

猜谜作业中顿悟的 ERP 效应*

买晓琴^{1,2} 罗劲¹ 吴建辉^{1,2} 罗跃嘉¹

(¹中国科学院心理研究所心理健康重点实验室,北京 100101)

(²中国科学院研究生院,北京 100039)

摘要 采用事件相关电位(ERP)探索问题解决过程中顿悟的神经机制。以猜谜作业为实验程序,对“有顿悟”和“无顿悟”答案引发的脑电分别进行叠加和平均,并将二者相减(有顿悟-无顿悟)得到差异波。在250~500ms“有顿悟”比“无顿悟”的ERP波形有一个更加负性的偏移,在差异波中,这个负成分的潜伏期约为380ms(N380)。地形图和电流密度图显示,N380在额中央区活动最强。偶极子源定位分析结果显示,N380可能起源于扣带前回。因此,N380可能反映顿悟问题解决过程中思维定势的突破。

关键词 事件相关电位,N380,猜谜作业,偶极子源定位,扣带前回。

分类号 B842

1 引言

Köhler (1925) 通过黑猩猩的行为实验而将“顿悟”的概念引入现代心理学。顿悟指的是一种问题解决过程,就是问题解决者突然从不知道怎么解决问题的状态到知道怎么解决问题。为什么顿悟问题解决起来比较困难?研究者认为是由于存在心理定势,也就是问题解决者在解决问题过程中对问题的内容形成一种固定的或错误的观点^[1~3]。只有当被试打破这种不适当的观点,才能得到解决问题的方法。顿悟发生在思维定势被突破的时刻,其发生是相当突然的,被试有一种恍然大悟的感觉。因此,顿悟的发生意味着被试对问题内容的重新思考以及心理定势的突破,它以一种相当突然的方式发生,是不可预知的。

近一个世纪以来,研究者主要是以人和动物为研究对象,通过行为实验对顿悟进行研究^[4~6]。因此,顿悟的神经基础仍然不清楚。近年随着脑成像技术的高速发展,使得研究顿悟的脑机制成为可能。最近,我们设计了一种猜谜作业,用fMRI(功能性磁共振成像)研究顿悟,结果观察到扣带前回激活(anterior cingulate cortex, ACC),因此认为ACC与心理定

势的突破有关^[7],而近年研究认为ACC在认知冲突中起重要作用^[8]。我们认为顿悟是一个复杂的加工过程,包括在正确思路和错误思路之间的认知冲突。我们将这种猜谜实验程序引入该研究,采用事件相关电位(event-related potential, ERP)技术从加工的时间过程上探索问题解决过程中顿悟的神经机制。大家在猜谜游戏中都有过这样的经历:如果苦思冥想仍无答案,当正确的谜底被告知时,将会有一种恍然大悟的感觉,也就是顿悟。因此,猜谜作业可以引发顿悟。即首先将谜面呈现给被试,然后呈现谜底。通过记录被试猜谜过程中的脑电并对理解谜底过程中的脑电进行分析以研究顿悟的电生理机制。

本实验的目的是采用高密度ERP技术研究猜谜作业中引发的顿悟的神经机制。首先,我们想知道与问题解决过程中顿悟相关的ERP成分是什么。其次,我们采用fMRI在类似的猜谜作业中发现ACC在顿悟加工中起重要作用。其它研究认为ACC可能参与认知冲突的监测^[9~11]。这种观点部分是基于一些运用ERP的研究。目前研究认为N2的发生源可能位于ACC,可能反映冲突监测,在反应冲突高的情况下N2增强^[9]。另外一个叫做错误负波(error negativity, Ne)或错误相关性负波(error-related nega-

收稿日期:2003-08-10

*国家自然科学基金(30325026)、国家科技部基础研究重大项目前期研究专项(2002CCA01000)和中国科学院重要方向项目(KSCX2-SW-221)。

通讯作者:罗跃嘉,电话:010-64870650, E-mail: luoyj@psych.ac.cn

tivity, ERN)的成分也被认为发生于 ACC 并且反映冲突监测^[12, 13]。Ne/ERN 是一个大的负向波 (negative-going), 出现在错误反应发生后, 被看作 ACC 活动的电生理指标。既然 N2 和 ERN/Ne 被认为发生于 ACC, 那么也应当考虑在该研究中能否观察到 N2 或 ERN/Ne。此外, 在本研究中尝试采用偶极子源定位分析的方法确定顿悟相关 ERP 成分的神经发生源, 以便进一步探索顿悟的神经基础。

2 方法

2.1 被试

14 名来自北京大学和北京农业大学的在校大学生和硕士研究生 (6 男 8 女), 年龄 19~24 岁 (平均 22.2 岁)。所有被试均身心健康、右利手、视力正常或矫正后正常。

2.2 刺激

用 120 条有趣且合理 (谜底与谜面匹配) 的谜语作为刺激材料。其中一半谜语难度较高, 另一半比较容易, 通过预实验评价难易。对于比较难的谜语, 被试不容易想出答案, 因此当他们看到谜底时能够产生顿悟, 例如, 谜面“因为路面不平, 所以容易走了”, 谜底是“盲道”; 用容易的谜语作为对照, 被试容易想出这些谜语的答案, 因此看到谜底与自己所想一致时不会产生顿悟, 例如, 谜面“虽然它挡住了你的眼睛, 但你看得更清楚了”——“眼镜”。对于每条谜语, 谜面长度在 20 个汉字以内, 谜底长度在 3 个汉字以内。出现在谜面和谜底中的词都是高频词。

2.3 实验程序

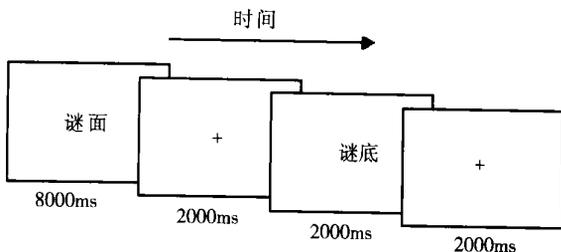


图 1 猜谜作业示意图

被试坐于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。刺激由刺激系统 (美国生产的 STIM 系统) 产生并控制。图 1 为实验程序示意图。首先在屏幕中央呈现一个句子 (谜面), 呈现时间为 8 秒, 间隔为 2 秒。要求被试在这 10 秒内思考谜底。然后呈现谜底, 呈现时间为 2

秒, 间隔为 2 秒。要求被试在这 4 秒内作出按键反应: 被试自己想出的答案与呈现的谜底一致时按左键——“无顿悟”; 被试自己想出的答案与呈现的谜底不一样, 且被试认为呈现的谜底更合理, 或被试没有想出答案, 看到呈现的谜底后能理解并同意时按右键——“有顿悟”; 当被试不能理解或不同意谜底时不按键。对按键的左右手在被试间进行了平衡, 只分析答案呈现后产生的 ERP 波形。

2.4 ERP 记录

实验仪器为 NeuroScan ERP 工作站。记录电极固定于 64 导电电极帽。以双侧乳突为参考电极点。位于左眼上下眶的电极记录垂直眼电 (VEOG)。头皮与电极之间的阻抗小于 5 k Ω 。信号经放大器放大, 记录连续 EEG, 滤波带通为 0.1~40 Hz, 采样频率为 500 Hz/导, 离线式 (Off-line) 叠加处理。眼动伪迹和其它伪迹使脑电电压超过 $\pm 100\mu\text{V}$ 的脑电事件被自动剔除。用一个 3 维 FASTRAK 数字转换器记录每个电极和三个基准点 (左耳前点、右耳前点和鼻根点) 的三维坐标。

2.5 ERP 数据分析和统计

分析时程 (epoch) 为 1000ms, 其中谜底呈现前 100ms 作为基线。对“有顿悟”和“无顿悟”2 种条件引发的脑电分别进行叠加和平均, 并且将二者相减 (有顿悟 - 无顿悟) 得到差异波。

选择以下的 23 个电极位置记录的 ERP 波形用于统计分析: FPz, Fz, Cz, AF3, AF4, F1, F2, F5, F6, C3, C4, FT7, 和 FT8 (前部 13 个电极点); Pz, Oz, P1, P2, P5, P6, O1, O2, TP7, 和 TP8 (后部 10 个电极点)。本文主要测量并分析 P1、N1 和 N380。后部 P1 在 50~150ms 的时间窗口测量其峰潜伏期和波幅 (基线到波峰); 对 N1 分为前部 (100~130ms) 和后部 (120~180ms) 分别测量; 对于 N380, 在前部电极位置均以 250~500ms 时间窗口测量其平均波幅。

用二因素重复测量方差分析 (ANOVAs) 的方法对早期成分 (P1 和 N1) 的潜伏期和波幅以及晚期成分 (N380) 的平均波幅进行分析。ANOVA 因素为谜底 (2 个水平: 有顿悟和无顿悟), 电极位置 (前部 N1 为 13 个电极点, 后部 N1 和 P1 为 10 个电极点, N380 为 23 个电极点)。对于差异波 (有顿悟 - 无顿悟), 在 Fz, Cz, Pz 点测量 N380 (在 250~500ms 时间窗口) 的潜伏期和波幅。采用 Greenhouse-Geisser 法校正 p 值。

2.6 ERP 源分析

用 Curry V4.5 软件 (美国 Neurosoft 公司生产) 对

差异波进行了电流密度和偶极子源定位分析。偶极子源定位对噪音非常敏感^[14]。因此,为了得到最大的信噪比,我们采用总平均 ERP 波^[15]。此外,将 14 个被试的每个电极和 3 个基准点的三维坐标值平均,从而得到每个电极和 3 个基准点三维坐标值的平均值。对于总平均数据,通过 ERP 坐标系统中的平均基准点和在一个被试的 MRI 头像上确定的基准标记,可以统一 ERP 电极坐标系统与 MRI 坐标系统。

将总平均 ERP 数据、平均的电极和基准点位置坐标值、一个被试的 MRI 头像以及在这个头像上确定的基准点导入 Curry 进行源重建。源重建是一个逆问题,这个问题没有唯一解。目前有两种不同的源模型:分布式的源和局部源。电流密度方法得到的是分布式源,而局部源是通过偶极子拟合计算得到的。在本研究中,我们尝试用电流密度方法和偶极子拟合方法在三壳球模型中重建 N380 的源。电流密度重建采用的是 LORETA 方法(Low Resolution Electromagnetic Tomography method)。偶极子源分析中运用的是移动偶极子模型。

为了估计偶极子源的位置与脑的解剖结构和 fMRI 激活区的关系,我们将从总平均 ERP 数据计算得到的偶极子坐标投射到一个被试的 MRI 头像上^[16]。在这个被试的 MRI 头像上确定前联合(A)和后联合(P),前后联合之间的连线可以作为 Talairach 和 Tournoux 系统的主 A-P 轴,因此在 MRI 像上

确定的偶极子的三维坐标以 Talairach 坐标系为参考。

3 结果

3.1 行为数据

行为记录表明在 120 条谜语中,有无“顿悟”的谜底分别为 56 ± 3 与 44 ± 3 个。对于“有顿悟”谜底的平均反应时(RTs)为 $2179 \pm 0.12\text{ms}$,对“无顿悟”谜底为 $919 \pm 0.07\text{ms}$ 。对“有顿悟”谜底的 RTs 显著长于“无顿悟”谜底的 RTs, $t_{(13)} = 12.78, p < 0.001$ 。说明如果被试自己想出的答案与标准答案一致,看到标准答案时被试能较快地作出反应;但是如果被试没有想出答案,或者被试自己想出的答案与标准答案不一致,看到标准答案时被试需要更多时间理解谜语的意思并且作出反应,因此反应时较长。

3.2 ERPs 成分

3.2.1 早期成分 如图 2 所示,“有顿悟”和“无顿悟”谜底都能诱发前部 N120、后部 N170 和后部 P100。前部 N120、后部 N170 和后部 P100 的谜底(有/无顿悟)主效应不显著。后部 P100 波幅 ($F_{(9, 117)} = 6.16, p < 0.01$),前部 N120 波幅 ($F_{(12, 156)} = 4.03, p < 0.01$),后部 N170 波幅 ($F_{(9, 117)} = 5.98, p < 0.01$),和后部 N170 潜伏期 ($F_{(9, 117)} = 6.80, p < 0.001$)的电极位置主效应显著。

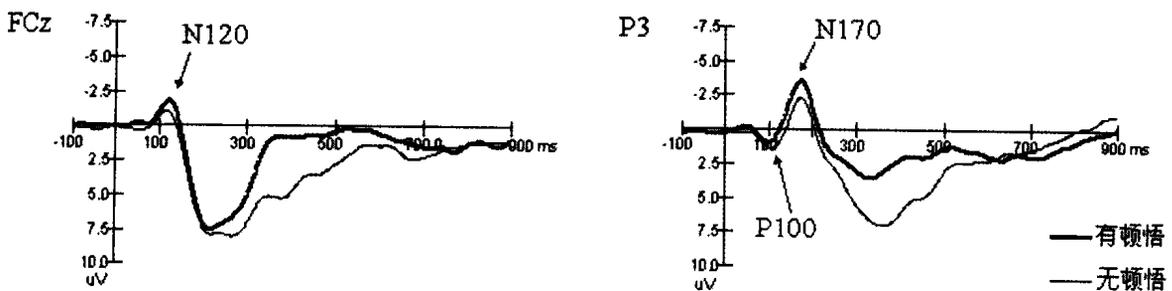


图2 “有顿悟”和“无顿悟”谜底诱发的 ERP 总平均图($n = 14$) (FCz 和 P3 记录点)。波形图上由箭头所示为 P100、N120 和 N170。

3.2.2 N380 从 ERP 波形图可以看出,“有顿悟”谜底比“无顿悟”谜底在 250~500ms 的时间段诱发出一个更加负性的 ERP 波,在差异波中这个负成分的峰潜伏期约在 380ms(N380)(见图 3 左)。重复测量的 ANOVA 结果显示“有顿悟”谜底比“无顿悟”谜底诱发的 ERP 在 250ms 和 500ms 之间的平均波幅在负方向上更大 ($F_{(1, 13)} = 42.83, p < 0.001$)。此外,电极位置

主效应显著 ($F_{(22, 286)} = 14.85, p < 0.001$),谜底与电极位置的交互效应显著(谜底 \times 电极位置, $F_{(22, 286)} = 8.43, p < 0.001$)。半球效应以及谜底和半球之间的交互效应没有达到显著性。在差异波(“有顿悟”减去“无顿悟”)中可以看到在 250ms 和 500ms 之间有一个明显的负成分,测量这个成分在 Fz, Cz, Pz 点的波峰和潜伏期,结果显示最大波峰位于 Cz 点 ($-5.78 \pm$

0.76 μ v),峰潜伏期约为 380ms (379 \pm 5.06ms)。差异波的地形图显示在 380ms 时额中央部的电压最高(见图 3 左)。

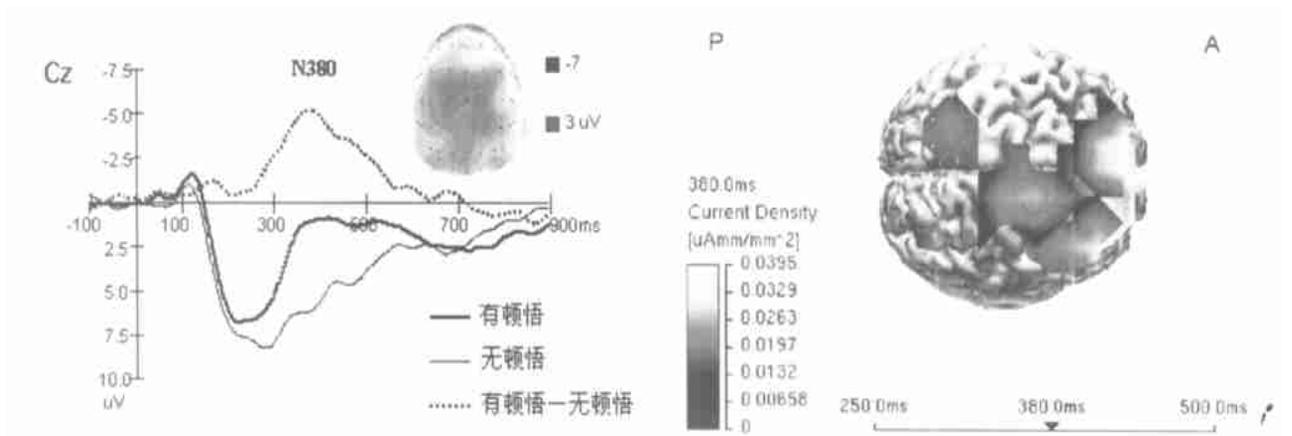


图3 左图:“有顿悟”、“无顿悟”和差异波(“有顿悟”减去“无顿悟”)的 ERP 总平均图($n=14$) (Cz 记录点), 以及差异波在 380 ms 时的地形图。右图:差异波在 380 ms 时的电流密度分布图。

3.3 ERP 源分析:N380

基于三壳球模型,对“有顿悟”和“无顿悟”谜底诱发的 ERP 之间的差异波进行源分析,尝试性地定位 N380 的神经发生源。采用 LORETA 方法在 250~500ms 的时间范围重建 N380 的电流密度分布,并且将重建的结果叠加到一个被试核磁像的皮层上,结果显示在 380ms 时额中央部的电流密度最强(见图 3 右)。通过 SVD (Singular Value Decomposition) 算法对 ERP 数据进行分析,发现在 250~500ms 的时间范

围内只有一个主要的 SVD 成分,这个成分相应于一个源。因此,在对 N380 进行偶极子源定位分析时,在 250~500ms 时程内采用一个偶极子进行拟合,不限制偶极子的方向和位置。从结果中可以看出,对于 N380,位于 ACC 附近的单个偶极子能够解释绝大多数的变异(位置: $x = -1.1, y = 17.2, z = 20.0$;残差 4.89%)。将该偶极子叠加到一个被试的核磁结构像上,可以看出偶极子位于 ACC 附近(见图 4)。

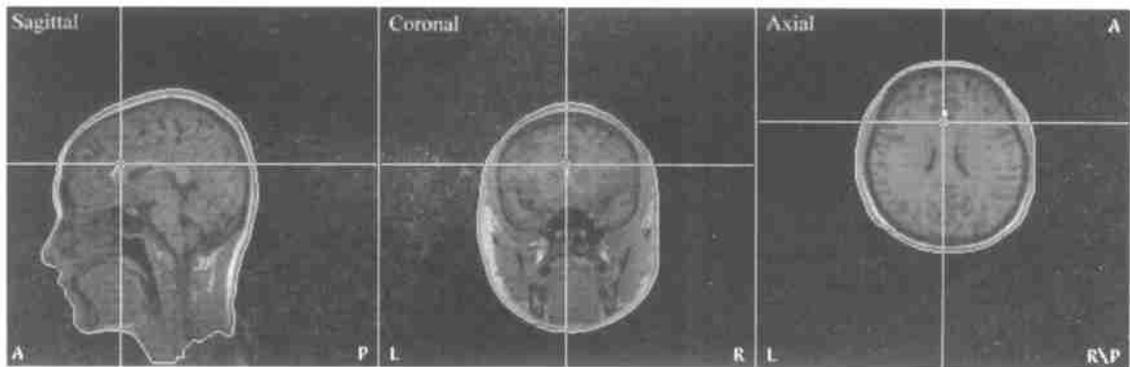


图4 N380 的偶极子源定位图

4 讨论

本研究从 ERP 波形可以看出, P1 (P100) 和 N1 (前部 N120 和后部 N170) 在“有顿悟”和“无顿悟”之间无显著性差异。这可能是由于早期成分 P1 和 N1

与视觉加工的早期阶段有关,有/无顿悟两种条件在早期都涉及视觉加工,而且这两种条件下的视觉加工程度基本一致。该结果也说明问题解决过程中的顿悟作为一种高级认知功能可能发生时间较晚。

刺激呈现后 250~500ms 的时间窗口,“有顿悟”

谜底比“无顿悟”谜底诱发的 ERP 有一个更加负性的偏移。在差异波中(有顿悟 - 无顿悟),这个负成分的潜伏期约为 380ms(N380),在头皮分布广泛,但以中央区明显。地形图和电流密度图显示,N380 在额中央区活动最强。这说明 N380 可能发生于中央前额叶皮层。偶极子源定位分析结果显示,N380 的起源可能接近或位于 ACC。事实上,N380 在整个波形中是第二个负成分,因此可能是一个 N2 成分,而且该成分与其它 ERP 研究中的 N2 在许多方面类似。Van Veen 和 Carter^[9]在 Eriksen Flanker 作业中观察到 N2 是一个峰潜伏期为 340 ~ 380ms 的负成分。而且在有明显冲突时,所诱发的 N2 明显增强。该成分的最大波峰位于 Cz 点,以额中央头皮分布为特点,其偶极子源定位于 ACC。作者认为额中央 N2 起源于 ACC,可能反映了冲突监测的机制。本实验中的 N380 与其有类似的潜伏期、额中央头皮分布以及 ACC 起源。在本项猜谜作业研究中,谜面呈现后,被试开始思考谜底,无论是否想出谜底,被试都会形成一定的思路或心理定势。因此当被试自己想出的谜底与标准谜底不同,或自己没能想出谜底,被试在看到标准谜底时需要一种新的思路对其进行理解,这时在原先的思路或旧的思维习惯与新的心理过程之间存在冲突,并且需要打破这种冲突或心理定势。所以,N380 可能体现了在突破心理定势时的认知冲突。

N380 与另一个叫做错误负波(Ne)或错误相关性负波(ERN)的 ERP 成分在某些方面也有相似性。Ne 是紧跟错误反应之后的一个大的负走向波,首先由 Hohnsbein 等^[17]发现。Gehring 等^[18]在错误相关的加工中观察到相同的现象并将其命名为 ERN。最近的 ERP 研究对这个成分有了更进一步的理解。研究者们已经在许多不同的任务中观察到 ERN/Ne,比如赌博作业^[12]、猜测作业^[19]等。错误反应发生后诱发的 ERN/Ne 在额中央记录点最强,并且许多研究者用单个偶极子模拟 ERN/Ne 的发生源都发现其位于中央前额叶区或 ACC^[12, 13]。进一步的 fMRI 研究也发现,相对于正确反应,错误反应过程中 ACC 的活动明显增强^[20]。因此,ERN/Ne 被认为是一个反映 ACC 功能的电生理指标^[21, 22]。虽然 N380 和 ERN/Ne 具有类似的额中央头皮分布和 ACC 发生源,但是二者之间也有一些不同。ERN/Ne 紧跟在错误反应之后出现,而 N380 是由顿悟诱发的。此外,猜谜作业中涉及语义加工,而 ERN/Ne 是由相对简单的任务诱发的,因而 N380 的潜伏期比

ERN/Ne 长。N380 和 ERN/Ne 之间的这些不同可能正是由于这种任务的不同造成的。但是不能忽视二者根本的相似性,即相同的 ACC 发生源。N380 也可能与认知冲突有关,因为顿悟的发生必须以突破心理定势或解决冲突为基础。此外,有研究发现 ERN/Ne 与额中央 N2 的发生源相同,都在 ACC,且均与冲突监测有关^[8]。因此,N380 也可能是一种涉及语义加工的 ERN,并且与突破心理定势时的认知冲突有关。

N380 还与 Stroop 效应诱发的 ERP 成分在潜伏期、波的头皮分布以及神经起源方面类似。在 Stroop 颜色 - 单词冲突作业中,形容颜色的词与字体本身颜色一致(比如,词“红色”用红颜色书写)或不一致(比如,词“红色”用绿颜色书写),要求被试迅速判断词的呈现颜色。不一致颜色词比一致颜色词的 ERP 在刺激呈现后 350 ~ 500ms 形成一个更大的负波(峰潜伏期为 410ms),该成分的头皮分布以前中央区最明显,偶极子源定位于 ACC^[23]。Stroop 效应的 PET 和 fMRI 研究也发现 ACC 的激活^[24, 25]。从该任务中可以看出在词义和颜色之间存在明显的冲突或竞争。因此,N380 也可能与该成分一样,反映一种认知冲突。

总之,N380 反映了顿悟问题解决过程中心理定势的突破,可能与 N2、ERN/Ne 或 Stroop 效应的 ERP 成分一样,起源于 ACC,与认知冲突有关。本研究采用偶极子源定位分析方法发现 N380 的发生源可能位于 ACC。然而,应当指出偶极子源分析是一个逆问题,没有唯一解,而且由于源定位固有的局限性,源定位方法只是通过假定的有限几个偶极子试验性地模拟头皮电压分布来定位脑区。因此,应当谨慎考虑偶极子源定位分析结果。顿悟是一种复杂的高级思维过程,N380 体现的可能是由多个脑区或它们之间的相互作用完成的复杂脑加工过程,只提出一个源解释这样一个与思维定势突破有关的高级认知过程是有一定危险性的。对于参与问题解决过程中顿悟加工的脑区,目前的结果只是提供了一个模型,而不是经验数据。因此,我们尚不能排除其它脑区参与顿悟加工的可能性,需要进一步的研究探索这些问题。

参 考 文 献

- 1 Weisberg R W, Alba J W. An examination of the alleged role of “fixation” in the solution of several “insight” problem. *Journal of Experimental Psychology: General*, 1981, 110: 169 ~ 192

- 2 Smith S M, Blankenship S E. Incubation and the persistence of fixation in problem solving. *American Journal of Psychology*, 1991, 104: 61 ~ 87
- 3 Isaak M I, Just M A. Constraints on thinking in insight and invention. In: R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.). *The Nature of Insight*. Cambridge, MA: Bradford Books/MIT Press, 1995. 281 ~ 325
- 4 Ormerod T C, Macgregor J N, Chronicle E P. Dynamics and constraints in insight problem solving. *Journal of Experimental Psychology*, 2002, 28 (4): 791 ~ 799
- 5 Knoblich G, Ohlsson S, Haider H, et al. Constraint relaxation and chunk decomposition in insight problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1999, 25: 1534 ~ 1556
- 6 Epstein R, Kirshnit C E, Lanza R P, et al. Insight ' in the pigeon: antecedents and determinants of an intelligent performance. *Nature*, 1984, 308: 61 ~ 62
- 7 Luo J, Niki K. The function of hippocampus in 'insight ' of problem solving. *Hippocampus* 2003, 13: 274 ~ 281
- 8 Botvinick M M, Braver T S, Barch D M, et al. Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review*, 2001, 108: 624 ~ 652
- 9 Van Veen V, Carter C S. The timing of action-monitoring processes in the anterior cingulate cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2002, 14: 593 ~ 602
- 10 Barch D M, Braver T S, Sabb F W, et al. Anterior cingulate and the monitoring of response conflict: evidence from an fMRI study of overt word generation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2000, 12: 298 ~ 309
- 11 Botvinick M M, Nystrom L E, Fissell K, et al. Conflict monitoring versus selection-for-action in anterior cingulate cortex. *Nature*, 1999, 402: 179 ~ 181
- 12 Gehring W J, Willoughby A R. The medial frontal cortex and the rapid processing of monetary gains and losses. *Science*, 2002, 295: 2279 ~ 2282
- 13 Hblroyd C B, Dien J, Coles M G. Error-related scalp potentials elicited by hand and foot movements: evidence for an output-independent error-processing system in humans. *Neuroscience Letters*, 1998, 242: 65 ~ 68
- 14 Wang Y, Yang F. Dynamic extraction of visual evoked potentials through spatial analysis and dipole localization. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 1995, 42: 762 ~ 768
- 15 Supek S, Aine C J. Simulation studies of multiple dipole neuromagnetic source localization: model order and limits of source resolution. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 1993, 40: 529 ~ 540
- 16 Rao H, Zhou T, Zhuo Y, et al. Spatiotemporal activation of the two visual pathways in form discrimination and spatial location: A brain mapping study. *Human Brain Mapping*, 2003, 18: 79 ~ 89.
- 17 Hohnsbein J, Falkenstein M, Hoorman J. Error processing in visual and auditory choice reaction time tasks. *Journal of Psychophysiology*, 1989, 3: 32
- 18 Gehring W, Goss B, Coles M G H, et al. A neural system for error detection and compensation. *Psychological Science*, 1993, 4: 385 ~ 390
- 19 Ruchow M, Gothe J, Spitzer M, et al. Human anterior cingulate cortex is activated by negative feedback: evidence from event-related potentials in a guessing task. *Neuroscience Letters*, 2002, 325: 203 ~ 206
- 20 Kiehl K A, Liddle P F, Hopfinger J B. Error processing and the rostral anterior cingulate: An event-related fMRI study. *Psychophysiology*, 2000, 33: 282 ~ 294
- 21 Falkenstein M, Hoormann J, Christ S, et al. ERP components on reaction errors and their functional significance: A tutorial. *Biological Psychology*, 2000, 51: 87 ~ 107
- 22 Carter C S, Braver T S, Barch D M, et al. Anterior cingulate cortex, error detection, and the online monitoring of performance. *Science*, 1998, 280: 747 ~ 749
- 23 Liotti M, Woldorff M G, Perez R III, et al. An ERP study of the temporal course of the Stroop color-word interference effect. *Neuropsychologia*, 2000, 38: 701 ~ 711
- 24 McKeown M J, Jung T P, Makeig S, et al. Spatially independent activity patterns in functional MRI data during the Stroop color-naming task. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 1998, 95: 803 ~ 810
- 25 Derbyshire S W, Vogt B A, Jones A K. Pain and Stroop interference tasks activate separate processing modules in anterior cingulate cortex. *Experimental Brain Research*, 1998, 118: 52 ~ 60

THE ERP EFFECTS OF INSIGHT IN A RIDDLE GUESSING TASK

Mai Xiaoqin^{1,2}, Luo Jing¹, Wu Jianhui^{1,2}, Luo Yuejia¹

*(¹ Key Laboratory of Mental Health, Institute of Psychology,
The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)*

(² Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract

In the present study, the event-related potential (ERP) was used to investigate the neural correlates of insight in problem solving. According to the responses of the subjects in the riddle guessing task, the answer was classified as "Insight" or "Non-insight". The ERP waves under two conditions were obtained after the ERP elicited by the two types of answers were overlapped and averaged respectively. The difference wave was obtained through subtracting the averaged ERP of the Non-insight answer from that of the Insight answer. Insight answers elicited a more negative ERP deflection than Non-insight answers in the time window of 250 and 500 ms after onset of the answer. The ERP difference wave (Insight minus Non-Insight) showed the peak latency of the component at about 380 ms (N380). Voltage and current density maps of the difference wave showed strong activity and current density in the fronto-central region. Dipole analysis localized the generator of the N380 in the anterior cingulate cortex (ACC). Therefore, N380 might reflect the breaking of mental set in insight problem solving.

Key words event-related potential, N380, guessing riddle task, dipole source localization, anterior cingulate cortex.

为出版《潘菽全集》征集有关材料的启示

潘菽先生是我国现代心理学的奠基人之一,九三学社主要发起人和领导人之一,曾任九三学社副主席,第一、二、三届全国人大代表,第五、六届全国政协常委,第七届全国政协主席团成员,中国科学院学部委员(现称院士),南京大学第一任校长,并长期担任中国心理学会理事长、中国科学院心理研究所所长。2007年是潘菽先生诞辰110周年。为了纪念这位著名心理学家、教育家和社会活动家,中国心理学会、中国科学院心理研究所和人民教育出版社计划于2007年出版《潘菽全集》,其中包括心理学6卷、教育和政论1卷、其他1卷。为了使《潘菽全集》的出版至臻完善,编委会决定在海内外征集潘老与各位同行专家及广大读者的个人通信和笔记等,届时将把一些有价值的通信、笔记收入全集中。希望有关同志给予大力支持!

请将通信原件或复印件寄至:

100101 中国科学院《心理学报》编辑部 转李令节收

《潘菽全集》编辑委员会