

情感韵律加工的单侧化

程婷^{1,*}, 李雪冰^{2,*}

(1.中国科学院心理研究所脑与认知科学国家重点实验室, 北京 100101;

2.中国科学院心理研究所心理健康重点实验室, 北京 100101)

【摘要】首先阐述韵律加工的神经机制的相关假说, 然后从情感韵律的知觉和产生两方面, 回顾大脑半球在情感韵律加工中的单侧化优势的相关研究。大多数研究表明, 情感韵律的加工主要在右半球, 此外, 皮层下组织在情感韵律产生和知觉中起着重要作用。

【关键词】情感韵律; 产生; 知觉; 单侧化

中图分类号: R395.1 文献标识码: A 文章编号: 1005-3611(2007)01-0105-03

Lateralization in the Process of Affective Prosody

CHENG Ting, LI Xue-bing

State Key Laboratory of Brain and Cognitive Science, Beijing 100101, China

【Abstract】First of all, the article described four main hypotheses related to the neurological mechanism of prosody processing. Then it reviewed the researches related to the asymmetry of brain during the process of affective prosody, based on production and perception they concerned. Most findings reveal that perception and production of affective prosody are processed by right hemisphere. In addition, subcortical structures also play a critical role in the process of affective prosody.

【Key words】Perception; Affective prosody; Production; Lateralization

韵律(prosody)是存在于自然语言中的超音段特征, 它们可以覆盖于两个或两个以上音段之上。从声学参数的角度, 可分为通过频率(fundamental frequency, F0)、时长(duration)或能量的变化表现的韵律。从功能的角度, 韵律可以分为情感韵律(affective prosody, AP)和言语韵律(linguistic prosody, LP), 前者是指说话者在言语中表达的各种情感状态, 如高兴、悲伤等; 后者又进一步分为词汇水平(如重读)和句子水平(如语调)的韵律特征。汉语这样的声调语言除了具有句子水平的语调外, 每个音节还有相对不同的能辨别字义的声调, 它们都是通过音高变化而形成的。

韵律既包含言语信息, 还有情感意义, 对韵律信息加工的认知神经基础又是怎样的呢? 从早期的知觉分析, 到现在脑成像技术在该领域中的应用都取得了一些成果, 但仍存在许多争议。下面从情感韵律的产生和知觉两方面介绍这些研究成果。在此之前, 对现有的韵律加工的神经机制的假说做一个简要的论述。

1 韵律加工的神经机制

关于韵律加工的神经机制的假说有: 右半球假说(The right hemisphere hypothesis): 韵律的所有方面, 即语言的超音段方面, 都在右半球加工, 然后通过胼胝体与左半球的言语信息进行整合^[1]; 有研究者进一步指出右半球对情感韵律加工的优势是基于正性和负性情绪的不同, 右半球主要进行负性情绪的加工^[2]。功能单侧化假说(The functional lateralization hypothesis): 韵律位于一个从言语韵律到情感韵律的连续统一体上, 其加工也相应的从左半球(left hemisphere, LH)

向右半球(right hemisphere, RH)转移, 即右半球负责加工情感韵律, 而言语韵律的加工在左半球^[3]。并且言语韵律特征加工的脑机制还因它在言语层级结构中(hierarchical levels of linguistic structure)所处的位置的不同而不同。右半球负责加工跨度时间较长的、整体性的句子水平的韵律信息; 左半球负责加工跨度时间较短的、局部性的词汇水平的韵律信息。皮层下组织加工假说(The subcortical processing hypothesis): 韵律的产生和知觉由皮层下组织(subcortical structures)进行调节, 而不是单侧化到哪一侧大脑半球^[4]。此外, 对Parkinson病和Huntington病的研究也表明基底节受损后会造成功能加工的障碍, 进一步表明基底节是进行韵律加工的一个重要的结构。声学线索假说(The acoustic cues hypothesis): 大脑半球对韵律加工的单侧化是基于声学线索的变化。右半球主要负责加工频率信息, 而左半球负责加工时长信息^[5]。还有研究者指出大脑半球基于韵律的声学信号的高频/低频(high frequency vs. low frequency cues)或快速变化/慢速变化(rapidly changing vs. slowly changing acoustic cues)等线索的不同, 其加工区域分别位于左半球或右半球。

下面我们将从情感韵律的产生和知觉两方面对相关的研究成果进行归纳。

2 情感韵律产生

许多的研究都表明右半球负责情感韵律的产生。Hird发现, 与控制组(NBD, Non-Brain-Damaged)相比, 右脑损伤者(RHD, Right-hemisphere-damaged)产生的不同情感状态的句子的基频的变化很少。Baum等^[6]的研究表明右脑损伤者在情感韵律的产生中, 基频的均值比控制组低; 基频范围比左脑损伤者(LHD, Left-hemisphere-damaged)和控制组窄, 而左脑

* 中国科学院研究生院

损伤者的基频范围介于右脑损伤者和控制组之间。这说明右半球负责基频的总体控制。Pell^[7]用故事完成范式(story-completion paradigm)的研究表明,右脑损伤者产生的句子的基频变化比控制组少,右脑损伤者产生的句子的情感状态也不能被准确的识别。Dogil等人^[8]的fMRI的研究发现,产生不同情感状态的句子时引起右半球颞上回前部的激活。表明情感韵律的加工在右半球。另一个以无语义的言语材料的研究表明,产生具有不同情感韵律的无语义的音节串时主要引起右半球的BA47/11区的激活;而言语韵律的产生主要引起左半球的颞上回的前部和额下回的激活,这表明大脑半球基于韵律的功能不同,对其加工单侧化到不同的半球^[9]。Nakhutina等^[10]发现左脑损伤者和右脑损伤者用不同情感来表达语义中性的句子都有障碍,但间隔一定时间的重测表明,左脑损伤者表达情感韵律的成绩不断提高,而右脑损伤者的成绩有不断下降的趋势。对汉语和泰语的研究都表明,右脑损伤者在句子水平的情感韵律产生中有障碍^[11]。由此可见,对声调语言和非声调语言的研究都表明右半球在情感韵律产生中的主导作用。

但也有研究发现右脑损伤者的情感韵律的表达能力正常,或右脑损伤者和左脑损伤者在情感韵律的加工中都有缺陷。Bradvik等人发现,右脑损伤者没有情感韵律产生的显著缺陷。他们推论认为,大脑皮层下组织的损伤更可能是发生情感韵律产生缺陷的原因。Cancelliere等^[12]根据右脑损伤者和左脑损伤者对情感韵律的理解和表达,用Ross在1981年提出的分类系统将被试分为不同类别的失韵律症(aprosodic syndromes),再考察每类被试的大脑损伤部位,研究发现,右脑损伤者和左脑损伤者被归为失韵律综合症的比例相近,也就是说,不论哪侧半球的损伤都可能出现失韵律症;最常见的损伤部位为基底节。结果提示情感韵律的表达和理解可能是由皮层下结构调节。

在声调语言和非声调语言中,有关情感韵律的产生的大部分研究均表明,右半球负责情感韵律的产生,那么在右半球损伤后,出现了情感韵律产生的缺陷,对情感韵律的知觉能力是否产生影响呢?

3 情感韵律知觉

大多数研究表明情感韵律的知觉加工主要在右半球。经典的双耳同时分听实验给出了很好的证据,被试只对情感韵律判断时表现左耳优势,即右半球优势,而且对含有言语韵律的实验材料进行情感韵律判断时也是如此^[11]。Grimshaw^[12]也采用双耳同时分听法给被试呈现不同情感状态表达的词对,结果表明情感韵律的加工有明显的左耳优势,说明情感韵律的加工主要在右半球。

近年来,神经影像学和神经生理学在此方面的研究也在逐年增加。Phan等^[13]采用ERP的研究表明,对陈述句表达的不同情感韵律进行区分时,表现在右半球额叶的显著激活。Wildgruber等^[14]在fMRI实验中通过变化声学参数来研究情感韵律的加工。结果发现,无论韵律特征的声学参数如何变化,在所有的情感判断任务中都表现为右侧额叶的激活为

主。Mitchell等^[15]fMRI的研究发现,无论表达情感韵律的句子中是否含有语义信息;情感韵律与基线条件比较还是与韵律中性条件比较;句子的情感韵律与语义信息匹配或不匹配;被试是被动的听还是将注意的焦点集中在情感韵律上。结果都表明右半球的颞上回和颞中回在情感韵律的加工中有显著激活,Wildgruber等^[16]fMRI的研究表明,被试对五种不同的情感状态进行分辨时表现为右半球的BA22、BA44/45和BA47的激活,而对同样的刺激材料进行语音任务的判断时,表现在左半球的显著激活。这都说明情感韵律在右半球加工是基于高水平的功能的,而不是低水平的声学线索。而Hesling等^[17]的fMRI的研究表明,与平淡的表达相比,强烈表达言语中的情感韵律引起听者的右半球的BA44、BA21-21和BA39-40的激活。还发现BA44是基频的特异性加工部位。

来自脑损伤的研究也表明情感韵律的加工在右半球。Tompkins等^[18]使用难度负荷不同的三种任务,考察情感韵律加工对认知资源的需求。右脑损伤者在三种任务中的成绩显著低于控制组;左脑损伤者只在认知负荷最大的任务中表现出成绩下降。这一方面证明了右半球在情感韵律的加工中的作用,另一方面提示当任务的认知符合增大时需要左半球的参与,可能与比较加工及短时记忆的参与有关。Wunderlich等^[19]的研究表明,与左脑损伤者和控制组比较,右脑损伤者在句子转折探测任务(turn-detection task)中的成绩差,这表明右脑损伤者不能利用韵律信息来进行判断。但在音素探测任务(phoneme-detection task)中能够加工韵律信息,可能是因为该任务只涉及韵律的局部线索的加工。以上来自双耳同时分听和脑成像以及单侧脑损伤的研究都表明右半球在情感韵律的知觉加工中起主导作用。

然而,也有研究表明情感韵律的加工需要左半球和右半球的共同参与。Van Lancker等人^[3]发现,左脑损伤者使用基频信息进行情感韵律判断,而右脑损伤者使用时长信息进行判断。虽然左脑损伤者是使用了基频信息进行判断,但是和右脑损伤者的成绩无差异,这说明情感韵律的加工只有基频信息是不够的,即情感韵律的加工需要多种声学线索的整合。Pell^[20]使用完整线索(Full-cues)、基频中和(F0-equivalent)和时长中和(Duration-equivalent)材料对情感韵律和强调重读的研究表明,在完整线索和时长中和条件,左脑损伤者和右脑损伤者的成绩无差异,但是都比控制组差;在基频中和条件,只有左脑损伤者的成绩差于控制组。左脑损伤者和右脑损伤者在情感韵律的知觉任务中成绩都比控制组差,而只有左脑损伤者在强调重读任务中的成绩差于情感条件。该研究说明,两半球是对不同的声学线索进行加工,左半球加工时长信息;由于在时长中和条件,左脑损伤者和右脑损伤者的成绩都差,所以不能说明基频的加工是在右半球。情感韵律的加工需要两半球参与,而强调重读加工在左半球,是基于韵律的不同功能进行加工。Katz^[21]使用完整语义和韵律信息的句子或只含韵律线索的句子,要求被试在5点量表上判断句子的情感状态,是正性、中性还是负性。结果表明,对完整线索的句子的判断引起了双侧的外侧裂周区、额叶和皮层下组织的激活,岛盖额部在听只有韵律信息的句子时有激活;

对完整线索的句子进行正性和负性的语调判断引起了双侧额叶、颞叶和皮层下组织的激活,对韵律线索的正性和负性判断引起双侧额叶的激活。这说明双侧半球都参与情感韵律的加工。

综上所述,大多数的研究都表明,情感韵律的产生和知觉在右半球,但也有研究表明,情感韵律的加工需要双侧半球的参与以及需要皮层下组织的参与,造成在该研究领域的诸多争议的原因有很多。首先,韵律加工的神经机制很复杂,同时对其研究也很困难,这是由于韵律信息与多种声学参数有关;它不仅表达言语信息,还具有传递情感信息的功能。其次,脑损伤被试的选择、损伤部位的差异、损伤时间的长短、实验材料、实验任务、研究方法的差异性也有关系。随着脑成像等客观的研究技术的发展和精细严密的实验设计,有望对韵律加工的神经机制有一个更清晰全面的认识。

参 考 文 献

- 1 Klouda G, Robin D, Graff- Radford N, Cooper W. The role of callosal connections in speech prosody. *Brain and Language*, 1988, 35: 154- 171
- 2 Smith S, Bulman- Fleming M. An examination of the right-hemisphere hypothesis of the lateralization of emotion, 2005, 57: 210- 213
- 3 Van Lancker D. Cerebral lateralization of pitch cues in the linguistic signal. *International Journal of Human Communication*, 1980, 13(2): 227- 277
- 4 Cancelliere A, Kertesz A. Lesion localization in acquired deficits of emotional expression and comprehension. *Brain and Cognition*, 1990, 13: 133- 147
- 5 Van Lancker D, Sdits JJ. The identification of affective-prosodic stimuli by left- and right- hemisphere- damaged subjects: All errors are not created equal. *Journal of Speech and Hearing Research*, 1992, 35: 963- 970
- 6 Baum S, Pell M. Production of affective and linguistic prosody by brain- damaged patients. *Aphasiology*, 1997, 11: 177- 198
- 7 Pell M. Fundamental frequency encoding of linguistic and emotional prosody by right hemisphere damaged speakers. *Brain and Language*, 1999, 69: 161- 192
- 8 Dogil G, Ackermann H, Grodd W, et al. The speaking brain: A tutorial introduction to fMRI experiments in the production of speech, prosody and syntax. *Journal of Neurolinguistics*, 2002, 15: 59- 90
- 9 Mayer J, Wildgruber D, Riecker A, et al. prosody production and perception: converging evidence from fMRI studies. <http://www.ims.uni-stuttgart.de/phonetik/joerg/papers/aix2002a.pdf>
- 10 Nakhutina L, Borod JC, Zgaljardic DJ. Posed prosodic emotional expression in unilateral stroke patients recovery, lesion location, and emotional perception. *Neuropsychology*, 2006, 21: 1- 13
- 11 Luks TL, Nusbaum HC, Levy J. Hemispheric involvement in the perception of syntactic prosody is dynamically dependent on task demands. *Brain and Language*, 1998, 65: 313- 332
- 12 Grimshaw G, Kwasny K, Covell E, et al. The dynamic nature of language lateralization: effects of lexical and prosodic factors. *Neuropsychologia*, 2006, 41: 1008- 1019
- 13 Pihan H, Altenmuller E, Hertrich I, et al. Cortical activation patterns of affective speech processing depend on concurrent demands on the subvocal rehearsal system A DC- potential study. *Brain*, 2000, 123: 2338- 2349
- 14 Wildgruber D, Pihan H, Ackermann H, et al. Dynamic brain activation during processing of emotional intonation: Influence of acoustic parameters, emotional valence, and sex. *NeuroImage*, 2002, 15: 856- 869
- 15 Mitchell RL, Elliott R, Barry M, et al. The neural response to emotional prosody, as revealed by functional magnetic resonance imaging. *Neuropsychologia*, 2003, 41(10): 1410- 1421
- 16 Wildgruber D, Riecker A, Hertrich M, et al. Identification of emotional intonation evaluated by fMRI. *NeuroImage*, 2005, 24: 1233- 1241
- 17 Hesling I, Clement S, Bordessoules M, et al. Cerebral mechanisms of prosodic integration: evidence from connected speech. *NeuroImage*, 2005, 24: 937- 947
- 18 Tompkins CA, Flowers CR. Perception of emotional intonation by brain- damaged adults: The influence of task processing levels. *Journal of Speech and Hearing Research*, 1985, 28: 527- 538
- 19 Wunderlich A, Ziegler W, and Geigenberger A. Implicit processing of prosodic information in patients with left and right hemispheric stroke. *Aphasiology*, 2003, 17(9): 861- 879
- 20 Pell M. Recognition of prosody following unilateral brain lesion: Influence of functional and structural attributes of prosodic contours. *Neuropsychologia*, 1998, 36: 701- 715
- 21 Kotz S, Meyer M, Alter K, et al. On the lateralization of emotional prosody: An event- related functional MR investigation. *Brain and Language*, 2003, 86: 366- 376

(收稿日期:2006- 06- 30)