

心理理论的神经基础

席春华^{1,2}, 汪凯¹, 朱春燕^{1,2}, 靳胜春^{1,2}

(1. 安徽医科大学第一附属医院神经心理学实验室, 安徽 合肥 230022;

2. 安徽省精神卫生防治中心, 安徽 合肥 230022)

【摘要】 文章首先对心理理论的概念进行了概括, 然后从神经心理学和神经影像学方面的研究来阐述目前关于参与心理理论能力加工的相关脑区, 其中特别是前额叶、颞上沟和杏仁核区域, 他们可能是心理理论能力加工的核心神经环路。

【关键词】 心理理论; 前额叶; 颞上沟; 杏仁核

中图分类号: R395.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3611(2006)04-0438-03

Neural Basis of Theory of Mind

Xi Chun-hua, WANG Kai, ZHU Chun-yan, JIN Sheng-chun

Lab of Neuropsychology, First Affiliated Hospital, Anhui Medical University, Hefei 230022, China

【Abstract】 The authors summarized the concept and neural basis of theory of mind from neuroimaging and neuropsychology researches, especially the prefrontal cortex, superior temporal sulcus and amygdala. The three areas may be a core neural circuit of the theory of mind.

【Key words】 Theory of mind; Prefrontal cortex; Superior temporal sulcus; Amygdala

目前社会认知的神经机制已经成为认知神经科学研究的热点, 而心理理论 (theory of mind, ToM) 作为社会认知的重要组成部分, 在近几年已经引起各个学科研究者的广泛关注。心理理论是指能够了解自己和他人的愿望、信念、意图等心理状态并能据此推断他人行为的能力^[1], 拥有心理理论有助于我们建立良好的人际关系。

大量的研究发现 ToM 能力的形成和发展可能与特定的脑区有关。Siegal 等^[2]认为参与 ToM 能力加工的神经基础主要包括左侧半球、前额叶、颞顶联合区以及杏仁核。而 Frith^[3]则认为这种神经环路可能包括颞上沟 (superior temporal sulcus STS)、前额叶腹侧面以及前额内侧面。随着近几年正电子断层扫描 (PET) 和功能性磁共振成像 (fMRI) 等新技术的广泛应用, 发现许多其他脑区也特异性的参与 ToM 认知加工。下面我们就近几年有关 ToM 认知功能神经基础的神经心理学和神经影像学的研究作一综述。

1 前额叶

1.1 前额叶内侧面

前额叶内侧面对于我们的社会认知是非常重要的, 特别是社会推理和社会决策方面^[4], 同时可能是参与心理理论加工的关键脑结构, 选择性地参与了 ToM 推理的加工过程。

1.1.1 神经心理学的研究 大量研究表明, 前额内侧面的损伤会导致患者的心理理论能力的损害。Stuss 等^[5]研究表明右侧前额内侧面损伤的病人在执行 ToM 的欺骗任务时有明显困难。Anderson 等^[6]通过对早期前额内侧面损害的患者研究,

发现他们虽然保持着正常的智力, 但社会行为和社会推理能力明显受损。但 Bird 等^[7]最近通过对一例广泛性双侧前额内侧面损害的病人研究, 发现患者在 ToM 任务中没有明显损害, 可能是由于他们使用的实验任务的复杂性不同造成的。

1.1.2 神经影像学的研究 神经影像学研究也证实前额内侧面在 ToM 能力加工的重要性。Happe 等^[8]利用脑功能成像的方法研究, 发现正常人只有在 ToM 任务的条件下才激活了前额内侧面, 而其他情况下均没有激活前额内侧面, 同时发现在 ToM 故事和 ToM 卡通任务的条件下, 激活了相同的区域前额内侧面。另一项对孤独症患者的研究, 发现孤独症患者在执行 ToM 任务时并没有激活前额内侧面, 而正常对照组在进行 ToM 任务时却明显激活了前额叶内侧面^[9]。同样 Brunet 等^[10]通过 PET 的研究, 发现正常人在执行 ToM 卡通形式的任务时前额叶内侧面血流量明显增加。

1.2 前额叶眶额区

1.2.1 神经心理学的研究 有研究表明眶额区损害的病人虽然能够正确的分析抽象的社会环境, 但当遇到现实生活中的相似情景时, 却不能正确的推测周围人们的心理状态而做出相应的反应^[11]。另一项研究也表明眶额区受损的病人共同特征就是在交谈中往往不能意识到别人是否对自己的话题感兴趣和自己的言谈是否离题^[12]。Stone 等^[13]通过对前额叶损害的病人研究, 发现眶额区受损的病人在失言察觉 (aux pas) 的任务中有明显障碍。由于这些患者不能对他人的心理活动进行正确的推测, 从而不能正确的处理人际关系。

1.2.2 神经影像学的研究 目前也有神经影像学的研究发现在执行 ToM 任务时激活了眶额区皮质, Baron-Cohen 等^[14]用单光子发射计算机断层成像技术 (SPECT) 研究发现正常自愿者右侧眶额皮层在心理状态相关词语判断中的激活程度显著高于在身体相关词语判断中的激活程度, 并提出眶额区

【基金项目】 国家自然科学基金资助(30370479), 国家教育部归国留学人员科研启动资金资助 ([2003]14), 安徽省自然科学基金资助 (04043071), 安徽省优秀青年科技基金资助([2002]02)
通信作者 汪凯

是理解心理活动神经环路的一部分。

2 颞上沟 (superior temporal sulcus STS)

STS 脑区主要包括颞上沟、临近的颞上回与颞中回、角回等区域。近年来的研究发现此区域是参与心理理论能力加工的重要脑区, 主要对生物运动以及注视方向加工, 这对于理解他人心理状态和行为意图方面是非常重要的。

2.1 生物运动

STS 区被认为主要是参与察觉他人的行为并对这种行为的结果和目标进行分析^[2]。大量的神经影像学研究发现 STS 区的激活和人们理解因果关系和他人的意图有关^[10]。研究表明在感知生物运动例如在手的运动, 身体的活动, 口的运动, 口型的理解, 以及察觉眼睛的运动方面都同时激活了 STS^[19]。Allison 等^[16]研究也表明 STS 区对于他人的意图和运动的信号比较敏感。大量的研究都表明 STS 区是从视觉信息来察觉和分析社会线索的重要区域。

2.2 注视方向

注视方向对于我们推测他人心理活动是非常重要的。注视方向不仅表明注视者的心理兴趣, 还暗示着他人对于某种物体的意图。研究表明在感知注视方向时明显激活 STS 区^[17, 18]。Haxby 等^[19]观察正常自愿者通过面孔来辨别注视方向和他们的性别(identity)两种条件下, 发现在感知注视方向时激活了 STS 区, 而在感知性别(identity)时激活的是背侧梭状回。

3 杏仁核

最近的许多研究已经表明杏仁核不仅在 ToM 形成过程中起作用, 而且参与成年人的 ToM 能力实时加工中。有研究表明早期杏仁核损害的病人在执行 ToM 任务中的错误信念理解有明显损害, 表明杏仁核的损害影响了心理理论能力的形成^[20]。而 Stone 等^[21]通过对两例成年人杏仁核损害的病人研究表明, 他们在失言察觉任务和眼区复杂情绪识别任务中均有损害。而 Baron-Cohen 等^[22]发现正常人在执行从眼区推测他人的心理活动时明显激活了杏仁核, 而从眼区判断性别时并没激活杏仁核。

4 其他脑区

4.1 前扣带回 (anterior cingulate gyrus ACG)

目前也有部分研究支持 ACG 参与了心理理论的加工^[23]。在最近的一项脑功能成像研究中^[24], 实验任务是要求被试与模拟对手 (用特殊的方法让被试认为是一个人) 比赛, 对照任务要求与计算机比赛, 但研究发现仅实验任务时双侧前扣带旁回被激活。说明前扣带旁回参与预测对手的行动, 只针对人, 而不针对机器。

4.2 顶下小叶 (inferior parietal lobule IPL)

顶下小叶 (IPL) 被认为是参与自我的心理活动表达重要脑区。Vogel 等^[25]通过自我观点采取 (self-perspective) 和推测他人的心理活动两种 ToM 任务时的磁共振成像研究, 结果

发现在自我观点采取 (self-perspective) 的任务下明显激活了 IPL, 而在推测他人心理活动的条件下却没有激活这个脑区。

4.3 颞顶联合区

有研究表明人类的颞顶联合区可能也参与 ToM 能力的加工。Samson 等^[26]通过对左侧颞顶联合区脑损伤的病人研究发现, 他们在执行 ToM 任务的错误信念有明显损害, 因此他们认为左侧颞顶联合区对于 ToM 的加工非常重要。另一项研究^[28]是通过被试者在执行 ToM 任务和没有社会人物活动的任务 (non-social control conditions) 来对比被试者的脑区激活情况, 结果显示在执行 ToM 任务时明显激活了颞顶联合区和 STS 区域。

5 小 结

从目前的研究现状看心理理论任务形式多样如故事理解、心理状态的词语判断和复杂情绪等, 加上研究者使用的研究方法和技术的不同, 研究的结果也不尽相同, 因此参与心理理论能力加工可能是受一个联系广泛的神经环路来调节的, 这些脑区可能包括前额叶, STS, 杏仁核, 颞顶联合区, 前扣带回和顶下小叶, 其中前额叶侧面、STS 和杏仁核可能是加工 ToM 能力的核心神经环路。

参 考 文 献

- 1 Premack D, Woodruff G. Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*, 1978, 1(4): 515-526
- 2 Siegal M, Varley R. Neural systems involved in "theory of mind". *Nature Review Neuroscience*, 2002, 3(6): 463-471
- 3 Frith CD, Frith U. Interacting minds - a biological basis. *Science*, 1999, 286(5445): 1692-1695
- 4 Adolphs R. Social cognition and the human brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 1999, 3(12): 469-472
- 5 Stuss DT, Gallup GG, Alexander MP. The frontal lobes are necessary for 'theory of mind'. *Brain*, 2001, 124: 279-286
- 6 Anderson SW, Bechara A, Damasio H, et al. Impairment of social and moral behavior related to early damage in human prefrontal cortex. *Nature Neuroscience*, 1999, 2(11): 1032-1037
- 7 Bird CM, Castelli F, Malik O, Frith U, et al. The impact of extensive medial frontal lobe damage on 'theory of mind' and cognition. *Brain*, 2004, 127: 914-928
- 8 Gallagher HL, Happe F, Brunswick N, et al. Reading the mind in cartoons and stories: an fMRI study of "theory of mind" in verbal and nonverbal tasks. *Neuropsychologia*, 2000, 38(1): 11-21
- 9 Happe F, Ehlers S, Fletcher P, et al. 'Theory of mind' in the brain: Evidence from a PET scan study of Asperger syndrome. *Neuroreport*, 1996, 8(1): 197-201
- 10 Brunet E, Sarfati Y, Hardy-Bayle MC, et al. A PET investigation of the attribution of intentions with a nonverbal task.

- NeuroImage, 2000, 11:157- 166
- 11 Saver JL, Damasio AR. Preserved access and processing of social knowledge in a patient with acquired sociopathy due to ventromedial frontal damage. *Neuropsychologia*, 1991, 29 (12):1241- 1249
 - 12 Kaczmarek B. Neurolinguistic analysis of verbal utterances in patients with focal lesions of frontal lobes. *Brain and Language*, 1984, 21 (1):52- 58
 - 13 Stone VE, Baron- Cohen S, Knight RT, et al. Frontal lobe contributions to theory of mind. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 1998, 10(5): 640- 656
 - 14 Baron- Cohen S, Ring H, Moriarty J, et al. Recognition of mental state terms: Clinical findings in children with autism and a functional neuroimaging study of normal adults. *British Journal of Psychiatry*, 1994, 165(5): 640- 649
 - 15 Gallagher HL, Frith CD. Functional imaging of 'theory of mind'. *Trends in Cognitive Sciences*, 2003, 7(2):77- 83
 - 16 Allison T, Puce A, McCarthy G. Social perception from visual cues: role of the STS region. *Trends in Cognitive Sciences*, 2000, 4(7): 267- 278
 - 17 Wicker B, Michel F, Henaff MA, et al. Brain regions involved in the perception of gaze: a PET study. *Neuroimage*, 1998, 8(2):221- 227
 - 18 Calder AJ , Andrew D, Keane J, et al. Reading the mind from eye gaze. *Neuropsychologia*, 2002, 40(8) :1129- 1138
 - 19 Hoffman EA, Haxby JV. Distinct representations of eye gaze and identity in the distributed human neural system for face perception. *Nature Neuroscience*, 2000, 3:80- 84
 - 20 Fine C, Lumsden J, Blair R. Dissociation between 'theory of mind' and executive functions in a patient with early left amygdala damage. *Brain*, 2001, 124(2):287- 298
 - 21 Stone VE , Baron- Cohen S, Calder A, et al. Acquired theory of mind impairments in individuals with bilateral amygdala lesions. *Neuropsychologia*, 2003, 41(2):209- 220
 - 22 Baron- Cohen S, Ring HA, Wheelwright S, et al. Social intelligence in the normal and autistic brain: An fMRI study. *European Journal of Neuroscience*, 1999, 11:1891- 1898
 - 23 Vogeley K, Bussfeld P, Newen A, et al. Mind reading: Neural mechanism of theory of mind and self- perspective. *Neuroimage*, 2001, 14:170- 181
 - 24 Gallagher HL, Jack AI, Roepstorff A, et al. Imaging the Intentional Stance in a Competitive Game. *Neuroimage*, 2002, 16: 814- 821
 - 25 Samson D, Apperly IA, Chiavarino C, et al. Left temporo- parietal junction is necessary for representing someone else's belief. *Nature Neuroscience*, 2004, 7: 499- 500
 - 26 Saxe R, Kanwisher N. People thinking about thinking people: The role of the temporo- parietal junction in "theory of mind". *Neuroimage*, 2003, 19: 1835- 1842

(收稿日期:2006- 01- 17)

(上接第 437 页)

- 23 Strachan MWJ, Deary IJ, Ewing FME, et al. Acute hypoglycaemia impairs functions of the central but not the peripheral nervous system. *Physiology & Behavior*, 2001, 72: 83- 92
- 24 Lackey BR, Gay SL, Henricks DM. Actions and interactions of the IGF system in Alzheimer's disease: Review and hypotheses. *Growth Hormone IGF Research*, 2000, 10:1- 13
- 25 Jung RE, Haier RJ, Yeo RA, et al. Sex differences in N- acetylaspartate correlates of general intelligence: An 1H- MRS study of normal human brain. *Neuroimage*, 2005, 26: 965- 972
- 26 Neubauer AC, Spinath FM, Riemann R, et al. Genetic and Environmental Influences on Two Measures of Speed of Information Processing and their Relation to Psychometric Intelligence: Evidence from the German Observational Study of Adult Twins. *Intelligence*, 2000, 28:267- 289
- 27 Luciano M, Posthuma D, Wright MJ, et al. Perceptual speed does not cause intelligence, and intelligence does not cause perceptual speed. *Biological Psychology*, 2005, 70:1- 8
- 28 Plomin R, Crabbe JC. DNA. *Psychological Bulletin*, 2000, 126: 806- 828
- 29 Payton A, Holland F, Diggle P, et al. Cathepsin D exon 2 polymorphism associated with general intelligence in a healthy older population. *Molecular Psychiatry*, 2003, 8:1- 5
- 30 Comings DE, Wu S, Rostamkhani M, et al. Role of the cholinergic muscarinic 2 receptor (CHRM2) gene in cognition. *Molecular Psychiatry*, 2003, 8: 10- 11
- 31 Holzenberger M, Dupont J, Ducos B, et al. IGF- 1 receptor regulates lifespan and resistance to oxidative stress in mice. *Nature*, 2003, 421:182- 187
- 32 Tatar M, Bartke A, Antebi A. The endocrine regulation of aging by insulin- like signals. *Science*, 2003, 299:1346- 1351
- 33 Beatty J. Task- evoked pupillary responses, processing load, and the structure of processing resources. *Psychological Bulletin*, 1982, 91:276- 292
- 34 Verney SP, Granholm E, Dionisio DP. Pupillary response indexes cognitive processing in the visual backward masking task. *Psychophysiology*, 2001, 38:76- 83
- 35 Verney SP, Granholm E, Marshall SP. Pupillary responses on the visual backward masking task reflect general cognitive ability. *International Journal of Psychophysiology*, 2004, 52: 23- 36

(收稿日期:2006- 01- 22)