

跨通路识别汉字形音的偏差 相关成分研究¹⁾*

罗跃嘉 魏景汉

(中国科学院心理研究所, 北京, 100012)

摘 要 采用提高非注意纯度的“跨通路延迟反应”实验范式,研究汉字形音识别的跨通路注意事件相关电位(ERP),以偏差刺激 ERP 减去标准刺激 ERP 的早期偏差相关负波(DRN1)为主要分析对象。以 15 名正常青年为被试。结果发现:无论注意与否及何种刺激,听觉 N1 最大峰均位于额中央部,而视觉 N1 最大峰位于两侧枕部与颞后部,具有明显的通路差异性。在本实验条件下,听觉与视觉通路的 DRN1 与失匹配负波(MMN)在许多性质上相似,反映着对汉字形音识别的自动加工。根据波幅及其头皮分布特点,注意条件下的 N350 很可能是 N200 与 N400 的重叠,并主要表现出 N400 的特点;而非注意条件下的 N350 则可能是 N200。N350 的属性因条件而异,表明 ERP 成分反映的大脑加工机制具有可塑性。

关键词 事件相关电位(ERP),偏差相关成分(DRC),选择性注意,汉字,“跨通路延迟反应”范式。

相对于非语言的偏差相关成分(deviance-related components, DRC)研究,语言的 DRC 研究较为少见,而跨感觉通路语言的偏差相关成分研究更为少见。Naatanen^[1]认为,“在评价语言加工的自动化方面,事件相关电位(event-related potential, ERP)并不是十分有效”。但随着研究的深入,已有证据表明语言加工也存在自动化过程和选择性注意。实际上 Naatanen 本人的实验室也记录到“i”“y”结尾的语音刺激诱发的失匹配负波(mismatch negativity, MMN)^[2]。关于语言 ERP 的自动加工与注意成分的研究也不多见。在文字产生的 ERP 波形中常见负波 N200 与 N400。有人认为 N400 是 N200 的延迟^[3],二者的头皮分布在某种情况下相类似。但持不同意见者^[4,5]则认为 N200 反映语音的失匹配,实际上就是言语刺激产生的 MMN,故称之为语音失匹配负波(phonological mismatch negativity, PMN)^[6],与反映语义加工的 N400 不属于同一家族。N400 与 N200 是否同属一个家族也是当前争论的问题。本实验的主要目的是利用魏景汉的非注意纯度较高的“跨通路延迟反应”实验范式,证明在注意与非注意条件下汉字形音识别能否产生类似 MMN 的偏差相关成分,及 N200 与 N400 的关系,并阐明这些成分的基本性质,从而进一步明确汉字形音识别的自动加工与控制性加工机制。

1) 本文初稿于1997年4月30日收到,修改稿于1997年6月6日收到。

* 国家自然科学基金资助项目

1 实验方法

1.1 被试者

来自北京理工大学和北京师范大学的有偿被试 15 人, 年龄 18~21 岁, 10 男 5 女。他们听力正常, 视力正常或校正后正常。采用 Reitan 利手测验^[7]判定均为右利手。

1.2 刺激材料

视觉刺激 从电脑《汉字属性信息数据库》^[8]中挑选汉字单字词。视觉偏差刺激采用少笔画(5~7画)、上下结构的汉字 60 个, 占刺激总数的 17.5%; 标准刺激采用 3 种汉字: 少笔画、左右结构; 多笔画(12~15画)、上下结构; 多笔画、左右结构, 共 283 个, 占 82.5%。人选词为 1~2 频级的最常用字和常用字, 剔除其中字频 > 1.1 与 < 0.09 的字; 并且, 尽量避免带感情色彩的字, 尽量少用同音字。汉字呈现时间均为 60ms。

听觉刺激 听觉偏差刺激为韵母含“a”的单字词, 包括 a、ai、an、ang、ao, 如发(fa)、航(hang)、靠(kao); 其它韵母组成的字为标准刺激。由普通话女声朗读, 在 STIM 软件上录音形成刺激模块。标准与偏差刺激出现概率同视觉刺激。标准刺激的平均呈现时间为 $177.3 \pm 27.4\text{ms}$, 偏差刺激为 $175.9 \pm 35.9\text{ms}$, t 检验结果无显著差异 ($t = 0.26, P < 0.792$)。

1.3 操作任务

实验一: 听觉任务 被试者双耳插入耳机, 屏幕与眼睛距离 1.3 米。刺激序列和刺激顺序均同作者的非语言实验^[9]。听觉刺激为通过双耳耳机给出的上述汉字语音, 反应命令信号为 2ms, 24dB.SPL 的短声(Click)。视觉刺激为呈现于计算机屏幕中央的上述单个汉字(4×4cm)。每个通路的标准与偏差刺激呈现概率分别为 82.5%、17.5%。二者的呈现顺序是伪随机的。刺激间隔为 250~700ms, 伪随机。令被试注意分辨听觉信号, 不要看屏幕汉字, 但要盯住屏幕中央点。当标准语音出现时, 准备用一只手拇指按键; 当偏差语音出现时, 准备用另一拇指按键。待听到反应命令信号后再按键。要求被试按键尽量正确且迅速。

实验二: 视觉任务 与实验一刺激序列的区别仅在于将听觉反应命令信号改为视觉反应命令信号, 它为屏幕中央出现的小红十字。令被试者注意分辨屏幕汉字, 不注意耳机语音。

1.4 脑电记录

实验仪器为美国 NeuroScan 公司生产的 32 导 ERP 工作站。EEG 记录点为国际 10~20 系统中的 17 点(参见图 1 标注)。这些电极用国际标准化电极帽固定。参考电极取鼻尖。分别记录垂直眼电(VEOG)与水平眼电(HEOG)。其余记录参数均同非语言实验^[9]。

1.5 数据处理

对 EEG 分类叠加, 共得到相应的 8 类 ERP^[9], 如图 1 所示。用偏差刺激产生的 ERP 波形减去同通路、同任务的标准刺激 ERP 波形, 则得到 DRC。用 NeuroScan 中的自动波峰测量软件测量各成分。对 ERP 原始波形, 测量各 ERP 成分的峰值; 对相减后的 DRC, 因其具有慢漂移性质, 故测量平均波幅。ERP 基本成分以波形极性和峰潜时命名, 在听觉通路依次为 P70、N140、P230、N350 和 P540, 它们的测量范围分别为 30~110、60~220、130~320、230~470 和 20~580ms; 在视觉通路依次为 P90、N170、P260、N350 和 P510, 分别测

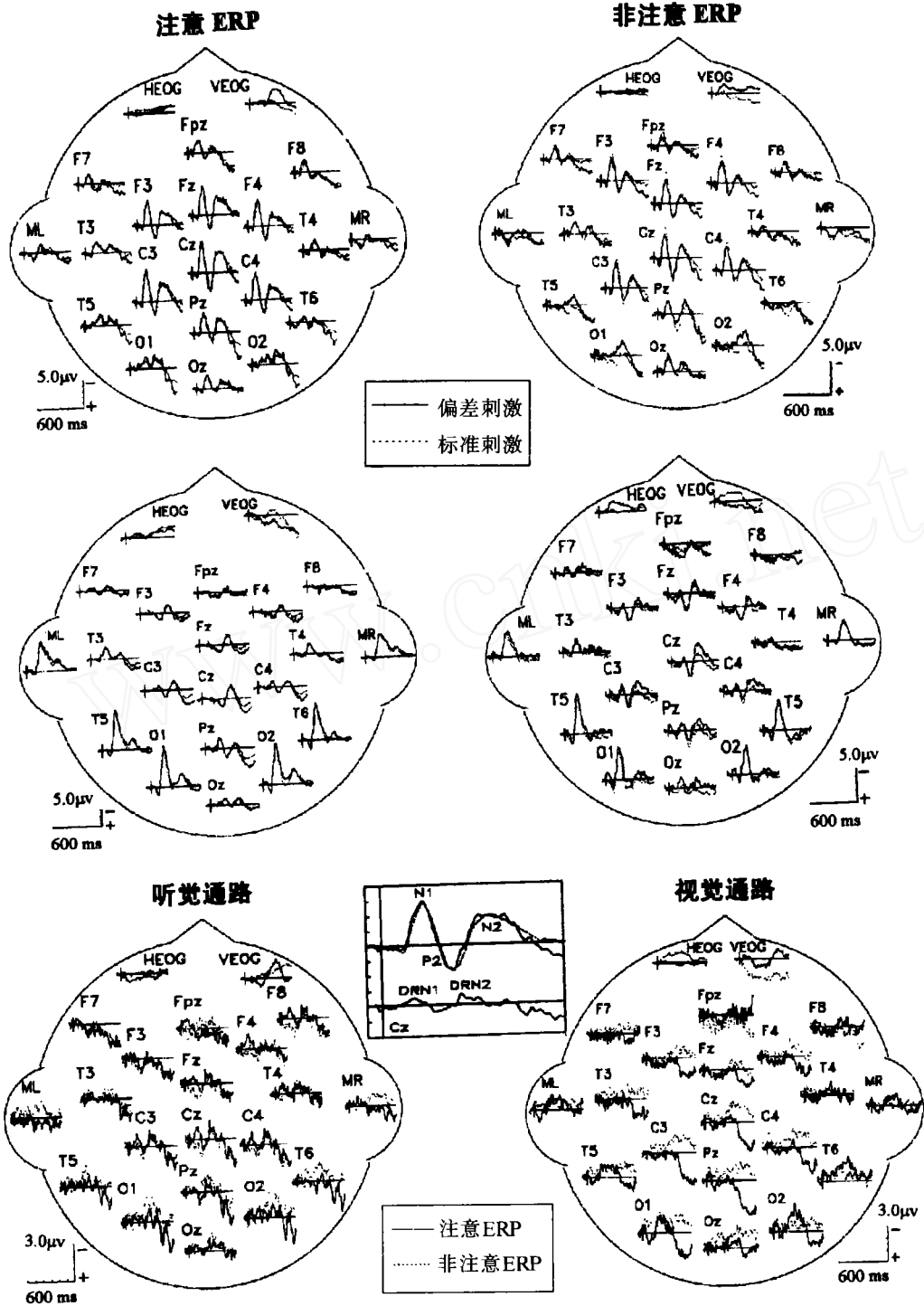


图1 上排：听觉通路汉字注意(左)与非注意(右)条件下的偏差(实线)与标准刺激(虚线)ERP总平均图；
 中排：视觉通路汉字注意(左)与非注意(右)条件下的偏差(实线)与标准刺激(虚线)ERP总平均图；
 下排：听觉(左)与视觉(右)通路的注意(实线)与非注意(虚线)ERP偏差相关成分总平均图；插入听觉通路注意
 时的Fz点，偏差相关成分=偏差刺激ERP-标准刺激ERP

量 50~140、80~270、160~340、280~450 与 380~580ms。波幅测基线一波峰值。考虑到早期偏差相关负波 (deviance-related negativity, DRN1) 出现较早而晚期偏差相关成分 (DRN2) 出现较晚, 测量平均波幅时, 以每 50ms 为一段, 测量范围为 50~350ms。

用 SPSS 统计软件包对分段测量的各平均波幅进行 3 因素方差分析, 因素为感觉通路 (2 个水平: 听觉与视觉通路)、注意 (2 个水平: 注意与非注意) 和记录部位 (17 个水平, 同记录点)。多因素方差分析的 P 值皆用 Greenhouse-Geisser 法校正。根据公式 $\frac{\text{具体波幅值} - \text{最小波幅值}}{\text{最大波幅值} - \text{最小波幅值}}$, 对头皮各记录点的波幅值进行正常化处理^[10], 以考察记录点

对其它因素或记录点之间的交互效应。当主效应和交互效应显著时, 再对各点的平均波幅进行注意与非注意之间的 t 检验。

2 实验结果

2.1 汉字识别的行为数据

被试识别汉字形 (视觉标准与偏差刺激)、音 (听觉标准与偏差刺激) 的反应时 (RT) 和正确率列于表 1。2 因素方差分析结果表明, 任务 [$F_{(1,14)} = 10.53, P < 0.006$]、刺激 [$F_{(1,14)} = 8.29, P < 0.012$] 对 RT 有显著的主效应, 它们之间的交互效应未达到显著水平 [$F_{(1,14)} = 4.43, P < 0.054$]; 而对正确率, 仅刺激有显著的主效应 [$F_{(1,14)} = 27.65, P < 0.0001$]。进一步进行 t 检验, 结果在听觉通路, RT 在标准与偏差刺激之间无显著差异, 而对标准刺激反应的正确率显著大于对偏差刺激的反应 ($P < 0.005$); 在视觉通路, 对标准刺激反应的 RT 非常显著地长于、正确率非常显著地大于对偏差刺激的反应。比较听觉与视觉通路之间的行为差异, 听觉标准刺激 RT 比视觉 RT 的延长接近显著性水平 ($P < 0.058$), 听觉偏差刺激 RT 的延长达到了非常显著的水平 ($P < 0.003$)。

表1 汉字形音识别的行为结果

任 务	反应时			正确率		
	标准刺激	偏差刺激	t值(P值)*	标准刺激	偏差刺激	t值(P值)*
听觉任务	449.6±96.3	442.2±97.0	0.68(0.511)	0.8824±0.052	0.8056±0.095	3.33(0.005)
视觉任务	429.3±76.6	400.2±72.2	7.64(0.0001)	0.8866±0.085	0.7867±0.066	4.41(0.001)
t值(P值)**	2.06(0.058)	3.53(0.003)		0.26(0.776)	0.77(0.453)	

* 为同一通路中对标准刺激与偏差刺激操作之间的比较; ** 为同类刺激下听觉与视觉任务之间的比较

2.2 ERP 基本成分

如图 1 (上排) 所示, 在听觉通路, 标准与偏差刺激均产生 P70、N140、P230、N350 和 P540 成分, 其中 N140、P230、N350 较为明显。无论注意与否, 两个负成分 N140 与 N350 在头皮中央部波幅较大, 其最大峰均位于 Cz 或 C3。在视觉通路 (图 1 中排), 则诱发出 P90、N170、P260、N350 和 P510, 早期负成分 N170 主要分布于两侧枕部和颞后部, 晚期负成分 N350 主要分布于额中央部。从图 1 可以清楚地看出, 在 N140 的潜伏期范围, 左右乳突的听觉成分极性翻转, 而视觉成分未见翻转。

2.3 偏差相关成分 (DRC)

用同通路、同注意条件下偏差刺激产生的 ERP 减去标准刺激 ERP, 即得到 DRC。图 1 下排为相减后听觉通路与视觉通路注意与非注意的 DRC 总平均图。在听觉通路注意条件下, 最大 DRN1 在 100~150ms 范围位于右侧额部 (F8: $-0.81\mu\text{v}$), 最大非注意 DRN1 也在 100~150ms 范围, 但位于右侧颞后部 (T6: $-0.61\mu\text{v}$); 注意与非注意时 DRN2 最大峰都出现在 250~300ms 范围, 注意 DRN2 分布于中央部 (Cz: $-0.96\mu\text{v}$), 而非注意 DRN2 分布于左侧枕部 (O1: $-0.62\mu\text{v}$)。在 50~200ms, 注意条件下乳突处波形的极性翻转, 但非注意条件下未见极性翻转。在视觉通路, DRN 的平均波幅在枕部和颞后部随着时间的推移而逐渐增大。早、晚期成分 DRN1 与 DRN2 难以区分, 但根据头皮分布, 注意 DRN1 在 100~150ms 位于右侧颞后部 (T6: $-0.69\mu\text{v}$), 非注意 DRN1 发生稍晚 (150~200ms), 仍位于右侧颞后部 (T6: $-1.03\mu\text{v}$)。DRN2 均出现于 300~350ms, 注意 DRN2 位于右侧颞后部 (T6: $-1.70\mu\text{v}$), 非注意 DRN2 位于中央部中央 (Cz: $1.44\mu\text{v}$)。

对 DRC 的平均波幅进行感觉通路、注意状态和电极部位的 3 因素方差分析。DRN1 所在时段 (50~150ms) 的平均波幅, 注意和通道均无显著的主效应, 但在 100~200ms 时段, 部位有显著的主效应 (正常化处理), 在 100~150ms, $F_{(16, 224)} = 3.61, P < 0.009$; 在 150~200ms, $F_{(16, 224)} = 5.72, P < 0.0001$ 。在任何时段与任何因素均无交互效应; 在 DRN2 所在时段 (200~350ms), 仅部位对 200~300ms 段的平均波幅有显著的主效应, 在 200~250ms, $F_{(16, 224)} = 5.79, P < 0.0001$; 在 150~200ms, $F_{(16, 224)} = 2.38, P < 0.028$ 。

3 讨 论

3.1 操作行为

如表 1 所示, 无论听觉与视觉通路, 标准刺激的正确率均非常显著地大于对偏差刺激反应的正确率 (听觉: $P < 0.005$; 视觉: $P < 0.001$), 这是 Oddball 实验范式常见的行为现象。被试在对标准刺激的多次反应中形成了某种定势, 当经常出现的标准刺激偶尔变为偏差刺激时, 被试往往仍习惯于作出对标准刺激的反应行为, 从而导致正确率下降。

比较听觉与视觉通路的行为结果, 无论对标准刺激或者偏差刺激, 听觉 RT 均比视觉 RT 延长 (标准刺激: $P < 0.058$; 偏差刺激: $P < 0.003$)。有两种可能的解释: 一是提示听觉任务难于视觉任务, 因此在实验中为视觉刺激的分类设置 2 个标准 (笔画和结构) 以提高作业难度的考虑是必要的; 二是可能有更为复杂的原因, 例如注意 N1 选择性增大的影响, 详见下节。

3.2 汉字形音识别的 N1 特征——通路差异性

关于汉字形音异同的 ERP 研究, 仅见张武田等人^[11]的分视野视觉呈现实验研究, 他们发现语音匹配时左视野右半球的 P3 波幅大于右视野左半球, 字形匹配未见左右半球之间的 ERP 差别。本实验采用视听双通路, 并在头皮上多处 (17 点) 记录注意与非注意条件下的 ERP, 可以更加完整地描述汉字形音识别的 ERP 基本成分特征。无论在听觉与视觉通路、标准与偏差刺激、注意与非注意条件下, 均象非语言^[9]那样, 可诱发出 3 个正成分和 2 个负成分 (P1、N1、P2、N2 和 P3)。本实验结果表明这些成分在不同通路之间有波峰出现早晚和峰值大小的差异。听觉通路的 N1 (N140)、P2 (P230) 与 N2 (N350) 无论注意与否或何种刺激, 其最大波峰均位于中央部 (见图 1 上排); P540 的最大峰位于顶部 (Pz), 偏差刺

激的 P540 明显大于标准刺激, 注意时的 P540 大于非注意时, 符合 P3 的特点。在视觉通路如图 1(中排)所示, 无论注意与否或何种刺激, N1(N170)最大峰位于两侧枕部, P2(P260)位于顶枕部, P2(P510)位于顶部(也是偏差大于标准刺激, 注意大于非注意), 而 N2(N350)在注意时位于两侧枕部, 非注意时其最大峰前移至额中央部中央。

非语言刺激^[9, 12]与西文^[3-6, 10, 14]的 N1 最大峰一般均稳定地分布于额部, 与心理因素关系不大。本实验 N1 的头皮分布出现非常明显的通路差异(听觉 N1 分布于额中央部, 视觉 N1 分布于两侧枕部及颞后部), 表明对汉字字形的最初加工可能发生在视觉初级(两侧枕部)与次级(两侧颞后部)皮质区域, 而对汉字字音的初步加工是在听觉整合中枢(额中央部)而不在听觉初级中枢(颞叶)。该现象尚未见报道。听觉 N1 潜伏期(140ms)短于视觉 N1(170ms), 而听觉 RT 长于视觉 RT, 可能是由于对字音比对字形的加工时间短, 而对字音的反应比字形长。

3.3 汉字形音的自动加工

语言刺激物能否产生类似 MMN 的成分尚无定论。Naatanen^[1]认为 ERP 并不是一个评价语言自动加工的有效指标。Aaltonen 等^[2]曾经记录到元音“i, y”诱发出的 MMN。最近, Connolly 与 Phillips^[6]在听觉呈现“高一低限定语句”的实验中观察到一个峰潜时约 270ms、最大波峰分布于额中央部的负波, 二者与 MMN 相似, 称之为“语音失匹配负波”(PMN)。Connolly 等人^[5]在后来的视觉实验中虽然也观察到了一个 N270 成分, 但其性质不同于听觉 PMN, 视觉通路是否存在类似 MMN 的成分更是一个尚待解决的疑问。

在本实验条件下的听觉通路, 注意时记录到一个最大平均波幅发生在 100~150ms 范围, 主要分布于右侧额部、颞部及中央部的早期偏差相关负波(DRN1), 而非注意时这个出现于相同时间的 DRN1 位于右侧颞后部及枕部; 视觉通路的最大 DRN1 也出现于 100~150ms, 注意时分布于右侧颞后部及枕部, 非注意时位于枕部中央。3 因素方差分析(通路 × 注意 × 电极部位)结果表明, 没有注意与非注意、听觉与视觉通路之间的显著差异, 只有 100~300ms 范围内记录点之间的显著差异, 表明上述 DRN 波幅在各记录点间的差异具有统计学意义。

本实验观察到早期 DRN 与 MMN 有如下共同点: ①最大波峰位于 100~150ms; ②注意条件下分布于各自的特异性感觉区域: 听觉 DRN 分布于右侧额部与中央部(比听觉 MMN 稍前移), 视觉 DRN 分布于两侧及颞后部, 早、晚期 DRN 相重叠; ③平均波幅(包括听觉与视觉通路)不受注意的影响; ④注意条件下 DRN1 成分在乳突处其极性翻转。然而, DRN1 与 MMN 也有某些不相一致的地方。其中较为明显的是, 不论听觉还是视觉通路, 非注意时的 DRN1 均位于枕部, 而 MMN 分布于额中央部。表明大脑对语言的自动加工部位可能主要位于枕部, 对非语言自动加工的主要部位可能位于额中央部。并且, DRN1 的源近枕部可能是非注意 DRN 极性在乳突未翻转的原因。综上所述, 有理由认为本实验表明听觉与视觉通路的早期 DRN 与 MMN 有许多相似的性质, 它们可能反映着对汉字形音的自动加工。

3.4 N200 与 N400

N200 与 N400 的关系问题一直存在争论。一种观点认为 N400 就是延迟的 N200^[3]; 另一种则认为 N200 与 N400 是两个独立而相互影响的成分, N200 反映对语言的听觉—语音

加工, N400 反映语境—语义加工, 即词汇后认知的调节^[4~6]。本实验条件下, 不管是在听觉还是在视觉通路, N2 均出现在刺激后 350ms 左右, 故称为 N350。本实验在设计时虽然未把语义辨认作为被试的任务, 但被试在完成作业的过程中很难排除语义加工。语义加工可以被自动激活。从 N350 的发生时间来看, 与反义字产生的 N350 和无关字产生的 N370 非常接近^[13]。从头皮分布上看, 西文 N400 在听觉通路分布于额中央部^[6, 13], 在视觉通路其分布后移至中央—顶部^[5, 15]; 在已有的视觉汉字研究表明 N400 主要分布于枕部^[11]。本实验在注意条件下, 听觉 N350 分布于中央部, 视觉 N350 的分布于中央部和枕部, 二者的头皮分布类似于上述 N400 分布。并且, 注意 N350 也同其它汉字 N400 一样, 具有左半球较大的现象。而在非注意条件下, 无论听觉与视觉通路, N350 均分布于额中央部, 又类似于经典的 N200 在额中央部波幅最大的分布。虽然有的视觉汉字 N400 研究认为最大 N400 分布于中央部^[13]或额中央部^[15], 但他们未在枕部安置记录点, 因此有可能不是 N400 的最大点。

有理由推断, 此注意 N350 可能是 N400 重叠于 N200 所致, 而非注意 N350 可能由 N200 构成。这个假设, 也可以较为合理地解释相减后, 晚期 DRN 在 250ms 与 350ms 左右分别出现了两个负峰(见图 1 下排)的现象。N200 与 N400 的关系在注意与非注意条件下不同, N350 的属性因条件而异, 体现出 ERP 成分反映的大脑加工机制的可塑性。

另外, 偏差刺激 ERP 减标准刺激 ERP 后, 在 500ms 以后的偏差相关正波, 在注意条件下广泛分布于顶部、中央部、枕部及额部, 符合 P300 的头皮分布特征; 而非注意条件下的偏差相关正波主要位于额中央部, 与 P3a 的分布一致, 可视为代表着对语言文字的进一步加工。

致谢 张必隐教授、张武田研究员对实验设计提供了意见, 韩布新副研究员在挑选汉字时给予了帮助, 王超军、王春茂参加了实验工作, 在此向他们表示衷心感谢。

参 考 文 献

- 1 Naatanen R. *Attention and Brain Function*. Hillsdale, New Jersey: 1992.
- 2 Aaltonen O, Paavilainen P, Sams M, et al. Event-related brain potentials and discrimination of steady-state vowels within and between phoneme categories: A preliminary study. *Scand. J. Log. Phon.*, 1992, 17: 107—112.
- 3 Polich J. Semantic categorization and event-related potentials. *Brain Lang.*, 1985, 26: 304—321.
- 4 Connolly J F, Phillips N A, Stewart S H, et al. Event-related potential sensitivity to acoustic and semantic properties of terminal words in sentences. *Brain Lang.*, 1992, 43: 1—18.
- 5 Connolly J F, Phillips N A, Forbes K A K. The effects of phonological and semantic features of sentence-ending words on visual event-related brain potentials. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 1995, 94: 276—287.
- 6 Connolly J F, Phillips N A. Event-related potential components reflect phonological and semantic processing of the terminal word of spoken sentences. *J. Cogn. Neurosci.*, 1994, 6: 256—266.
- 7 Cheng C M, Fu G L. The recognition of Chinese characters and words under divided visual-field presentation. In: *Linguistics, Psychology and the Chinese Language* (eds Kao H S R, Hoosan R), Hong Kong: University of Hong Kong: 1986.
- 8 韩布新.《汉字信息数据库》在汉字识别研究中的应用. *心理学动态*, 1993, 1(4): 29—35.
- 9 罗跃嘉, 魏景汉. 跨感觉通路的 ERP 注意成分研究. *心理学报*, 1997, 29(2): 195—201.

- 10 McCarthy G, Wood C C. Scalp distributions of event-related potentials: An ambiguity associated with analysis of variance models. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 1985, 62: 203—208.
- 11 张武田, 张建洲, 赵亮. 汉字词匹配的偏侧化效应和事件相关脑电位. *心理学报*, 1988, 20(4): 344—350.
- 12 Hillyard S A, Hansen J C. Attention: Electrophysiological approaches. In: *Psycho-physiology: Systems, Processes, and Applications*, (eds. Coles M G H, Donchin E, Porges S W) New York: The Guilford Press, 1986, 227—243.
- 13 Koyama S, Nageishi Y, Shimokochi M, et al. The N400 component of event-related potentials in schizophrenic patients: a preliminary study. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 1991, 78: 124—132.
- 14 Bentin S, Kutas M, Hillyard S A. Electrophysiological evidence for task effects on semantic priming in auditory word processing. *Psychophysiology*, 1993, 30: 161—169.
- 15 楼良岗, 范思陆, 匡培梓. 事件相关电位(ERPs)反映汉字与其心理模板的失匹配. *心理学报*, 1989, 21(3): 321—327.

THE CROSS-MODAL STUDY ON ERP DEVIANCE-RELATED COMPONENTS OF CHINESE LANGUAGE

Luo Yuejia, Wei Jinghan

(*Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100012*)

Abstract

Event-related potentials (ERPs) were measured in 15 normal young subjects using the paradigm "Cross-modal and delayed response" proposed by Wei Jinghan, which was able to improve inattention purity and to avoid the effect of task target on the deviance-related components (DRC) of ERPs. The experiment was conducted under two conditions: one is attending to the visual modality but ignoring the auditory modality, the other is attending to the auditory modality but ignoring the visual modality. A series of five kinds of stimuli were presented to every subject: standard, deviant stimuli and response imperative signal in attended channel; standard and deviant stimuli in unattended channel. The visual and auditory stimuli presented in a pseudo-random order with a probability of standard stimuli was 82.5% and deviant stimuli was 17.5%. Every standard or deviant stimulus was followed by a response imperative signal in attended channel. The DRC was obtained by subtracting the ERPs of the standard stimuli from that of the deviant stimuli. The present results showed: ① The largest N1 peak elicited by spoken words was located at the fronto-central scalp and the N1 elicited by the written words was located at lateral occipital and posterior temporal area regardless of modality or attention condition. This showed an obvious modality difference and suggested that the N1 elicited by verbal is probably specific index reflecting primary processing of Chinese shape and sound. ② Under both attended and strict unattended conditions, an early deviance-related negativity (DRN1) was evoked by using Chinese orthographic and phonological processing. The basic

properties, such as peak latency, distribution and attention effects were analogous with the mismatch negativity (MMN) except for scalp distribution of DRNI peak evoked under the unattended condition. In addition, these properties of DRNI yielded by visual verbal and non-verbal stimuli were also proved the same as auditory MMN. Regarding the question as to whether or not visual MMN and verbal MMN existed, it can be initially believed that the MMN existed in the visual modality and in the language processing process in the current experiment. ③ According to the characteristics of N350 peak latencies, amplitudes and its scalp distribution, the current results suggested that the N350 is overlapping of N200 and N400, but N400 played a more important role under the attended condition. On the other hand, the N350 consisted mainly of the N200 component under the unattended condition. They were not immutable and this gives an expression that ERPs components reflect a plasticity of the processing mechanism in the brain.

Key words Event-related potential (ERPs), selective Attention; deviance-related components (DRC), mismatch Negativity (MMN), cross-modal and delayed response paradigm; verbal task.