

A Study on the Negation Effect in Classical Chinese Aphasia

Shiwen Feng^{1,2,a,*}, Hanqing Zhao^{2,3,b} and Xiang Su^{4,c}

¹College of Chinese Language and Literature, Nantong University, Nantong, Jiangsu, China

²Collaborative Innovation Center for Language Competence, Jiangsu Normal University, Xuzhou, Jiangsu, China

³The 97 Hospital of the PLA, Xuzhou, Jiangsu, China

⁴School of Linguistic Sciences of Jiangsu Normal University, Xuzhou, Jiangsu, China

^afengsw@ntu.edu.cn, ^b13852005991@163.com, ^cxiangsu1988@163.com

*corresponding author

Keywords: Chinese Language, Negative Sentences, Broca's Aphasia, Wernicke's Aphasia

Abstract: Negative expression is common in natural languages but takes on different forms from one language to another, thus giving rise to different patterns in negative sentence comprehension. The current studies on negative sentences focus on the negation effect. However, whether the processing of negative sentences requires longer processing time or higher error rate is still controversial. Furthermore, negation effect has the explanatory power of the theory of the Pruning Hypothesis of Syntactic Tree and the Head Interference Hypothesis. Ten Chinese Broca's and Wernicke's aphasic patients were recruited in the current study. The results showed a negation effect in Chinese negative sentence processing. The experiment of Chinese negation effect proves that the Head Interference Hypothesis is more powerful in accounting for the negative sentence comprehension by classical Chinese aphasics.

1. 引言

否定是语言中的普遍现象，无论是印欧语系语言还是汉藏语系语言，都有否定的形式。对否定句加工的研究多围绕“否定效应”展开，“否定效应”，即否定句加工较之肯定句困难现象，表现为否定句加工中需要更长的加工时间或出现更高的错误率（Just & Clark, 1972; Just & Carpenter, 1975; Kaup & Zwaan, 2003、2006; Hasson & Glucksberg, 2006）[1-5]。

对失语症患者的研究，普遍发现了否定效应的存在，“句法树削减理论”和“中心语干扰动词加工假设”可以解释“否定效应”。使用不同的否定标记，如“un-”、“not”造成的否定效应可能有所不同（Bebout, 1993; Taylor, 1996）[6-7]。进一步研究发现，这些否定标记导致的失语症患者否定语法功能的缺失取决于功能范畴在句法树上的位置，功能节点在句法树中所处的位置越高越容易损伤，从而造成加工困难，即“句法树削减理论”（Friedmann & Grodzinsky, 1997; Friedmann, 2006）[8-9]。与“句法树削减理论”相对的是“中心语干扰动词加工假设”（Lee, 2003; Lee et al., 2005; Dickey et al., 2008）[10-12]。Rispen et al. (2001) [13]对语法缺失者否定范畴加工进行了跨语言的对比研究的，在语言产出方面，肯定句产出无差异，否定句产出，英语者差于荷兰语、挪威语者，而荷兰语和挪威语者则无显著不同。这一结果不能用句法树削减假说进行解释，研究者认为只有否定词在否定短语中充当中心语时才会导致否定句加工困难，即“中心语干扰动词加工假设”，这一解释得到有相关学者的研究证实（Bastiaanse et al., 2002; Valantis et al., 2013）[14-15]。

对健康被试的研究，集中在语境对“否定效应”的影响之上。以语境对否定加工影响为目的的测试表明充足的语境能够降低否定加工的时间，缩小与肯定句加工间的时间差，但不能完全消

除。也有研究发现给被试提供了目标句的相关维度特征的支持性语境信息，否定句和相应肯定句的加工时间差异消失（Glenberg et al., 1999）[16]。

基于失语症患者和正常被试的研究，还可以从句法表征来解释，认为否定辖域和语义信息通达性是造成否定效应的可能因素。Kintsch 和 Van Dijk（1978）[17]，提出了命题表征理论，否定被认为是一种外显的操作器。它将整个命题纳入被否定的辖域，致使否定加工和表征更加复杂、困难，即否定辖域内的信息通达性降低。研究者证实了否定辖域内的信息通达性降低的可靠性（Macdonald & Just, 1989）[18]，并进一步认为否定信息通达性会受到任务判断前后时长的影响（Kaup & Zwaan, 2003）[3]，同时还指出否定信息通达是一个随时间进程变化的动态过程（Hasson & Glucksberg, 2006）[19]。信息通达性取决于是否在真实状态中存在，而不取决于是否在辖域内（Kaup, 2001）[20]。在不同时间延迟条件下否定信息通达性的相关研究发现：在任务短时间延迟情况下，通达性受影响显著，长时间延迟下影响较小（Giora et al., 2005; Kaup & Zwaan, 2006; Hasson & Glucksberg, 2006）[21, 4, 19]。根据这一理论，否定信息加工出现在句子加工的后期，对否定句前期的加工是对被否定状态的加工（Orenes et al., 2014）[22]。

另外，在使用 fMRI 和 ERP 等脑成像技术对否定句加工进行研究方面，多数研究证实了否定句加工困难现象并支持了否定加工的两步模拟假说（Kaup et al., 2007）[23]。否定句加工的 fMRI 研究多建立在否定句加工困难的假设之上，通过实验发现了否定句加工较之肯定句等句型有更多的脑区激活（Carpenter et al., 1999; Tettamanti et al., 2008; Christensen, 2009; Bahlmann et al., 2011）[24-27]，但也有研究发现肯定句较之否定句也出现了更多脑区的激活（Tettamanti et al., 2008）[25]。ERP 研究结果则证实了在加工的时间进程上，否定加工滞后于肯定加工，否定语义在句子加工的后期才被整合到整个句子加工中（Lüdtke et al., 2008）[28]。

2. 实验过程

2.1 研究对象

本组实验被试分为两组，失语症组和对照组。失语症组：来源为徐州市中医院以及徐州市康复医院脑卒中患者，从中筛选出符合本实验的共 10 名被试，母语为汉语，右利手，无明显认知功能障碍，既往无任何精神性疾病病史，无听力损伤或耳部疾病，视力正常。对照组：正常人 10 名，母语为汉语，右利手。对照组年龄、受教育程度和方言区与失语症组匹配，无脑部病变和损伤，无精神病史，视力良好，听力正常，四肢运动自如，无认知功能障碍和语言障碍。按照损伤部位，失语患者在颅脑 CT 或 MRI 扫描和临床表现中明确为左侧脑血管意外或左侧脑外伤，使用在“汉语失语症检查法”（Aphasia battery of Chinese, ABC）、波士顿诊断性失语症检查法（Boston Diagnostic Aphasia Examination, BDAE）等失语症检查法基础上，自制的听说读写失语症测量量表进行检测，结合患者表现最终确定失语症类别，分为运动性失语组（Broca 失语）和感觉性失语组（Wernicke 失语）。

2.2 实验语料

采用“句子——图片”匹配范式，语料包括句子语料和图片语料。实验共有刺激 36 个，一般肯定句和否定句各 18 个，与之相匹配的图片 72 副，36 组。具体句子语料为两类句子：（1）一般肯定句 18 个。即汉语中最简单的“S+在 V+O”句式，如“男人在看报纸”、“猫在抓老鼠”等；（2）显性否定句 18 个，即否定标记出现且语义明确为否定的句子，与一般肯定句的不同存在于否定标记“没”和语义上。如“男人没在看报纸”、“猫没在抓老鼠”等。图片语料在句子语料的基础上由从事绘画的专业人士绘制，内容上为与句子相匹配的一个施事主语和两个受事宾语，两个宾语都能与同一动词搭配，当肯定一个受事时，另一个受事被否定。

2.3 实验任务及数据采集过过程

图片——句子匹配范式的具体实现过程是，先呈现给被试一副组图，给被试足够长的时间理解图片后，主试说出目标句，共包括有 18 个肯定目标句和 18 个否定目标句，36 个刺激，让被试尽快指出图片。采集到的数据运用 SPSS 22.0 软件进行分析。首先通过采集被试产出不同句型的正确率，运用多因素方差分析对比不同被试对不同句类的言语产出表现。然后，对比被试组内、组间在否定句和肯定句理解的差异，进行方差分析，结合不同损伤脑区的被试具体情况，分析脑区与肯定句、否定句加工间的关系，进而推测否定句加工的神经心理机制。

3. 结果与分析

对失语患者整体任务完成情况、同组被试整体完成任务情况和被试组内情况进行分别统计。整体完成情况统计，包括两类被试共 10 人，累计语料肯定句、否定句各 180 个，整体反应时统计仅剔除 10s 及以上者，其余部分不分正误进行全部统计。被试分组统计，统计同类被试任务反应的时间和错误率。

对被试任务平均反应时重复测量分析结果表明，整体上被试对肯定句、否定句平均反应时分别为 3488.2ms 和 4231.0ms，反应时差距显著 $F(1, 161) = 18.700, P = 0.000$ 。两组被试间差异显著 $F(1, 161) = 7.349, P = 0.007$ ，运动性失语组被试在肯定句和否定句理解平均反应时分别为 2980.5ms 和 4095.9ms，感觉性失语组被试肯定句、否定句反应时分别为 4014.9ms 和 4371.2ms。句型与被试类型间交互作用显著 $F(1, 161) = 4.976, P = 0.027$ ，见表 1。

表 1. 平均反应时

被试类型	反应时均值 (ms)	
	肯定句 均值±标准差	否定句 均值±标准差
所有被试	3488.1±1816.1	4231.0±2014.6
运动性失语	2980.4±1423.4	4095.9±1955.9
感觉性失语	4014.9±2026.9	4371.2±2076.7

对被试整体反应错误率统计显示，两类失语被试对肯定句和否定句加工总体的正确率较好，尽管否定句完成更差，错误率为 41.18%，即否定句错误率更高，但是无论是失语类型还是句子类型来看，方差结果显示错误率之间并无显著差异 ($P = 0.068$)。但结合被试的反应时来看，反应时差异显著则可以认为被试在达到相近正确率的情况下，否定句理解加工用时显著长于肯定句。见表 2。

表 2. 平均错误率

被试类型	错误率 (%)	
	肯定句 均值±标准差	否定句 均值±标准差
所有被试	22.82±16.78	41.18±30.81
运动性失语	23.32±13.82	43.34±28.95
感觉性失语	22.32±21.02	39.01±35.86

4. 讨论

有针对性的收集与运动性失语数量相当的感觉性失语患者，进行肯/否定句加工研究，揭示了不同脑区损伤部位导致了不同实验语料平均反应时和错误率的差异。从被试对两种句型的整体加工结果来看，被试对于肯定句和否定句理解任务完成的错误率之间并无显著差异。但反应时有一定的差异，被试对肯定句加工的时间显著短于否定句，即对于运动性失语和感觉性失语患者而言，对于否定句加工都比肯定句困难。从两类被试间的反应时来看，无论肯定句，还是否定句，运动性失语患者的反应时均快于感觉性失语。

失语类型和研究结果显示，颞叶相对未受损被试群体在理解加工中表现更好，即颞叶更多参与汉语句子理解过程。从同类被试对不同句型的反应时来看，运动性失语被试组肯定句、否定句反应时大于感觉性失语被试组。因为运动性失语被试主要是左侧额叶区损伤，因此，颞叶更多参与了肯定句的加工过程，感觉性失语组被试在肯定句上的反应时长也可以证明这一点，因为颞叶损伤，在同样是肯定句的情况下，感觉性失语被试的反应时长于运动性失语患者。从左侧颞顶叶损伤的感觉性失语被试对两类句型的加工情况来看，结合运动性失语患者在否定句上的表现，可以发现否定句加工中额叶、颞叶均有参与，但额叶较之肯定句有更多参与。

实验中不同脑区损伤被试的表现表明，脑区损伤带来的脑神经机制障碍可能是造成被试反应时差异显著的原因之一。两类被试的实验结果不但表明两类失语患者对不同否定句语料整体加工的差异，句型和被试类型间也存在交互作用 $F(1, 161) = 4.976, P = 0.027$ 。已有研究表明，否定句加工存在特异性的脑区，例如左运动前区（Left premotor BA 6），顶叶下部（Inferior parietal BA 40）等区域。Carpenter et al. (1999) [24]，Tettamanti et al. (2005) [29]，Christensen (2009) [26]，Bahlmann et al. (2011) [27]等将否定句加工的特定脑区确定在上述部位，然而这写研究也缺乏汉语研究结果。前人研究多是以 Broca 失语症患者为被试进行，患者多表现出临床失语法症状，因此理论解释多以 Broca 失语症患者建构，鲜有 Wernicke 失语患者否定句加工情况的报道。而 Broca 和 Wernicke 失语，或称运动性失语和感觉性失语，是学界比较公认的失语类型划分方法，且两类失语症患者损伤部分相对区分明显，运动性失语患者主要是左侧额叶区损伤，主要为左额下回后部（BA44）；感觉性失语则集中在左侧颞上回后部。又因为这两个脑区是主要的语言加工区，那么二者不同程度的损伤在相同的任务加工中一定能出现不相同的表现。

两类被试内部对两类语料的加工结果均表现出显著性差异，同时，运动性失语被试主要为左侧额叶损伤，感觉性失语为左侧颞顶叶区域损伤，这一结果表明额叶和颞顶叶都参与了汉语句子的理解加工，而在两类语料上，运动性失语患者的表现均好于感觉性患者，因为运动性失语患者颞叶未受损，因此更多参与了两类句子的理解加工过程。根据感觉性失语被试在两类语料上反应时结果，我们认为颞叶在一般肯定句理解加工中参与更多，而否定句理解加工需要颞叶和额叶共同作用。这些脑区则可能是造成否定句和肯定句理解加工中反应时出现显著差异的神经基础。因此，在肯/否句加工过程中，大脑优势半球的额叶、颞叶区都会激活，肯定句加工中颞叶区参与多一些，否定句加工则需要额、颞叶共同作用，且额叶的激活会显著于肯定句加工。

汉语失语症患者表现出的“否定效应”可以用“语迹删除假说”来解释。对于“否定效应”的解释有二，一是命题表征理论和经验模拟观（Kaup & Zwaan, 2003、2006）[3-4]，这一假说认为否定加工从事件被否定状态的模拟转向对事件事实状态的模拟的过程中较之肯定句多出一程序，从而造成了否定句加工困难。这一假说被许多研究者验证（Lüdtke et al., 2008；Hasson & Glucksberg, 2006；Isabel et al., 2014）[28、19、22]。然而汉语否定句的研究与此结果相悖，汉语否定句理解中并非严格遵守“否定加工的两步模拟假说”的结论。我们可以借助“语迹删除假

说” (Grodzinsky, 1995) [30]。“语迹删除假说”(Trace Deleting Hypothesis, TDH), 认为 Broca 失语症病人的句法障碍只会对某些类型的移位结构产生特异性的理解困难 (Grodzinsky & Finkel, 1998; Grodzinsky, 2000) [31-32], 而理解其他非移位结构的能力相对完整 (Grodzinsky 1995, 2000; Grodzinsky et al., 1993; Drai & Grodzinsky, 2006; Vasic et al., 2006) [30、32-35]。综上所述, 汉语失语症患者在肯定句和否定句进行理解加工时, 对两类句子加工的反应正确率相当, 说明语迹删除假说适用于汉语句子理解加工。被试间对两类句子相近正确率情况下, 对两类句子加工的反应时差异显著则可表明, 失语症患者对两种句型加工的不同原因在于两类句型材料本身的差异, 即肯定句和否定句加工的差异并非简单有无语素“没”的不同, 很可能需要额外的心理加工过程。

References

- [1] H. H. Clark, and W. G. Chase, On the process of comparing sentences against pictures ☆. *Cognitive Psychology*, Vol. 3, pp.472-517, 1972.
- [2] P. A. Carpenter, and M. A. Just, Sentence comprehension: a psycholinguistic processing model of verification. *Psychological Review*, Vol. 82, pp.45-73, 1975.
- [3] B. Kaup, and R. A. Zwaan, Effects of negation and situational presence on the accessibility of text information. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, Vol. 29, pp. 439-446, 2003.
- [4] B. Kaup, J. Lüdtke, and R. A. Zwaan, Processing negated sentences with contradictory predicates: is a door that is not open mentally closed?. *Journal of Pragmatics*, Vol.38, pp. 1033-1050, 2006.
- [5] U. Hasson, and S. Glucksberg, Does understanding negation entail affirmation? : an examination of negated metaphors. *Journal of Pragmatics*, Vol. 38, pp.1015-1032, 2006.
- [6] L. Bebout, Processing of negative morphemes in aphasia: an example of the complexities of the closed class/open class concept. *Clinical Linguistics & Phonetics*, Vol. 7, pp. 161-172, 2009.
- [7] C. M. Taylor, Negative morphemes in aphasia: comments on bebout (1993). *Clinical Linguistics & Phonetics*, Vol.10, pp.1-13, 1996.
- [8] N. Friedmann, and Y. Grodzinsky, Tense and agreement in agrammatic production: pruning the syntactic tree. *Brain & Language*, Vol. 56, pp.397-425, 1997.
- [9] N. Friedmann, Generalizations on variations in comprehension and production: a further source of variation and a possible account. *Brain & Language*, Vol. 96, pp. 151-153, 2006.
- [10] M. Lee, Dissociations among functional categories in korean agrammatism. *Brain & Language*, Vol. 84, pp. 170-188, 2003.
- [11] J. Lee, L. H. Milman, and C. K. Thompson, Functional category production in agrammatic speech. *Brain & Language*, Vol. 95, pp.123-124, 2005.
- [12] M. W. Dickey, L. H. Milman, and C. K. Thompson, Judgment of functional morphology in agrammatic aphasia. *Journal of Neurolinguistics*, Vol. 21, pp. 35-65, 2008.
- [13] J. Rispens, R. Bastiaanse, and R. V. Zonneveld, Negation in agrammatism: a cross-linguistic comparison. *Journal of Neurolinguistics*, Vol. 14, pp. 59-83, 2001.
- [14] R. Bastiaanse, J. Rispens, E. Ruigendijk, O. J. Rabadaán, and C. K. Thompson, Verbs: some properties and their consequences for agrammatic broca's aphasia. *Journal of Neurolinguistics*, Vol. 15, pp. 239-264, 2002.
- [15] Valantis Fyndanis, Spyridoula Varlokosta, and Kyrana Tsapkini, (morpho)syntactic comprehension in agrammatic aphasia: evidence from greek. *Aphasiology*, Vol. 27, pp.398-419, 2013.
- [16] M. Arthur, Glenberg, and A. David, Robertson, Indexical understanding of instructions. *Discourse Processes*, Vol. 28, pp.1-26, 1999.

- [17] W. Kintsch, and T. A. Van Dijk, Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, Vol. 85, pp. 363-394, 1978.
- [18] M. C. Macdonald, and M. A. Just, Changes in activation levels with negation. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, Vol.15, pp. 633-642,1989.
- [19] U. Hasson, and S. Glucksberg, Does understanding negation entail affirmation? : an examination of negated metaphors. *Journal of Pragmatics*, Vol. 38, pp.1015-1032, 2006.
- [20] B. Kaup, Negation and its impact on the accessibility of text information. *Memory & Cognition*, Vol.29, pp.960-967, 2001.
- [21] Rachel Giora, Ofer Fein, Jonathan Ganzi, Natalie Alkeslassy Levi, and Hadas Sabah, On negation as mitigation:, the case of negative irony. *Discourse Processes*, Vol.39, pp.81-100, 2005.
- [22] I. Orenes, D. Beltrán, and C. Santamaría, How negation is understood: evidence from the visual world paradigm. *Journal of Memory & Language*, Vol. 74, pp. 36-45, 2014.
- [23] B. Kaup, R. H. Yaxley, C. J. Madden, R. A. Zwaan, and Jana Lüdtkke, Experiential simulations of negated text information. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, Vol. 60, pp.976-990, 2007.
- [24] P. A. Carpenter, M. A. Just, T. A. Keller, W. F. Eddy, and K. R. Thulborn, Graded functional activation in the visuo-spatial system with the amount of task demand. *Cogn. Neurosci.* Vol. 11, pp.9–24, 1999.
- [25] M. Tettamanti, R. Manenti, P. A. Della Rosa, A. Falini, D. Perani, and S. F. Cappa, et al., Negation in the brain: modulating action representations. *Neuroimage*, Vol. 43, pp.358-367, 2008.
- [26] K. R. Christensen, Negative and affirmative sentences increase activation in different areas in the brain. *Journal of Neurolinguistics*, Vol. 22, pp. 1-17, 2009.
- [27] J. Bahlmann, J. L.Müller, M. Makuuchi, and A. D. Friederici, Perisylvian functional connectivity during processing of sentential negation. *Frontiers in Psychology*, Vol. 2, pp.1–10, 2011.
- [28] J. Lüdtkke, C. Friedrich, M. De Filippis, B. Kaup, Event-related potential correlates of negation in a sentence–picture verification paradigm. *Journal of Cognitive Neuroscience*, Vol. 20, pp.1355, 2008.
- [29] M. Tettamanti, G. Buccino, M. C. Saccuman, V. Gallese, M. Danna, and P. Scifo, et al., Listening to action-related sentences activates fronto-parietal motor circuits. *Journal of Cognitive Neuroscience*, Vol. 17, pp.273-281, 2005.
- [30] Y. Grodzinsky, A restrictive theory of agrammatic comprehension. *Brain & Language*, Vol. pp. 27-51, 1995.
- [31] Y. Grodzinsky, and L. Finkel, The neurology of empty categories. *Journal of Cognitive Neuroscience*, Vol. 10, pp.281–292, 1998.
- [32] Y. Grodzinsky, The neurology of syntax: language use without broca's area. *Behavioral & Brain Sciences*, Vol. 23, pp. 21-71, 2000.
- [33] Y. Grodzinsky, K. Wexler, Y. Chien, S. Marakovitz, and J. Solomon, The breakdown of binding relations. *Brain and Language*, Vol. 45, pp. 396–422,1993.
- [34] D. Drai, and Y. Grodzinsky, A new empirical angle on the variability debate: quantitative neurosyntactic analyses of a large data set from broca's aphasia. *Brain & Language*, Vol. 96, pp.117-128, 2006.
- [35] N. Vasic, S. Avrutin, and E. Rui gendijk, Interpretation of pronouns in VP-ellipsis constructions in Dutch Broca's and Wernicke's aphasia. *Brain and Language*, Vol. 96, pp.191–206, 2006.