

世界知识在句子理解中的整合时程^{*}

金 花¹ 钟伟芳¹ 徐贵平¹ 蔡梦娴¹ 杨玉芳² 莫 雷¹

(¹华南师范大学心理应用研究中心, 广州 510631)(²中国科学院心理研究所, 北京 100101)

摘 要 Hagoort 等(2004)应用背离范式发现世界知识和单词意义在句末的整合是同时进行的。本研究将背离信息提前到句首短语中,旨在探讨世界知识在句子阅读过程中被整合的时程特征。实验采用四词句子为材料,其中第二个词(目标词)含有单词意义或世界知识背离信息,记录并比较被试在阅读后三个词时诱发的脑电变化。结果发现:与正确句子比较,无论是单词意义背离还是世界知识背离,背离目标词均引发出经典的 N400,二者在峰值时间和始潜时无显著差异,但世界知识背离信息诱发的 N400 波幅值相对较小。句中的后继单词不再诱发类似的 N400;但到句子结尾,两类含有背离信息句子的句末正常单词又诱发出类似 N400 的一个负波。结果提示,在句子理解过程中,世界知识的整合与单词意义的整合相似,可能是随着句子理解过程即时进行的,整合的结果不影响后继信息的加工;但到了句末,读者在对整个句子内容作真实性判断时会对先前进行过的整合再进行考察。

关键词 N400; 世界知识; 句子理解

分类号

1 前言

在阅读过程中,如果读到“可口的姚明是明星。”这样的句子时,语言学知识告诉我们这个句子没有连贯的意义,因为人物“姚明”不可能是“可口的”。但当读到“矮小的姚明是明星。”这样的句子时,尽管这个句子在词法与语法上都没有任何问题,我们可以理解其表述的事件,但我们同样意识到这个句子是有悖于真实意义的。因为联系我们头脑中关于世界事实的知识(语用学知识),我们可以发现这一句子描述的内容与客观事实不符,因为那个成为明星的姚明非常高大。这说明在阅读过程中,为了准确地理解句子意义,我们不仅要提取与整合句子中所含单词的语义,在语言学水平上形成对句子的理解,建构句子的意义,还必需激活与整合相关的世界知识,在语用学水平上形成对句子的理解,判断句子所表达的意义的真实性。值得探讨的问题是,读者是在何时进行这种世界知识整合的?即这种世界知识的整合是随着句子的展开而即时进行的还是在句末才进行的?如果是即时进行的,那么,随着句子后继内容的展开直到句子完成,已得到整合的世

界知识是否会被重复整合?世界知识和单词意义在句子理解中的整合是否存在相同的时间特性?

事件相关电位(ERPs)是当前对语言理解进行时间维度研究的有效工具。事件相关电位中的一个负成分——N400 被认为是语义异常信息再加工的电生理信号(Kutas & Hillyard, 1980; van Berkum, 2008)。Hagoort, Hald, Bastiaansen 和 Petersson 在 2004 年首次利用这一负性成分对句子理解中单词意义和世界知识整合的时间问题进行了探讨。在实验中,他们让荷兰被试阅读三种版本的句子并同时记录句末单词(斜体词)诱发的脑电活动:

(1) The Dutch trains are yellow and very crowded.
(正确句)

(2) The Dutch trains are white and very crowded.
(世界知识背离句,因为荷兰的火车都是黄色的。)

(3) The Dutch trains are sour and very crowded.
(单词意义背离句,因为火车不可能是酸的)

结果发现,单词意义背离和世界知识背离都诱发了 N400,而且两者在潜伏时间、波幅及脑地形图上都相似。Hagoort 等人由此提出:在句子理解过程中,与单词意义的整合相同,世界知识的整合也是即

收稿日期:2008-10-18

^{*}教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目(05JZD00034),广东省自然科学基金研究团队项目(06200524),国家自然科学基金项目(30870783,30770730)。

通讯作者:莫雷, E-mail: molei@snnu.edu.cn

时进行的。Hagoort 等人的研究很好地揭示了世界知识在句末的整合机制,为世界知识在句末的即时整合提供了神经生理学证据。但是,将目标词(产生世界知识背离信息的单词)放在句末就难以将目标信息的整合与整个句子意义的整合分离开来;而且,与单词意义背离条件不同,在世界知识背离的条件下,句子局部语境是连贯的,读者只有读完整个句子才能判断句子内容是否真正背离了世界知识。如此,很难将 Hagoort 等人的结论概化为“句子理解过程中世界知识的整合是即时进行的”,或者说,我们很难因为世界知识在句末整合时表现出的即时性和与单词意义整合的相似性而认为句中出现的 world 知识的整合也是即时发生的,与句中单词意义的整合有着相似的时程。

因此,只有让目标词离开句末位置,我们才可能有机会考察世界知识在句子理解中的整合时程,探讨本文前面提出的有关句子理解中世界知识整合的一系列问题。为此,本研究将可能出现的世界知识背离放在句首的名词性短语中。实验采用四词句子为材料,如:韩国的/澳门/是/赌城/。其中第二个词(斜体)含有语义或世界知识背离信息。我们同样应用 ERP 的一个特异性的成分——N400 作为指标来反映句子理解过程中世界知识整合的时程。实验记录并比较被试在阅读目标词及目标词后二个单词时诱发的脑电变化。如果与正确句比较:1)世界知识背离句的目标词诱发一显著的 N400,说明在句子理解过程中,世界知识的整合是随着句子的展开而即刻进行的;实验结果可拓展 Hagoort 等人的研究结论;2)世界知识背离句的结尾词而非目标词诱出一显著的 N400,说明世界知识的整合是在句末而非即时进行的,Hagoort 等人的实验结论有待商榷;3)世界知识背离句的目标词、句末词均诱发出相似的 N400,说明世界知识的整合是即刻进行的,但在句子结束时可能被再次整合。如果与单词意义背离句比较,世界知识背离句没有表现出显著不同的脑电活动,则提示在句子理解过程中世界知识和单词意义的整合时程相似;如果不然,则可认为世界知识在句子理解中的整合时程不同于单词意义的整合。

2 研究方法

2.1 被试

15 名母语为汉语的在校大学生(5 男 10 女),平均年龄 21.1 ± 1.4 岁。所有被试均身心健康、右

利手、视力正常或矫正后正常。全部被试均签署了实验知情同意书。

2.2 实验材料

刺激材料分为正确句、世界知识背离句和单词意义背离句三种类型(见表 1)。每个句子由 4 个词(8 个字)组成,句子结构为:主语(修饰词 + 名词) + 谓语(系动词) + 宾语(名词)。同一主题的三类句子的单词除句首修饰词外都相同。三种类型的句子被组成三个系列,每个系列包含正常句、世界知识背离句和单词意义背离句各 60 个,同一主题不同类型的句子不出现在同一系列中,同时每一系列分别加入 60 个与实验句结构类似的句子作为填充(也可表达为无关句,旨在不让被试猜出实验目的)。这样,每一系列的材料共有 240 个句子。

表 1 材料样例

类型	样例
正确句	中国的/澳门/是/赌城/。
世界知识背离	韩国的/澳门/是/赌城/。
单词意义背离	光滑的/澳门/是/赌城/。
填充句	著名的/歌手/在/唱歌/。

其中每个句子的第二个词为目标词,第三个词为目标后词,第四个词为句末结尾词。

2.3 实验程序

被试坐在隔音室内一张舒适的椅子上,两眼注视屏幕中心点,眼睛距屏幕 75cm。三个系列中的某一套刺激材料随机分配给被试。句子逐词呈现。首先在屏幕中央呈现红色“+”,持续 2500ms,接着是 500ms 的空屏。空屏后开始逐个呈现每个词,每一词呈现 400ms,词间距为 400ms。“。”单独呈现 400ms,以提醒被试该句结束。每个句子呈现后出现 600ms 空屏,再接着出现“+”,开始呈现下一个句子(如图 1 所示)。要求被试认真阅读屏幕上呈现的句子。程序中有 5 次休息,休息时间由被试自己控制。被试在正式实验前先进行练习以熟悉实验程序和了解实验要求。

2.4 脑电记录和 ERP 数据分析

本实验数据在中科院心理研究所心理健康重点实验室采集,实验仪器为 NeuroScan ERP 工作站,采用 64 导电极帽记录脑电,参考电极置于左侧乳突(事后分析时采用双侧乳突为参考),垂直眼电(VEOG)置于左眼上下眼眶。频带宽度为 0.05 ~ 100Hz,采样频率为 1000 Hz/导。头皮电阻小于 5 kΩ。

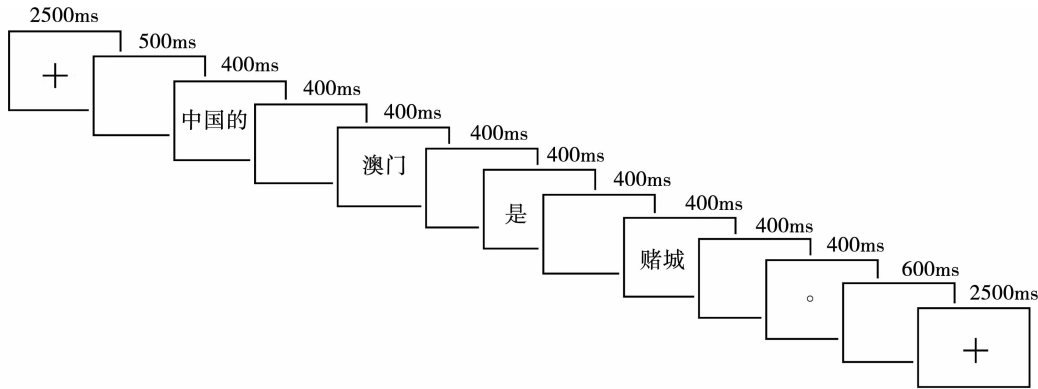


图 1 实验程序示意图

分析时程 (epoch) 为 950ms, 从刺激呈现前的 150ms (基线) 到呈现后的 800 ms。自动矫正眨眼等伪迹, 伪迹使脑电电压超过 $\pm 80\mu\text{V}$ 的脑电事件在平均叠加前被剔除。数据处理时滤波带通为 0.05 - 30Hz。对各实验句 (世界知识背离句, 单词意义背离句和正确句) 的目标词、目标后词和句末词诱发的脑电分别进行叠加和平均。

选择以下 19 个电极位置记录的 ERP 波形用于统计分析: FZ、FCZ、CZ、CPZ、PZ (中部 5 个电极点); F3、FT7、FC3、C3、TP7、CP3、P3 (左侧 7 个电极点); F4、FT8、FC4、C4、TP8、CP4、P4 (右侧 7 个电极点)。本研究主要测量并分析各个点在 350 ~ 450ms 时间窗口的平均波幅和峰值潜伏期。

采用二因素 (位置: 左/中/右; 条件: 单词意义背离/世界知识背离/正常) 重复测量方差分析 (ANOVAs) 对 N400 的峰值潜伏期和平均波幅进行

分析, 采用 Greenhouse-Geisser 法校正 p 值。

3 结果

与正确句子比较, 单词意义背离和世界知识背离的目标词和句末词均诱发一负性偏移, 约在单词呈现后 250 ~ 300ms 开始出现 (在 grand average 上), 约在 400ms 时达到峰值, 在中央 - 顶部位置达到最大值。图 2 ~ 图 4 分别为三类条件下目标词、句末词和目标后词在 Cz 点诱发的脑电和 350 ~ 450ms 的脑地形图。从图 2 和图 3 可见, 目标词和句末词都诱发了一个负波, 大约在 400ms 左右达到峰值, 根据其极性、分布和时间特点, 我们认为目标词诱发的是经典的 N400, 而句末词诱发的也属于 N400, 为与经典的语义背离单词诱发的 N400 相区分, 在此称为类 N400。而目标后词诱发的 ERP 没有出现类似的负性偏向 (图 4)。

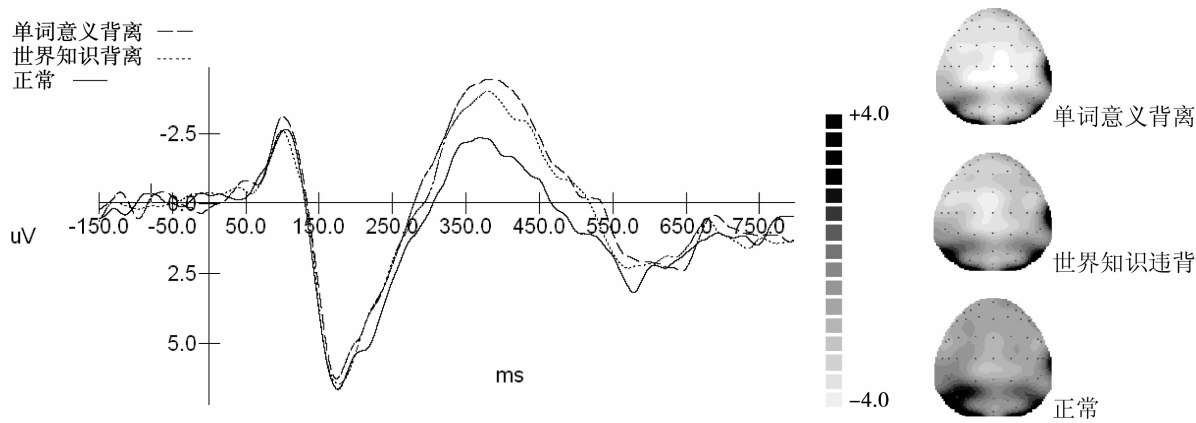


图 2 不同实验条件下目标词诱发的 Cz 点 ERPs 总平均图 (左) 和脑地形图 (右)

在观察各关键词诱发的 ERP 总波形和头皮分布的基础上, 我们以刺激呈现后 350 ~ 450ms 为时间窗口, 进一步对 N400 和类 N400 的平均波幅进行了二因素 3 (实验条件: 世界知识背离、单词意义背离、

正常) $\times$ 3 (位置: 左、中、右) 的重复测量方差分析。对目标词诱发的 N400 波幅的方差分析结果表明, 条件主效应显著, $F(2, 28) = 18.54, p < 0.001$; 电极位置主效应显著, $F(2, 28) = 8.44, p < 0.005$;

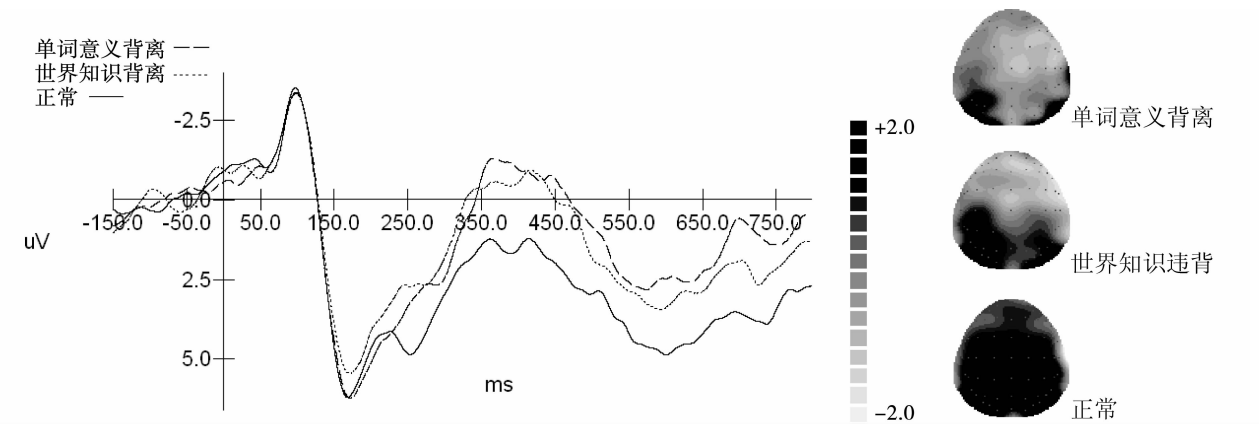


图3 不同实验条件下句末词诱发的 Cz 点 ERPs 总平均图(左)和脑地形图(右)

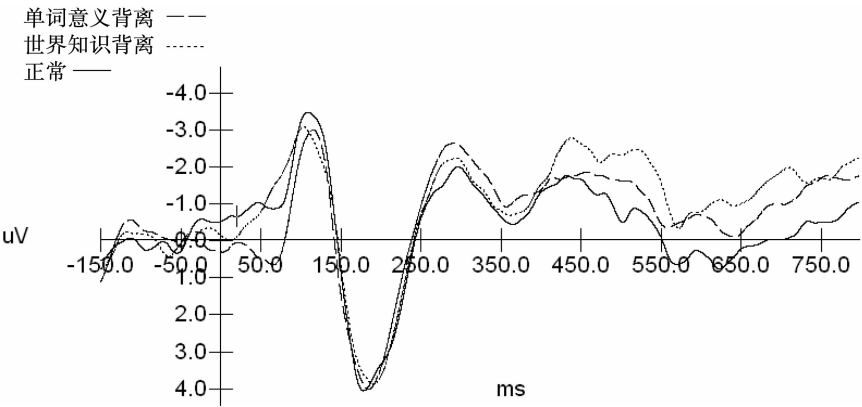


图4 不同实验条件下目标后词诱发的 CZ 点 ERPs 总平均图

二者交互作用不显著, $F(4, 56) = 2.41, p > 0.05$ 。三种条件 N400 波幅多重比较结果表明, 单词意义背离条件下诱发的 N400 波幅均显著大于正确条件下诱发的 ($p < 0.001$), 世界知识背离条件下诱发的 N400 波幅显著大于正确条件下诱发的 ($p < 0.01$), 单词意义背离条件下的波幅显著大于世界知识背离条件下的波幅 ($p < 0.05$)。进一步对三个电极位置下的 N400 波幅做多重比较, 结果表明, 中部波幅显著大于左右两侧 ($p < 0.01$); 左右两侧波幅没有显著差异 ($p > 0.1$)。对不同实验条件下目标词诱发的 N400 的峰值潜伏期的单因素重复测量方差分析没有发现显著差异, $F(2, 28) = 1.51, p > 0.1$; $F(2, 28) = 0.65, p > 0.1$ 。

对句末词诱发的类 N400 波幅的方差分析结果表明, 条件主效应显著, $F(2, 28) = 10.53, p < 0.001$; 电极位置主效应显著, $F(2, 28) = 5.54, p < 0.05$; 二者交互作用显著, $F(4, 56) = 3.38, p < 0.05$ 。三种条件下 N400 波幅多重比较结果表明, 单词意义背离条件下诱发的类 N400 波幅显著大于正确条件下诱发的波幅 ($p < 0.001$), 世界知识背离

条件下诱发的波幅负走向明显大于正确条件下的波幅 ($p < 0.01$), 单词意义背离条件下的波幅和世界知识背离条件下的波幅差异没有达到显著性 ($p > 0.1$)。固定实验条件的三个水平, 对电极位置的波幅做简单效应检验, 结果表明: 单词意义背离和世界知识背离条件下, 电极位置效应显著, 统计值分别为 $F(2, 28) = 10.31, p < 0.005$; $F(2, 28) = 5.76, p < 0.05$, 中部和右侧波幅负走向明显大于左侧; 正常条件下, 电极位置效应不显著。对三种条件下句末词诱发的类 N400 的峰值潜伏期做单因素重复测量方差分析没有发现显著差异, $F(2, 28) = 1.14, p > 0.1$, $F(2, 28) = 2.44, p > 0.1$ 。

4 讨论

不同于传统的句末背离范式 (Kutas et al., 1980; Hagoort et al., 2004), 本研究将含有背离信息的目标词提前到了句首短语, 将目标信息的整合与整个句子的句末整合分离开来, 旨在探讨二方面的问题: 一是在句子理解过程中, 世界知识的整合是随着句子的展开而即时进行的还是在句末才进行的?

如果是即时进行的,那么,随着句子后继内容的展开直到句子完成,已得到整合的世界知识是否会被重新激活而重复整合?二是世界知识和单词意义在句子理解中的整合是否存在相同的时间特性?

对于第一个研究目的,本研究观察到的现象非常有意义。首先,与正确句比较,世界知识背离条件下目标信息呈现的即刻诱发一典型的 N400。这个结果表明,在句子理解过程中,世界知识的整合是即时发生的,世界知识的整合不用等到句子完成后、对句子整体内容的真实性判断时才进行整合。这一结果是对已有研究结果与结论的一个重要的拓展。Hagoort 等人(2004)曾以句子为材料证明句末单词所含的世界知识是即时整合的;Chwilla 和 Kold(2005)以词对为材料,证明由词对形成的概念脚本引发的世界知识的整合也是即时进行的。结合本研究的结果,就可以认为,世界知识的激活与整合是即时发生的,不管这种世界知识背离是由句中短语引发的还是由词对形成的概念脚本引发的或是由句子语境引发的。

更有价值的是,本研究观察到世界知识被即时整合后,随着句子的展开,其后继单词的呈现不再诱发类似的 N400;但随着句子的结束,句子末的正常单词又诱发出类似 N400 的一个负波。鉴于目标后词与句末词均没有引入任何新的背离(包括句法、单词意义、世界知识等背离),我们推测句末词诱发的这种类 N400 效应极可能反映了读者对整个句子内容真实性的判断;此时,已经被整合的世界知识整合的内容再次被放在整句的语境中进行考察。

值得注意的是,尽管在背离条件下句中的目标词与句末词都诱发了类似的 N400,但二者在半球对称性上是有差异的:背离词诱发的 N400 没有明显的半球不对称性,但句末词诱发的类 N400 表现出半球不对称性,右半球的负偏向稍大于左半球,与经典的由句末词引发的 N400 相符(Kutas, van Petten, & Besson, 1988; Salmon & Pratt, 2002),并且句末词诱发的类 N400 与先前以句末词为背离单词产生的 N400(Hald, Hagoort, van Galen, 2004; Hagoort et al., 2004)基本一致。我们认为,这种句中目标词引发的类 N400 与句末目标词引发的类似的 N400 在半球对称性的差异,可能反映了不同水平发生的世界知识整合的特点,前者反映的可能是句子阅读过程中局部语境理解所引发的世界知识即时整合,而后者反映的可能是句子阅读结束阶段整个内容真实性判断时世界知识的再次整合,这一推测尚有待

进一步的实验验证。

对于第二个研究目的,本研究结果发现,二类条件下的目标词和句末词均诱发出 N400,且二者的峰值潜伏期无显著差异,而二类条件下的目标后词均不产生明显的 N400 效应;唯一的差异是世界知识条件下目标词诱发的 N400 波幅显著小于单词意义背离条件下目标词诱发的 N400 波幅。这一结果表明,世界知识背离条件和单词意义背离条件诱发的脑电活动非常相似,结果提示在句子理解过程中,随着句子的展开,世界知识的整合时程与单词意义的整合时程是一致的,但即时发生的整合强度可能有所差异。

先前研究表明,N400 的波幅大小可能反映了句子语境与期待词匹配状况(Kutas et al., 1980; Kutas & Hillyard, 1984);随后也有研究提出,N400 的波幅大小可能是反映了单词在句子或篇章语境中的语义整合难度(St. George, Mannes, & Hoffinan, 1994; St. George, Mannes, & Hoffinan, 1997; van Berkum, Brown, Zwitterlood, Kooijman, & Hagoort, 2005);最近还有研究提出,N400 波幅大小反映了语义记忆提取容易难易程度(Kutas & Fedemeier, 2000; Kutas, van Petten, & Kluender, 2006; van Berkum, 2007)。在本研究条件下,由于世界知识背离条件和单词意义背离条件的目标词相同,语境为两种条件的背离词提供的提取线索量似乎也没有差异,因此,可以推测,本研究条件下,不同背离条件下目标词诱发不同 N400 波幅,可能反映了语义整合的难度。因为,单词意义的背离所引发的冲突要比世界知识背离引发的冲突更大,整合起来更为困难,因此,前者产生的 N400 波幅比后者要大。

此外,本研究运用背离范式追踪目标信息在句中整合的时间特性,所得结果为完善句子理解的认知模型提供了新的实验依据。从时间维度上看,已有的句子理解模型可分为两类:连续分析模型(sequential-analysis model, Fordor, 1983; Forster, 1979)和“制约-满足”模型(constraint-satisfaction model, Jackendoff, 1999, 2002)。连续分析模型认为,句子加工时或多或少需要相继完成各种水平的语言加工:再认词汇单元,再认词语,分析句法,在句子水平上整合句子,最后在语篇水平上运算句子的意义。“制约-满足”模型则认为,人们在理解过程中需要同时在语言相关表征(language-related representation)的许多水平上解决一个制约满足问题(constraint satisfaction problem),同时在词汇、句法

和语篇水平上寻找输入信息的最佳理解。不同类型信息一旦进入就会立即作用于加工过程。

近年来,以语境中单词整合为主题的 ERP 研究结果似乎较为一致地支持“制约-满足”模型各种信息同时加工的观点。例如,有关句子和篇章语境的 ERP 研究表明,句子和语篇语境是同时对新信息的整合起作用的,不存在先在句子水平,再在语篇水平上整合语义这样的序列加工现象(van Berkum, Hagoort, & Brown, 1999; van Berkum, Zwitserlood, Hagoort, & Brown 2003; Salmon et al., 2002)。后继的研究(Hagoort et al., 2004; Chwilla et al., 2005; Hald, Steenbeek-Planting, & Hagoort, 2007)的研究结果进一步为世界知识在语言理解中的即时整合提供了电生理学依据。

但是,值得注意的是,所有这些研究的目标词都是句子或子句的结尾词,在这种条件下,读者可以同时在词、词组、句子甚至语篇水平对目标信息进行加工,形成了平行加工的模式。然而,在句子的阅读过程中,除了结尾词之外,句首、句中的词是不具备从多种水平加工的条件,本研究将背离目标词放在了句首短语中,结果发现背离单词与其后继的正确句末词均引发一 N400,并且在半球对称性方面显示出前者更符合词水平的加工,后者更符合句子水平。根据本研究的结果可以认为,当单个句子阅读的情况下,如果目标词处于句首,读者进行的就是词汇水平的加工;而目标词处于句中,读者可能是同时进行词汇加工与词组的加工,包括单词意义的加工与世界知识的加工;当目标词处于句末的情况下,读者会同时进行词汇的、词组的与句子三种水平的加工,包括单词意义的加工与世界知识的加工。进一步推测,当进行语篇(多个句子)阅读的情况下,就会加进语篇水平的加工。我们认为,句子理解是以一种“最大化”方式进行的,即读者在阅读的任何一个环节,都会同时进行该环节有可能进行的各种水平的加工。可以说,本研究结果与制约-满足模型的预期非常一致。

5 小结

本研究结果表明,在句子理解过程中,世界知识的整合与单词意义的整合相似,可能是随着句子理解过程即时进行的,整合的结果不影响后继信息的加工;但到了句末,读者在对整个句子内容作真实性判断时会对先前进行过的整合再进行考察。

致谢:本研究的数据收集工作得到了卫星老师、高兵博士、王琳博士等的大力协助,数据分析工作得到了魏景汉教授、罗跃嘉教授、周仁来教授、曲琛博士等的指导,文献资料方面得到了林丹博士和张大可博士的支持,在此一并表示诚挚的感谢!

参 考 文 献

- Chwilla, D. J., & Kold, H. J. (2005). Accessing world knowledge: Evidence from N400 and reaction time priming. *Cognitive Brain Research*, 25, 589-606.
- Fodor, J. A. (1983). *The Modularity of Mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Forster, K. (1979). Levels of processing and the structure of the language processor, in: Cooper WE., Walker EC. (Eds.). *Sentence Processing*. Erlbaum, Hillsdale, NJ: John Wiley and Sons, Inc.
- Hagoort, P., Hald, L., Bastiaansen, M., & Petersson K. M. (2004). Integration of word meaning and world knowledge in language comprehension. *Science*, 304, 438-441.
- Hald, L. A., Steenbeek-Planting, E. G., & Hagoort, P. (2007). The interaction of discourse context and world knowledge in online sentence comprehension. Evidence from the N400. *Brain Research*, 11466, 210-218.
- Hald L, Hagoort P, & Van Galen M. (2004). Semantic processing versus world knowledge processing during on-line language comprehension: an auditory ERP study. *Cogn. Neurosci. Soc. Abstr.* 11.
- Jackendoff, R. (1999). The representational structures of the language faculty and their interactions. In C. M. Brown, & P. Hagoort (Eds.), *The Neurocognition of Language*. Oxford: Oxford University Press.
- Jackendoff, R. (2002). *Foundations of Language*. Oxford: Oxford University Press.
- Kutas, M., & Hillyard, S. A. (1980). Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207, 203-205.
- Kutas, M., Hillyard, S. A. (1984). Brain potentials during reading reflect word expectancy and semantic association. *Nature*, 307, 161-163.
- Kutas, M., Van Petten, C., & Besson, M. (1988). Event-related potential asymmetries during the reading of sentences. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 69, 218-233.
- Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2000). Electrophysiology reveals semantic memory use in language comprehension. *Trends in Cognitive Sciences*, 14, 463-470.
- Kutas, M., Van Petten, C., & Kluender, R. (2006). *Psycholinguistics electrified II: 1994-2005*. In M. Traxler, & M. A. Gernsbacher (Eds.), *Handbook of Psycholinguistics*, 2nd Edition. New York: Elsevier.
- Salmon, N., & Pratt, H. A. (2002). Comparison of sentence- and

discourse-level semantic processing: *An ERP study. Brain and Language*, 83, 367 – 383.

St. George, M. , Mannes, S. , & Hoffinan, J. E. (1994). Global Semantic Expectancy and Language Comprehension. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 70 – 83.

St. George, M. , Mannes, S. , & Hoffinan, J. E. (1997). Individual Differences in Inference Generation: *An ERP Analysis. Journal of Cognitive Neuroscience*, 9, 776 – 787.

Van Berkum, J. J. A. , Hagoort, P. , & Brown, C. M. (1999). Semantic integration in sentences and discourse: evidence from the N400. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 116, 657 – 671.

Van Berkum, J. J. A. , Zwitserlood, P. , Hagoort, P. , & Brown, C. M. (2003). When and how do listeners related a sentence to the wider discourse? Evidence from the N400 effect. *Cognitive Brain Research*, 17, 701 – 718.

Van Berkum, J. J. A. , Brown, C. M. , Zwitserlood, P. , Kooijman, V. , & Hagoort, P. (2005). Anticipating upcoming words in discourse: Evidence from ERPs and reading times. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31, 443 – 467.

Van Berkum, J. J. A. (2008). Understanding sentences in context: what brain waves can tell us. *Current Directions in Psychological Science*, 17, 376 – 380.

The Time Course of World Knowledge Integration in Sentence Comprehension

JIN Hua¹, ZHONG Wei-Fang¹, XU Gui-Ping¹, CAI Meng-Xian¹, YANG Yu-Fang², MO Lei¹

(¹ Center for Studies of Psychological Application, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

(² Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract

Using a violation paradigm, Hagoort et al. observed that world knowledge and word meaning are integrated simultaneously at the end of a sentence. The present study was intended to track the time course of integration of world knowledge in sentence comprehension when world knowledge is embedded in a sentence rather than at the sentence end.

The materials used were four-word sentences. The second word in the sentences was the target word that could contain information leading to semantic or world knowledge violations. Event-related brain potentials (ERPs) induced by the last three words in each sentence were recorded and compared across three conditions, the word meaning violation condition, the world knowledge violation condition, and the non-violation normal congruence condition.

Compared with non-violation congruous sentences, presentation of the target message in world knowledge violation sentences immediately evoked a typical N400. As the sentence unfolded, the subsequent words in the sentence did not produce similar N400 effect except at the sentence end when a negative N400-like component was observed. It is noted that while the N400 evoked by the violation target words showed no obvious hemispheric asymmetry, the one evoked by the ending words showed right hemisphere dominance. Compared with word meaning violation sentences, there were no other ERP waveform differences except that the N400 amplitude was much smaller for world knowledge violation than word meaning violation.

The results indicate that world knowledge, similar to word meaning, could be integrated instantly as the sentence unfolds during sentence comprehension and outcome of this integration process does not affect processing of subsequent information. Integrated world knowledge manifested earlier could be reactivated however when the reader reaches the sentence end and makes judgment about the facticity of the whole sentence.

Key words N400; world knowledge; sentence comprehension