为科学系, 杭州 310028)

**摘要** 言语与手部运动之间存在复杂的联系。该文总结了两类手部运动(伴随言语发生的手势运动和抓握运动)与言语之间关系的行为和脑科学研究成果。发现:(1)伴随言语产生的意义手势可促进言语加工,特别是词汇的提取过程;(2)观察手的抓握运动影响言语产生时唇的运动和声音成分;(3)对词语的知觉影响抓握运动的早期计划阶段;(4)言语产生可增加手运动皮层的兴奋性。作者由此认为,言语加工与手势间的联系不仅表现为神经通路的重叠和相互激活,而且可能在外显行为上也相互影响。

**关键词** 言语, 手势, 抓握运动, 镜神经团。

**分类号** B842

### 1 引言

言语发展的特征和神经生理学的证据都表明,言语与手部运动之间存在复杂关系<sup>[1-6]</sup>。一种观点认为,自然语言是从一组主要基于手部活动和手部姿势的更粗糙的语言动作中发展而来,并逐渐纳入语音要素而演变为如今的语言<sup>[1]</sup>。这种转化可追溯到Broca区的功能改变<sup>[2]</sup>,而人类特有的右利手也是这一发展过程的产物<sup>[3]</sup>。因此,尽管手势已经不是自然语言的必要要素,但手势与言语之间可能仍存在某种联系。脑成像研究证据也显示,Broca区与手运动区存在相互激活的现象<sup>[4]</sup>。脑损伤研究发现,运动神经元损伤的病人存在言语障碍<sup>[5]</sup>,同时显示出更多的动词加工障碍<sup>[6]</sup>。伴随运动神经元损伤的动词加工障碍可从另一侧面反映出言语与运动(也包括手势)之间可能存在着联系。

从猴脑与Broca区相对应区域所发现的镜神经团(mirror neurons)进一步开阔了这个领域的视野。镜神经团位于猴脑的F5区,是一组在位置上与人脑Broca区(44区)相对应的神经团,它们会在猴子做出某些特定的动作时放电。同时,观察和听到这

个动作发生均可诱发相同的反应<sup>[7,8]</sup>。这种放电反应可能是人类个体之间语言和手势交流的生理基础。人脑镜神经团的存在已被一系列颅磁刺激(TMS, Transcranial Magnetic Stimulation)和脑成像研究证实<sup>[9-11]</sup>。进一步说,位于Broca区的镜神经团存在一个“观察-执行匹配系统”,该系统除影响动作的理解和模仿外,还可能在言语的生成和模仿中起作用<sup>[12-15]</sup>。这些研究进一步为动作与言语产生之间的联系提供了证据。

在手部运动与言语之间关系的研究中,以往主要考察了两种类型的手部运动(伴随言语发生的手势运动和抓握运动)与言语的联系。鉴于不同类型的手势有着不同的神经通路<sup>[16]</sup>,这两种手部运动与言语的联系也不尽相同。

### 2 伴随言语产生的手势能促进言语的提取和产生

有观点认为,观察他人手势可引起镜神经团相应部位的放电,说明人具有模仿他人行为的倾向<sup>[8]</sup>。在进化初期,这为个体理解他人手势的意义并进行进一步交流提供了基础。双手在劳动中的作用使其在交流中的作用越来越小,之后神经网络的发展使个体间的交流逐渐加入了嘴部的运动,最后即发展为以言语为中心的交流。这就不难理解伴随言语发生的手势运动对言语交流存在促进作用。但是,对这种促进作用发生的原因存在两种观点:一种认为手势有利于听话者的理解<sup>[17]</sup>;另一种观点认为手势

收稿日期: 2006-01-28

\* 高等学校博士学科点专项科研基金(20050335093)和浙江大学语言和认知中心资助。

通讯作者: 张智君, E-mail: zjzhang@zju.edu.cn; 电话: 0571-88273337。

有利于说话者的言语产生<sup>[18,19]</sup>。

研究者一般将手势分为两类：一类是短而快的手势（*Batonic gesture*），动作比较简单，倾向于与重音节同时发生；另一类是概念手势（*Ideational gesture*），比较复杂，伴随具有特定内容的词的发生。手势研究者一般多关注后者。概念手势又可分为四类：图标手势（*Iconic gesture*）、指示手势（*Deictic gesture*）、象征手势（*Emblematic gesture*）和模糊手势（*Indefinite gesture*）。图标手势是一种反映言语中某个词或短语的语义的手势；指示手势是一种指向某一空间位置的手势；象征手势是一种具有特定文化意义的手势，可看作词的同义手势；模糊手势又称为“表意”或“隐喻”，包含有复杂形式的手部和肩部运动，但没有附属的或其它清晰的意义。

应用于该领域研究的一个典型范式是：给被试一个言语任务，如图片描述，允许（或不允许）其在言语过程中借用手势，考察这两种不同的条件对言语认知活动的影响。

Hadar等选择了3组不同言语功能障碍（语义障碍、音位障碍和概念障碍）的脑损伤病人（实验组），并设立了在年龄、性别、优势手和受教育程度上分别与各实验组相匹配的3个正常组（控制组），视频记录被试在描述复杂图片时的手势，分析物理属性及其相对于言语和概念内容发生的时间。结果发现，语义和音位障碍组产生了大量的概念手势，并且概念手势包含的各手势类别与控制组相似，而概念障碍组所产生的图标手势较少。由此推论概念手势可促进词语提取<sup>[20]</sup>。

Hostetter和Hopkins分别以卡通录像和文字描述的形式呈现同一段事件，视频记录被试随后描述先前呈现事件时的手势，比较两种情况下产生的概念手势的差异。结果在观看卡通录像条件下发现在描述内容时产生了更多的概念手势，并据此推论概念手势有利于词汇的提取<sup>[19]</sup>。

Matasu等使用日文的表意字，要求被试在允许（或禁止）手指书写运动条件下获得字的笔画数，同时通过fMRI比较皮层不同区域的激活水平的变化。结果发现，无论是通过听觉还是视觉呈现刺激，手指的书写运动都能减轻辨识表意字的神经负荷<sup>[21]</sup>。

以上研究均一致表明，伴随言语产生的意义手势可促进言语加工，且研究者一般将其归结为对词汇提取的促进。这可能是由于意义手势的表征采用

语义命题而不是视觉空间的表征形式，从而在一定程度上促进了语义加工和词汇提取<sup>[22]</sup>。也有研究者考察了自然环境下手势知觉和理解与言语知觉的关系，结果发现手势对言语存在多阶段的影响<sup>[23]</sup>。手势传达的高水平的视觉空间信息在早期可能对言语加工存在跨通道影响，即手势可生成一个视觉空间背景来影响之后对言语信息的加工，而只有表征意义完全不同的手势会影响语义加工的晚期阶段。同时有观点认为，言语产生和言语理解所涉及的某些认知加工过程是一致的，两者都包含了词义选择和词汇选择过程<sup>[24]</sup>。因此，手势的产生与理解分别对言语加工产生不同的影响。

也有研究者融合了手势促进言语交流的两种作用机制<sup>[25,26]</sup>。Goldin-Meadom等以学龄儿童为被试，通过双任务范式考察伴随言语发生的手势对所执行任务的影响。伴随言语发生的手势，与言语表达的内容有时一致，有时不一致。结果发现，当手势与言语不一致时，交流更有效<sup>[26]</sup>。作者通过一系列研究证实这种效应通过直接和间接的方式产生作用。当手势与言语不一致时，手势中传达的额外信息为听话人所知觉，然后做出相应的反馈，即通过手势间接地改变周围环境来影响交流。同时，由于手势加工利用的是空间位置信息，与言语加工占用的认知资源不同，因此在手势与言语内容不一致时，两者结合可以表征更多的信息。也就是说，在所要求加工的信息相等时，言语任务需要的认知资源更少，从而可将节省的资源用于当前的其它认知任务，这是手势对言语交流的直接影响。由此可以认为，手势通过促进听话者的理解和说话者的言语加工来促进言语交流。

另外，存在一类的特殊手势，即手语。手语通过特定的空间位置信息来表达特定的意义，因此有研究者希望通过手语来发现手势与言语之间的联系。尽管在形式上手语与一般手势无差异，但神经生理研究发现，手语所包含的神经系统更多地与言语类似，而不是与一般的手势类似<sup>[27-29]</sup>。因此，手语应更多地作为语言而不是手势来研究。

### 3 抓握运动与言语的关系

镜神经团的发现基于猴脑对抓握运动的反应。有研究者甚至由此认为，抓握运动是言语的起源<sup>[30]</sup>。有关手势运动的研究，一般先记录被试的手势，之后对其进行编码分析。这一研究方法决定其必定

是半定性的,无法进行精确的定量分析。但是,抓握运动研究却可以通过记录运动轨迹得到精确的运动指标。因此,除对手势的研究外,抓握运动因其在镜神经团发现中的作用及其可精确测量的特性而得到了研究者的重视,成为探索言语与手部运动关系问题的另一条重要途径。

### 3.1 抓握运动对言语产生的影响

有观点认为,抓握运动对人类言语体系的产生有重要作用<sup>[30]</sup>。在人类言语体系已成熟的今天,尽管手部运动已不再是言语体系的必要成分,但抓握运动可能仍对言语产生存在一定的影响。Gentilucci等进行了一系列研究来探讨两者可能的联系。

Gentilucci (2003)以唇的运动学和声谱特性为指标,考察了观察抓握物体对言语产生的影响。对不同物体进行抓握时,手的运动学指标存在差异。在排除了直接受物体大小和刺激运动速度影响的情景下,研究者发现观察不同抓握活动对言语产生的唇运动和声谱有显著的影响,即言语产生受所观察到的抓握运动的影响<sup>[31]</sup>。研究者认为其机制可能是,观察抓握运动激活了观察者与手和嘴相关的运动准备,而嘴的这种运动准备影响了音节发音。其他研究也显示,观察手和嘴的抓握可激活布洛卡区的脑活动<sup>[32]</sup>,这一结果支持上述解释。

Gentilucci等(2004)探讨了将不同大小的物体拿到嘴边的动作对发音的影响,记录唇和手的运动学指标以及发音的声谱指标,结果发现,将大物体拿到嘴边的条件下,声谱的F2成分显著高于小物体条件,而F3成分则显著低于小物体条件;唇的最大孔径以及达到最大孔径的速度在将大物体拿到嘴边的条件下显著高于小物体条件,在被试发出与言语无关的声音时无此差异。另外,观察他人执行该动作也可使F2成分出现类似的差异。即执行该动作和观察他人执行该动作均可激活嘴部肌肉的发音准备状态,从而影响言语产生<sup>[33]</sup>。

Gentilucci等(2004)还考察了观察不同类型上肢运动(两指抓握物体 vs. 两指抓住物体并拿到嘴边)和物体尺寸(大 vs. 小)对言语产生的影响。收集唇和手臂的运动学数据和声音数据作为指标。结果发现,物体尺寸对言语声音的响度、发音时唇的最大速度和最大孔径的主效应显著,无论观察何种上肢运动,三者在大物体情景下均高于小物体情景;上肢运动类型和物体尺寸对声音的F1成分和F2成分均存在交互作用,F1成分在观察拿到嘴边的动

作时大物体情景高于小物体情景,观察两指抓握动作时则无差异,而F2成分在观察两指抓握动作时大物体情景高于小物体情景,观察拿到嘴边的动作时无差异。即观察抓握不同尺寸的物体影响了唇的运动和声音响度,而不同运动类型分别影响声谱的F1和F2成分<sup>[34]</sup>。

上述研究提示抓握运动与言语产生存在联系。但是,意义手势研究中的言语产生一般是自发的言语生成过程,包含了从词义选择、词汇选择到音形编码以及最后的发音准备等认知过程<sup>[24]</sup>,而上述研究中所涉及到的言语产生是对简单音节的复述,忽略了自然语言中言语产生所必需的内部认知加工过程,并且言语产生研究中一般以反应时和正确率为指标<sup>[35-37]</sup>,仅以唇的运动学和声谱数据作为言语产生的指标显然不能代表言语产生的全部。手与唇在运动指标上的联系可能是同为效应器在运动程序上的某种联系,与言语产生无关。例如,Gentilucci等(2001)考察了手与唇之间的运动联系,结果发现手的抓握运动会影响嘴的开合运动,而嘴的抓握运动也影响手的开合运动<sup>[38]</sup>。这支持了上述观点,即手与嘴同为效应器存在运动程序上的联系,非言语产生的其他嘴部行为也可能与手的运动相联系。另外,由于实验设计和实验条件的限制,前述结果也不能否认抓握运动与言语产生之间存在相互影响的可能性。

### 3.2 言语知觉对抓握运动的影响

由于言语特有的意义属性可能与物体的物理属性相联系,对言语的知觉可能会自动将语义与物体某些属性联系起来,从而影响到抓握运动,即在一定条件下产生类似于 Stroop 效应的现象。有研究者考察了这种可能性。

Buccino等考察了与动作相关的声音是否会影响运动神经系统的活动,他们以与手部动作相关的句子、脚部动作相关的句子和抽象的句子作为刺激材料,要求被试在听到句子时以手或脚作出反应。结果发现,当用手反应时,听到与手动作相关的句子时反应时变短,而用脚反应时,听到与脚相关的句子时反应时变短<sup>[39]</sup>。由此可推论,加工以言语描述的动作,激活了运动系统中的相应部分。

Glover等(2002)以形容词为材料考察了语义对伸手抓握运动的影响,结果发现伸手抓握运动的初始阶段受到词义影响<sup>[40]</sup>。Glover等(2004)又以名词为材料进一步考察了词语知觉对抓握运动的

影响, 结果发现: 在面临知觉隐含特征为“大”的词语(如苹果)时, 在抓握运动早期计划阶段手的开合程度比知觉隐含特征为“小”的词语(如葡萄)时更大<sup>[41]</sup>。也有研究者发现, 伸手抓握运动的初始阶段受到词义的影响, 但基本上不影响知觉判断<sup>[42]</sup>。这说明出现了类似于Stroop效应的现象, 即被试自动将词义与物体相应的属性联系起来, 影响了抓握运动的计划。

Gentilucci (2000, 2003) 先后比较了形容词和副词、动词和形容词对伸手、抓握和移动过程的影响, 结果发现: 不同实验条件下词语知觉对抓握动作产生了不同影响; 实验所选词义的作用与抓握位置有关, 只有当抓握目标的位置不确定时, 词义才对抓握动作产生影响<sup>[42,43]</sup>。由此可以推论, 当物体的某一属性会影响抓握运动, 且所知觉的词语与物体该属性相关时, 词语才对抓握运动产生影响。

总体上说, 这些研究结果显示: (1) 在实物抓握过程中, 对词语的知觉会影响抓握运动的早期计划, 人们自动的将词义与物体对应的属性相联系;

(2) 物体的不同属性影响抓握运动的不同成分, 在这些属性不确定的情况下, 与这些属性相联系的词则会影响伸手抓握运动的相应成分。

除了行为研究外, 一些研究也利用脑成像技术对言语知觉与运动的关系进行分析。Agnes等评估了语言对手部肌肉相关皮层兴奋性的影响, 发现手部运动系统被言语知觉任务而不是听觉或空间视觉的加工所激活, 且两半球运动系统的激活程度相仿<sup>[44]</sup>。Longcamp等考察言语知觉是否会激活优势手所对应的运动皮层, 结果发现字母知觉激活了左利手被试右半球的BA6区, 而假字母知觉无此效应, 说明语言的视知觉激活了隐含的运动加工<sup>[45]</sup>。

言语知觉对手部运动皮层的激活是特异于言语、还是可泛化到其它非言语的声音知觉? 有研究者考察了这一问题。Zadeh等分析了与手运动相对应的皮层区对与动作相关的声音的反应, 结果发现与双手动作相关的声音所产生的皮层兴奋性高于与双腿运动相关的声音和与动作无关的声音。这种易化现象只存在于左半球, 即语言的优势半球, 由此可认为动作编码是语言产生的先驱<sup>[46]</sup>。

Theoret和Pascual-Leone发现, 镜神经团不仅在个体观察某个动作时反应, 而且在听到动作发生时也发生放电反应, 并且其反应具有特异性<sup>[8]</sup>。根据言语的手势起源观点<sup>[14]</sup>, 言语作为一种交流方式是

逐渐从手势发展为嘴部运动的, 而镜神经团对特定声音的放电反应对言语的理解和模仿提供了生理基础, 使得交流方式能够从手势成功地过渡到以嘴发音的方式。在这一过程中, 手势和言语之间的某些联系得以保留。

上述结果显示, 除言语以外, 与手部动作相关的声音也会引起手运动皮层的激活, 其中镜神经团对特异动作的声音反应为以上言语与手部运动提供了联系。

脑成像研究不需要被作出行为反应, 被试的认知活动不受其它认知和行为活动的干扰, 因此能得到言语知觉与手部运动之间的关系的结论。但是, 使用脑成像技术的缺陷是, 言语知觉对手运动皮层的激活程度是否可在行为结果上表现出差异, 这还有待验证。

### 3.3 言语产生对抓握运动的影响

这部分研究结果主要来自于神经生理研究证据。

Meister等使用TMS考察了手运动区域与腿运动区域在出声阅读和非言语的嘴部运动时的兴奋性, 结果发现: (1) 在出声阅读时优势半球手运动区域的兴奋性增加, 且词阅读效应独立于语言的持续时间; (2) 在异侧半球没有发现该效应; (3) 腿运动区的兴奋性在整个出声阅读中保持不变<sup>[47]</sup>。这说明言语产生, 而不是嘴部运动, 特异性地激活了语言优势半球的手运动皮层, 手运动区与皮层言语网络之间可能存在特定的功能联系。

Floel和Tokimura等考察了言语任务对运动皮层的激活, 结果也发现言语产生激活了手相关运动皮层的兴奋<sup>[40,48]</sup>。

研究结果一致显示, 言语产生增加了手运动皮层的兴奋性。但是, 这种运动皮层兴奋性的增加是否一定导致行为的变化, 即言语产生是否能够影响外显的手部运动, 仍有待进一步探讨。

## 4 总结

无论是行为研究还是脑研究, 都有证据支持言语与手部运动之间存在某种联系, 而这种联系可能是言语体系由手势进化为语音的过程中遗留下来的。大多数脑研究证据已经显示手运动与言语之间的神经生理联系。同时, 行为研究也从手势和抓握运动入手去考察手运动与言语之间外显行为结果的联系, 且已有支持神经生理研究结果的部分证据。

但是, 无论考察手势运动还是抓握运动, 行为研究均存在一个无法克服的缺陷, 即缺乏精细的实验设计和敏感的指标来考察言语产生的认知过程与手运动之间的联系, 因此无法分辨言语产生与手运动之间的联系发生在认知加工的哪个阶段或哪几个阶段, 而这是两者联系的实质。

另外, 言语与手部运动关系的研究已基本显示言语对抓握动作的影响主要集中在早期计划阶段, 而抓握运动对言语的影响在言语加工的哪个阶段却并不清楚。目前, 缺少抓握运动对言语知觉、词义准备、词汇提取、音形编码以及发音姿势准备等言语加工过程影响的研究。

因此, 今后应从言语知觉和产生的认知过程入手来探讨手部运动与言语的关系。

#### 参考文献

- [1] Treffner P, Peter M. Intentional and attentional dynamics of speech-hand coordination. *Human Movement Sciences*, 2002, 21(5): 641~699
- [2] Corballis M C. From mouth to hand: Gesture, speech, and the evolution of right-handedness. *Behavioral and Brain Sciences*, 2003, 26(2): 199~260
- [3] Christiansen M H, Kirby S. Language evolution: consensus and controversies. *Trends in Cognitive Sciences*, 2003, 7(7): 300~307
- [4] Binkofski F, Buccino G. Motor functions of the Broca's region. *Brain and Language*, 2004, 89(2): 362~369
- [5] Cobble M. Language impairment in motor neuron disease. *Journal of the Neurological Sciences*, 1998, 160(S1): 47~52
- [6] Bak T H, Hodges J R. The effects of motor disease on language: further evidence. *Brain and language*, 2004, 89(2): 354~361
- [7] Gallese V, Fadiga L, Rizzolatti G. Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, 1996, 119(2): 593~609
- [8] Theoret H, Pascual-Leone A. Language Acquisition: Do as You Hear. *Current Biology*, 2002, 12(9): 736~737
- [9] Strafella A P, Paus T. Modulation of cortical excitability during action observation: a transcranial magnetic stimulation study. *Neuroreport*, 2000, 11(10), 2289~2292
- [10] Gangitano M, Mottaghy F M, Pascual-Leone A. Phase-specific modulation of cortical motor output during movement observation. *Neuroreport*, 2001, 12(7): 1489~1492
- [11] Fadiga L, Fogassi L, Pavesi G, et al. Motor facilitation during action observation: a magnetic stimulation study. *Journal of Neurophysiology*, 1995, 73(6): 2608~2611
- [12] Iacoboni M, Woods R P, Brass M, et al. Cortical mechanisms of human imitation. *Science*, 1999, 286(5449): 2526~2528
- [13] Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V, et al. Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*, 1996, 3(2): 131~141
- [14] Fitch W T. The evolution of speech: a comparative review. *Trends in cognitive science*, 2000, 4(7): 258~267
- [15] Kohler E, Keysers C, Umiltà M A, et al. Hearing sounds, understanding actions: action representation in mirror neurons. *Science*, 2002, 297(846): 846~848
- [16] Gallagher H L, Frith C D. Dissociable neural pathways for the perception and recognition of expressive and instrumental gestures. *Neuropsychologia*, 2004, 42(13): 1725~1736
- [17] Krauss R M, Dushay R A, Chen Y, et al. The communicative value of conversational hand gesture. *Journal of Experimental Social Psychology*, 1995, 31(6): 533~552
- [18] Krauss R M., Chen Y, Chawla P. Nonverbal behavior and nonverbal communication: what do conversational hand gestures tell us? *Advances in experimental social psychology*, 1996, 28: 389~450
- [19] Hostetter A B, Hopkins W D. The effect of thought structure on the production of lexical movements. *Brain and Language*, 2002, 82(1): 22~39
- [20] Hadar U, Wenkert-Olenik D, Krauss R, et al. Gesture and the processing of speech: neuropsychological evidence. *Brain and language*, 1998, 62(1): 107~126
- [21] Matsuo K, Kato C, Okada T, et al. Finger movements lighten neural loads in the recognition of ideographic characters. *Cognitive Brain Research*, 2003, 17(2): 263~272
- [22] Wagner S M, Nusbaum H, Goldin-Meadow S. Probing the mental representation of gesture: is handwaving spatial? *Journal of Memory and Language*, 2004, 50(4): 395~407
- [23] Kelly S D, Kravitz C, Hopkins M. Neural correlates of bimodal speech and gesture comprehension. *Brain and Language*, 2004, 89(1): 253~260
- [24] Indefrey P, Levelt W J M. The spatial and temporal signatures of word production components. *Cognition*, 2004, 92(1): 101~144
- [25] Alibali M W, Heath D C, Myers H J. Effects of visibility between speaker and listener on gesture production: some gestures are meant to be seen. *Journal of Complexity*, 2001, 44(2): 169~188
- [26] Goldin-Meadow S, Wagner S M. How our hands help us learn. *Trends in cognitive sciences*. 2005, 9(5): 234~241
- [27] Gordon N. The neurology of sign language. *Brain and development*. 2004, 26(3): 146~150
- [28] Emmorey K, Grabowski T, McCullough S, et al. Motor-iconicity of sign language does not alter the neural systems underlying tool and action naming. *Brain and language*, 2004, 89(1): 27~37

- [29] Ronnberg J, Soderfeldt B, Risberg J. The cognitive neuroscience of signed language. *Acta Psychologica*, 2000, 105(3): 237~254
- [30] Rizzolatti G, Arbib M A. Language within our grasp. *Trends in neuroscience*, 1998, 21(5): 188~194
- [31] Gentilucci M. Grasp observation influences speech production. *European Journal of Neuroscience*, 2003, 17(1): 179~184
- [32] Buccino G, Binkofski F, Fink G R, et al. Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: an fMRI study. *European Journal of Neuroscience*, 2001, 13(2): 400~404
- [33] Gentilucci M, Santunione P, Roy A C, et al. Execution and observation of bringing a fruit to the mouth affect syllable pronunciation. *European Journal of Neuroscience*, 2004, 19(1): 190~202
- [34] Gentilucci M, Stefanini S, Roy A C, et al. Action observation and speech production: study on children and adults. *Neuropsychologia*, 2004, 42(11): 1554~1567
- [35] 郭桃梅, 彭聘龄. 汉语词汇产生中的义、音信息提取时间进程的ERP研究. *心理学报*, 2005, 37(5): 569~574
- [36] 张清芳, 杨玉芳. 汉语词汇产生中语义、字形和音韵激活的时间进程. *心理学报*, 2004, 36(1): 1~8
- [37] 杨锦陈, 杨玉芳. 言语产生中的韵律生成. *心理科学进展*, 2004, 12(4): 481~488
- [38] Gentilucci M, Benuzzi F, Gangitano M, et al. Grasp with hand and mouth: a kinematic study on healthy subjects. *Journal of Neurophysiology*, 2001, 86(4): 1685~1699
- [39] Buccino G, Riggio L, Melli G, et al. Listening to action-related sentences modulates the activity of the motor system: a combined TMS and behavioral study. *Cognitive Brain Research*, 2005, 24(3): 355~363
- [40] Glover S, Dixon P. Semantics affect the planning but not control of grasping. *Experimental Brain Research*, 2002, 146(3): 383~387
- [41] Glover S, Rosenbaum D A, Graham J, et al. Grasping the meaning of words. *Experimental Brain Research*, 2004, 154(1): 103~108
- [42] Gentilucci M, Benuzzi F, Bertolani L, et al. Language and motor control. *Experimental Brain Research*, 2000, 133(4): 468~490
- [43] Gentilucci M. Object motor representation and language. *Experimental Brain Research*, 2003, 153(2): 260~265
- [44] Floel A, Ellger T, Breitenstein C, et al. Language perception activates the hand motor cortex: implications for motor theories of speech perception. *European Journal of Neuroscience*, 2003, 18(3): 704~708
- [45] Longcamp M, Anton J L, Roth M, et al. Premotor activations in response to visually presented single letters depend on the hand used to write: a study on left-handers. *Neuropsychologia*, 2005, 43(12): 1801~1809
- [46] Zadeh A L, Iacoboni M, Zaidel E, et al. Left hemisphere motor facilitation in response to manual action sounds. *European Journal of Neuroscience*, 2004, 19(9): 2609~2612
- [47] Meister I G, Boroojerdi B, Foltys H, et al. Motor cortex hand area and speech: implications for the development of language. *Neuropsychologia*, 2003, 41(4): 401~406
- [48] Tokimura H, Tokimura Y, Oliviero A, et al. Speech-induced changes in corticospinal excitability. *Annals of Neurology*, 1996, 40(4): 628~634

## Relationship between Speech and Hand Movement

Zhu Mingquan, Zhang Zhijun

(*Department of Psychology and Behavioral Science, Zhejiang University, Hangzhou 310028, China*)

**Abstract:** The relation between speech and hand movement has been unclear. The findings of behavioral and neurological researches on the relation between speech and two types of hand movement, specifically gestures accompanied with speech and grasping, were reviewed. The results were summarized as follows: (1) gestures accompanied with speech facilitated speech process, especially lexical retrieval; (2) online observation of hand grasping influenced the lip movement and voice of speech; (3) word perception influenced the plan of grasping; (4) speech production increased the excitability of hand motor cortex. It was implied that the relation between speech and hand movement was reflected not only in the overlap and mutual activation of neural paths, but also in interaction of explicit behavior. The further researches focusing the relation between hand movement and sub-processes of speech perception and production were suggested.

**Key words:** speech, gesture, grasping, mirror neuron.