

· 临床研究 ·

脑卒中患者不同语言范式下语言认知 N400 的差异

韩静 李华

【摘要】目的 研究脑卒中患者在不同语言范式下语言认知 N400 的差异,探讨脑语言认知过程。**方法** 分别选取 20 例首发单病灶脑卒中患者作为脑卒中组和 20 例健康体检者作为对照组,以“图片-词语”和“句子-词语”两种范式作为刺激材料,测试其语言认知过程中的 N400。两种范式启动刺激分别为图片和句子,靶刺激均为词语,词语又分为动词和名词两种形式。记录 2 组受试者 Fz、Pz、T3、T4 四点 N400 波。比较 N400 差异波潜伏期、波幅,以及行为反应的差异。**结果** 启动刺激,句子启动潜伏期为 $[(396.66 \pm 48.23) \text{ms}]$,较图片启动潜伏期 $[(369.56 \pm 60.45) \text{ms}]$ 显著延长 ($P < 0.01$),而 Pz 点波幅降低 ($P < 0.05$)。靶刺激,脑卒中组与对照组均表现为动、名词之间的潜伏期、波幅差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。2 组受试者句子启动平均反应时为 $[(720.54 \pm 244.52) \text{ms}]$,较图片启动反应时 $[(601.07 \pm 195.57) \text{ms}]$ 显著延长 ($P < 0.05$),而句子启动刺激的平均正确率为 93.80%,与图片启动刺激的平均正确率 97.08% 比较,差异有统计学意义 ($P < 0.01$)。**结论** 大脑对语言认知存在多种刺激激活、整合、加工过程。大脑对图片刺激语言认知更敏感,准确度更高,句子刺激认知启动较慢、错误率较高,提示在儿童语言教育中应增加语言认知多样化启动刺激。

【关键词】 脑卒中; 语言认知; 事件相关电位; N400

The variation of N400 event-related potentials during language cognition of different paradigms in stroke patients HAN Jing*, LI Hua. *Medical College of Shihezi University, Shihezi 832000, China

Corresponding author: LI Hua, Email: lh-shzpd@126.com

【Abstract】Objective To explore the cognition processes of language in stroke patients by characterizing the differences between the event-related potentials (ERPs) N400 evoked by "picture-word" and "sentence-word" paradigms. **Methods** Twenty patients with a single brain lesion resulting from a first episode of stroke were tested along with 20 normal controls. Their N400 ERPs were tested using pictures and sentences as activating stimuli and phrases composed of nouns and verbs as the target stimuli. The N400 potentials were recorded from electrodes located at Fz, Pz, T3 and T4 positions of the International 10-20 system. The N400 latencies and amplitudes and the behavioral responses of the experimental and control groups were compared. **Results** The latencies were longer and the amplitudes were lower in response to sentence activation than to picture activation. The differences in terms of amplitude were the greatest with N400 recorded from Pz. The responses to the target stimuli were not significantly different with regard to the types of stimuli and recording location. The average response time was longer and the error rate was higher in response to sentence activation than to picture activation. **Conclusion** Multiple accesses, activating stimuli and integrating processes are involved in language cognition. The brain is more sensitive and accurate in response to picture stimuli in language cognition. The response to sentence stimuli is slower, and the error rate is higher. This suggests that it is better to use varied prime stimuli in teaching children languages.

【Key words】 Stroke; Language cognition; Event-related potentials; N400

目前,语言认知 N400 的研究多局限于正常人,有关脑损伤患者的研究较少,且图片、句子等不同的语言范式均可诱发出 N400,其是否存在差异,尚鲜见报道。

本研究以脑卒中患者为对象,旨在研究其在“图片-词语”和“句子-词语”语言范式下的语言认知 N400 是否存在差异。

资料与方法

一、研究对象

选取 2006 年 1 月至 2007 年 2 月石河子大学医学院第三附属医院神经内科收治的脑卒中患者 20 例设为脑卒中组,其中男 15 例,女 5 例;年龄 35 ~ 70 岁,平

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2013.01.002

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31260235)

作者单位:832000 石河子,石河子大学医学院第三附属医院(石河子市人民医院)神经内科(韩静、李华);石河子大学医学院(韩静)

通信作者:李华,Email:lh-shzpd@126.com

均(55.65 ± 11.15)岁;病程 2 ~ 46 周,平均(21.90 ± 14.91)周;脑梗死 7 例,脑出血 13 例。所有患者均为首次发病,且经 CT/MRI 确诊为单一病灶者。另选取同期来院进行体检且性别、年龄与脑卒中组相匹配的健康受试者 20 例设为对照组,其中男 15 例,女 5 例;年龄 37 ~ 71 岁,平均(55.30 ± 10.26)岁。

脑卒中组排除偏盲者、忽视者、中重度失语患者、视力、听力及智能障碍患者以及脑水肿、脑萎缩及腔隙性脑梗死患者。2 组受试者母语均为汉语,受教育年限均在 3 年以上,均为右利手,神志清楚、合作,定向力正常,至少一侧手肌力在 IV 级以上,且均签署知情同意书。2 组受试者的性别、年龄等一般资料经统计学比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

二、N400 实验

实验设计参照陈漩等^[1]的研究,选用启动范式,启动刺激分为图片和句子两种,靶刺激均为词语。“图片-词语”刺激中,1 帧图片和 1 个词语为 1 组,共 110 组;“句子-词语”刺激中,每句由 4 ~ 6 个词语组成,最后 1 个词为靶词,共 110 句。“图片-词语”和“句子-词语”刺激中,靶词均分为名词和动词,其中名词 55 组(句)、动词 55 组(句)。启动刺激与靶刺激的关系分为语义一致和语义不一致。110 组(句)中,10 组(句)为模拟练习,100 组(句)为正式测验,其中语义一致和语义不一致各半。运用 E-prime 软件将刺激材料编程,由 17 寸纯平显示器(屏幕刷新率 85 Hz,分辨率 1024 × 786)以视觉方式呈现。

刺激材料出现顺序随机,其中语义一致出现的概率为 0.6,语义不一致出现的概率为 0.4。受试者于温度、光线适宜的室内安静环境中,坐在背靠式软椅上,双眼与屏幕上显示的刺激材料平行,距屏幕约 60 ~ 80 cm。图片为彩色,词语为白色,背景统一选用黑色以减轻视觉疲劳。测验开始前向受试者说明本实验的目的及要求,待其理解、同意配合后,按照 10-20 国际脑电记录系统,将记录电极置于被试者头皮 Fz、Pz、T3、T4 四点,地线置于 FPz,参考电极为双耳垂,各电极阻抗均小于 5 kΩ。滤波频宽为 0.5 ~ 50.0 Hz。接下来,请受试者戴上耳机,仔细听每部分指导语,然后进行按键练习,熟悉操作,直至被试者完全理解、掌握后进行正式测验。测验过程中,采用诱发电位仪记录波形,E-prime 记录被试的按键反应(包括反应时和正确率)。波形的分析时间为 1200 ms,其中包括靶词显示前 200 ms 和靶词显示时 1000 ms。删除眼动或其它原因引起波幅超过 75 μV 的波,将采集的数据存入计算机硬盘。将记录的波形进行叠加、平均得到头皮各点波形以及差异波的平均波形图,测量 N400 差异波各点的潜伏期和波幅。差异波系语义不一致条件下的

N400 总平均波与语义一致条件下的 N400 总平均波相减所得,又称 N400 效应。于 300 ~ 550 ms 的时间窗,选择最大负向波进行分析,测量其峰潜伏期和波幅。峰潜伏期为刺激起始点到波峰顶点的垂直距离。波幅的测量采用“峰-峰”值,即前支峰波谷到波峰的电压^[2]。

三、统计分析

采用 SPSS 10.0 版统计学软件进行统计学分析,采用重复测量方差分析进行统计学处理,经 Mauchly 球形检验,如 $P < 0.05$,根据 Geisser-Greenhouse 法对自由度进行调整。本研究重复测量方差分析包括 4 个因素:分组(脑卒中组和对照组)、启动刺激(图片和句子)、靶刺激(动词和名词)、电极分布位置(Fz、Pz、T3、T4)。对重复测量结果出现主效应显著或交互作用显著时,进一步做两独立样本的 *t* 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义

结 果

一、N400 波形

根据刺激材料的不同,分别将脑卒中组和对照组各点的 N400 波以及 N400 差异波进行叠加、平均,得到总平均波形图(图 1、2)。从各点波形的总平均波形图中可以观察到,在 150 ~ 550 ms 时窗,均有一个宽大而明显的负波-N400,这表明,脑卒中组和对照组在“图片-词语”和“句子-词语”两部分语义一致和语义不一致两种情况下,均引出了 N400 波;从图中可见,

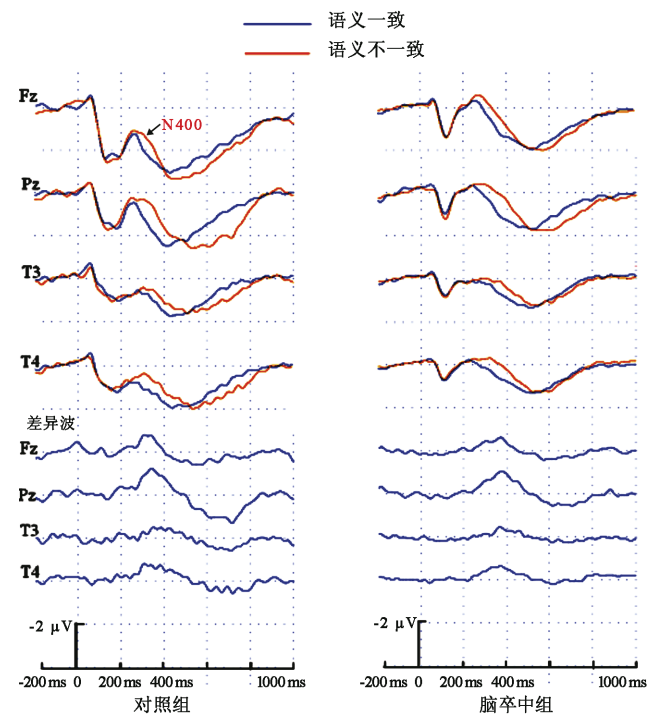


图 1 脑卒中组与对照组“图片-词语”N400 总平均波形比较

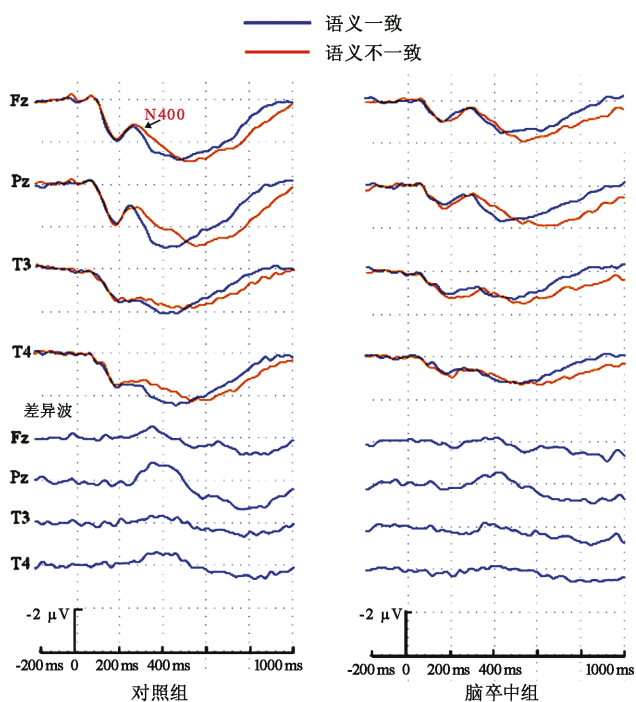


图2 脑卒中组与对照组“句子-词语”N400 总平均波形比较

语义不一致时 N400 波形更明显,波幅高,峰潜伏期长。从差异波的总平均波形图中可以观察到,在200~600 ms 时窗,均有一个宽大而明显的负向波,即 N400 差异波,反映了 N400 效应。

二、N400 潜伏期和波幅分析

用 $2 \times 2 \times 2 \times 4$ (分组 \times 启动刺激 \times 靶刺激 \times 电极分布位置) 重复测量方差分析,对所有受试者 N400 差异波的潜伏期、波幅进行主效应和交互作用分析。

(一) 不同启动刺激之间 N400 比较

1. N400 潜伏期:启动刺激的主效应显著,句子启动潜伏期 $[(396.66 \pm 48.23) \text{ ms}]$ 较图片启动潜伏期 $[(369.56 \pm 60.45) \text{ ms}]$ 延长 ($F = 5.78, P < 0.05$)。启动刺激与靶刺激的交互作用不显著。启动刺激与电极分布位置的交互作用显著,句子启动较图片启动各点潜伏期延长 ($P < 0.05$)。

2. N400 波幅:启动刺激的主效应显著,图片启动波幅 $[(2.28 \pm 0.82) \mu\text{V}]$ 较句子启动波幅 $[(2.01 \pm 0.63) \mu\text{V}]$ 高, $F = 5.78, P < 0.05$ 。启动刺激与电极分布位置的交互作用显著,图片启动与句子启动各点波幅比较显示,两种启动之间 Pz 点波幅具有显著差异,图片启动较句子启动 Pz 点波幅高 ($F = 2.87, P < 0.05$)。

(二) 不同靶刺激之间 N400 比较

N400 潜伏期:靶刺激的主效应不显著。靶刺激和电极分布位置的交互作用显著,但进一步分析发现,不同靶刺激在不同的电极位置上的潜伏期之间差异无统

计学意义 ($P > 0.05$)。N400 波幅:靶刺激主效应以及靶刺激与电极位置的交互作用均不显著。这说明靶刺激为动词和名词各电极之间 N400 潜伏期和波幅均无统计学差异 ($P > 0.05$)。所有受试者动词较名词潜伏期延长、波幅升高,但两者之间比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

三、行为反应

对所有受试者测定其反应时和正确率,所得数据用多因素(分组、启动刺激、靶刺激)方差分析,分析各因素的主效应以及因素间的交互作用。

反应时:启动刺激的主效应显著,句子启动刺激平均反应时 $[(720.54 \pm 244.52) \text{ ms}]$,较图片启动刺激反应时 $[(601.07 \pm 195.57) \text{ ms}]$ 延长 ($F = 12.77, P < 0.01$)。正确率:启动刺激的主效应显著,图片启动刺激平均正确率为 (97.08%) 较句子启动刺激正确率 (93.80%) 高 ($F = 23.493, P < 0.01$)。在反应时和正确率上,靶刺激的主效应以及启动刺激与靶刺激的交互作用差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

讨 论

本研究分别进行了“图片-词语”和“句子-词语”的 N400 实验。记录大脑对靶词认知加工过程中的 N400。一般认为,词语的认知包括词汇水平的认知加工过程和词汇后水平的词汇后整合加工过程^[3]。词汇水平认知加工过程是从被感觉(听觉或视觉)到的输入词信息中提取基本特征成分,并激活脑内相应的心理词典产生器的过程。词汇后整合加工过程是指将来自词汇水平认知加工的信息和原有的认知结构中的各种信息进行整合,形成高级语言意义表征的过程。词汇后整合加工进行的是更深层次的语言理解加工,目前多数学者认为 N400 反映了词汇后整合过程,其波幅反映了整合加工的困难程度。

本研究中采用启动范式,进行“图片-词语”和“句子-词语”的 N400 实验。启动刺激对靶词认知加工的影响,称为语义启动效应。启动刺激规定出一定的语境范围,相关语境会促进对靶词的再认,无关语境会延缓对靶词的再认。

一、不同启动刺激之间的 N400 差异

以往,国外的研究选用的是黑底白线图作为图片启动刺激材料,其目的是排除颜色因素对实验结果的干扰^[4-5],而本研究认为,采用现实生活中人们较为熟悉的彩色图片作为图片启动刺激材料,这样能够更加真实地再现实物的原来面貌,符合现实生活中人们对实物信息的认知加工过程,也可排除受试者因对刺激材料不熟悉而干扰实验结果。本研究中,句子刺激材料以视觉方式呈现,与同类研究的呈现方式相似^[6-7]。

N400 的波幅反映了脑内和词相关的概念知识再认的难易程度,不仅依赖于大脑自身的表征系统,还与语境提供的再认线索有关^[8]。本研究中,图片启动较句子启动 Pz 点波幅高,说明大脑对图片启动语义认知加工较句子启动语义认知加工更为复杂。与句子启动相比,图片启动时脑内更多神经细胞参与语义认知加工,尤其以大脑顶叶更为明显。由于图片属于间接语言信息,笔者在研究中设定了相应词语与之对应,受试者在实验中看到图片信息后首先要将图片间接语言信息转化为直接语言信息,然后在脑内进行语言高级整合、加工才能变为与之相应的词汇,整个认知过程要比“句子-词语”直接语言信息刺激复杂,在本实验中表现为大脑顶叶图片启动刺激 N400 效应明显,同时也证明了顶叶参与了图片-语义信息转化的整合过程。

本实验由于启动刺激不同,引起脑内空间结构加工不同,“图片-词语”N400 实验中,图片启动刺激涉及到三维结构,除“图片”和“词语”转换外,可能会导致脑内语言加工空间构象的转换,使得脑内深层语言认知加工变得更为复杂,需要参与的神经元、神经结构增多。“句子-词语”实验中,启动刺激为二维结构,脑内对语言认知加工不存在空间构象转换,因此语言认知较为简单。由于顶叶参与图片信息的加工,本实验提示,大脑空间构象转换为语言认知加工的过程,与大脑皮质顶叶有关。

本研究无论脑卒中组或对照组,句子启动均较图片启动 N400 潜伏期延长,且反应时延长、正确率下降。此结果可能存在 2 种原因:①由于句子启动刺激是以一种语言和结构模式出现,而图片启动刺激是以 2 种语言和结构模式呈现,可能对大脑刺激更敏感,大脑反应更快、正确率更高,这与儿童语言认知发育过程具有一致性;②也可能与“图片-词语”和“句子-词语”两部分任务难度不同有关。“图片-词语”实验中,启动刺激是以完整图形信息一次呈现,要求被试判断靶词与启动刺激图片是否匹配;而“句子-词语”实验中,启动刺激由 4~6 个词组成,语言信息以分次形式呈现,被试必须全部读完整个句子启动刺激,方能判断启动刺激与靶词之间语义是否一致。这在一定程度上也造成了大脑对“句子-词语”认知启动缓慢、认知错误率增加。这进一步提示,在儿童语言教育过程中应增加语言认知多样化启动刺激。

二、不同靶刺激之间 N400 差异

本研究“图片-词语”和“句子-词语”两部分 N400 实验中,靶刺激(靶词)均分为名词和动词两种,比较动、名词之间 N400 效应是否存在差异。结果显示,所有被试动词较名词潜伏期延长、波幅升高,但两者之间差异无统计学意义($P > 0.05$)。

“语义组织”假设认为,名词指代-易知觉成整体的物质,语义有相互关联的层次结构,语义关系简单,更可预见;动词指代-知觉领域的不同方面,语义结构以多种组织原则组成,语义关系比名词多而且复杂。动词的关键语义关系可预见性低,是以非层次维度,如变化、意向、因果等方式表征,这种结构使动词更难学,更易出错^[9]。Khader 等^[10]运用词性相同和词性不同的词对,比较动词和名词的 N400 效应,未发现动词和名词之间的 N400 差异。Rösler 等^[11]分别给被试呈现“名词-名词”和“动词-动词”的词对,要求判断前后两个词的语义关系,结果显示,名词词对较动词词对引出的 N400 波幅高,但两者 N400 效应的地形图无显著性差异。本实验通过对动、名词 N400 效应比较,未发现两者之间的差异性,再次证明,语义整合加工不依赖于词的分类。

参 考 文 献

- [1] 陈漩,金梅. 正常人汉语句子事件相关电位 N400 研究. 第一军医大学学报, 2003, 23: 812.
- [2] 罗跃嘉. 认知神经科学教程. 北京: 北京大学出版社, 2006: 143、311.
- [3] 杨文俊. 大脑高级功能的神经电生理. 北京: 中国科学技术出版社, 1998: 102-135.
- [4] D'Arcy RC, Marchand Y, Eskes GA, et al. Electrophysiological assessment of language function following stroke. Clin Neurophysiol, 2003, 114: 662-672.
- [5] Hamm JP, Johnson BW, Kirk IJ. Comparison of the N300 and N400 ERPs to picture stimuli in congruent and incongruent contexts. Clin Neurophysiol, 2002, 113: 1339-1350.
- [6] Connolly JF, Phillips NA, Forbes KA. The effects of phonological and semantic features of sentence-ending words on visual event-related brain potentials. Electroencephalogr Clin Neurophysiol, 1994: 276-287.
- [7] Simos PG, Basile LF, Papanicolaou AC. Source localization of the N400 response in a sentence-reading paradigm using evoked magnetic fields and magnetic resonance imaging. Brain Res, 1997, 762: 29-39.
- [8] Kutas M, Federmeier KD. Electrophysiology reveals semantic memory use in language comprehension. Trends Cogn Sci, 2000, 4: 463-470.
- [9] 陈新葵, 张积家, 方燕红. 动、名词的认知及其脑机制. 华南师范大学学报(社会科学版), 2005: 124.
- [10] Khader P, Scherag A, Streb J, et al. Differences between noun and verb processing in a minimal phrase context: a semantic priming study using event-related brain potentials. Brain Res Cogn Brain Res, 2003, 17: 293-313.
- [11] Rösler F, Streb J, Haan H. Event-related brain potentials evoked by verbs and nouns in a primed lexical decision task. Psychophysiology, 2001, 38: 694-703.

(修回日期:2012-11-03)

(本文编辑:阮仕衡)