

仿同时刺激延迟反应模式及其在 ERP 研究中的作用 *

魏景汉

中国科学院心理研究所(北京 100012)

[摘要] 本文论述了本实验室新近研究成功的“双通道仿同时刺激延迟反应”实验模式及其在当代 ERP 研究中的作用。该模式要点是在同项实验中将视觉刺激与听觉刺激的呈现顺序随机排列,以达双通道 ERP 具有同时性之效果;在被试本通道操作时呈现异通道刺激。该模式兼具关于 MMN 心理机制争论双方模式之优点,刺激间隔长,非注意纯度高,且视,听背景更为一致,因此实验结果更有说服力。

关键词 事件相关电位,实验模式,失匹配负波

事件相关电位(Event-related potentials 简称 ERP)是现代研究认知科学的有效途径,是心理活动的客观脑电指标,并可用于测谎。在 ERP 研究中新的发现往往是采用新的实验模式的结果。例如 Walter 采用“S₁-S₂-R”模式发现了 CNV, Sutton 采用 Oddball 模式发现了 P300。此外,ERP 对外界变化十分敏感,实验条件的微小变化即可导致实验结果之差异^[1]。因此实验模式的设计与严格操作在 ERP 研究中至关重要。

关于 Naatanen 注意模型问题的研究是当前 ERP 领域研究的热点。1978 年 Naatanen^[2]首先报道了听觉 MMN (Mismatch Negativity)失匹配负波现象,它涉及无意识的脑内信息,自动加工问题及注意理论的早、晚选择之争,引起了心理学家极大的兴趣,国际上许多 ERP 实验室开展了关于 MMN 及其相关成分的研究,展开了广泛的讨论。80 年代末,Naatanen^[3]总结了多年关于 MMN,PN (processing Negativity,加工负波)等一系列 ERP 研究结果,并引用脑磁图,脑血流图等实验结果,提出了听觉信息加工中的注意理论模型,在国际上引起一场关于 MMN 研究与争论的新的新高潮。该争论主要围绕着两个问题:(1)听觉 MMN 是否受选择性注意的影响,是否反映自动加工;(2)是否存在视觉 MMN。Naatanen 等(1978^[2], 1980^[4])证明,在双耳分听实验中,注意通道与非注意通道所产生的 MMN 非常相似。Duncan 等^[5](1987),Sams 等^[6](1985)以 Oddball 模式观察到了无意识条件下的 MMN,表明 MMN 不受注意的影响,脑可以自动觉察出刺激物间的差异而产生 MMN。Naatanen 等依此认为 MMN 反映着脑的自动加工。Woldorff 等^[7](1990)对此提出了异议,指出上述有关实验中刺激间隔过长,被试有可能在刺激间隙去注意非注意耳之刺激,非注意条件不够严格。他们将刺激间隔缩短,结果发现当高度集中注意时的 MNN 大于非注意时的 MMN,从而对 MMN 反映自动加工持不同观点。目前各实验室的实验结果仍不一致,主要集中在 MMN 是

① 国家自然科学基金资助项目

反映完全自动加工,还是反映不完全自动加工。关于是否存在视觉 MMN 问题,Naatanen 实验室^[8](1990)报道了其实验结果:未观察到视觉 MMN。据此他们认为 MMN 反映的脑机制是听觉通道所特有的。不是各通道所共有的朝向反应。很可能是声像记忆的失匹配过程。但是不少实验室的实验结果不支持这种 MMN 的通道特异性观点。例如,Ciesielski^[9](1990)观察到初步证据,表明视觉通道可能存在 MMN;Cammann^[10](1990)观察到了颜色偏差引起的类似 MMN 成分。这个问题至今尚未解决。

为了研究上述这些争论焦点问题,本实验室设计了一种新的实验模式,对实验条件的控制更加严格,弥补了前人实验模式上的若干不足,称为“双通道仿同时刺激、延迟反应”实验模式。其做法如下:视觉刺激与听觉刺激混合,分时呈现,其呈现顺序按伪随机排列。视觉刺激与听觉刺激各包括三种:标准刺激,偏差刺激与反应命令信号。视觉标准刺激(vS)为图形,视觉偏差刺激(VD)为带点图形,视觉反应命令信号(VI)为小红点,听觉标准刺激(aS)为 800Hz 柔滑短纯音 55dB, SPL, 听觉偏差刺激(ad)为 1000Hz 柔滑纯音,听觉反应命令信号(ai)为 S_{0z}(Click, 100_{μs}, 18dB, SPL)。6 种信号的呈现时间皆为 20ms。标准刺激呈现概率为 85%,偏差刺激呈现概率为 15%,每一标准刺激和偏差刺激后皆跟随一次反应命令信号。每一通道的标准刺激与偏差刺激的呈现顺序都是伪随机排列的。第一通道的刺激信号与反应命令信号之间皆加入 0 至 2 次异通道刺激信号。结果,六种信号的呈现顺序可排列如下:

VS as VI VS ai as ai as VI VS VI VS ai as ai as VI VS ai as VI VS ai ad VI VS ai as ai as

VI VD ai as VI VS VI VS ai as VI VS ai as ai as VI VD ai as VI VS ai ad VI VS ai

实际安排 6 种信号的呈现顺序时可首先使两个通道刺激伪随机排列,且同通道刺激不得连续呈现两次以上,再将反应命令信号安排在下次同通道刺激呈现之前,最后按 15% 伪随机原则确定两个通道偏差刺激。实验分为注意视觉与注意听觉两项。两项实验的客观刺激相同,仅被注意并进行反应的通道不同。每项实验需对视觉标准/偏差刺激进行平衡(即将视觉标准刺激与偏差刺激交换),并对被试反应(按钮)的左/右手进行平衡。已证明两种听觉刺激的物理性差异不引起 ERP 差异,故无需对该听觉标准/偏差刺激进行平衡。这样,实验共有两套刺激程序,每项实验需进行 $2 \times 2 = 4$ 轮实验。为了保证偏差刺激的迭加次数不少于 60 次,实验需呈现 80 次以上的偏刺激;标准刺激的实际呈现次数为 $80/15\% \times 85\% = 453$ 次以上。但进入迭加者仅需 ≥ 60 次,故可废除约 370 次标准刺激。现设定分析时间为 700ms,含基线 50ms,进入迭加的刺激间隔(两次刺激起始点间距)为 800 至 1300ms 随机,不进入迭加(废除)的标准刺激间隔缩短为 200 至 500ms 随机,以节省实验时间。在前人工作中,视觉 ERP 与听觉 ERP 是分别以两项实验进行的,或者虽在同项实验中进行,其时间条件不同,结果在比较视/听 ERP 差异时,含有背景差异之干扰因素。本模式视听刺激虽然在实验时是分时呈现的,但两者排列顺序是随机的,对多次刺激迭加形成的 ERP 而言,视听刺激在逻辑上是同时发生的,可称为“仿同时”,更大限度地排除了视听刺激条件的差异对 ERP 的影响,对于比较视/听 ERP,从而确定视觉 MMN 是否存在,提供了更为可靠的基础。在本模式中,指定被试一只手对注意通道的标准刺激作按钮反应,另一只手对注意通道的偏差刺激作按钮反应,但令被试不要在刺激信号后立即按钮,而是要等注意通道中出现反应命令信号后再迅速准确地按钮。由于命令信号很微弱,迫使被试只有集中注意于寻觅命令信号才能在其出现后不失时机地做到又快又准地反应;加之指导语中强化其优质完成任务的动机,使被

试在被注意通道刺激信号与反应命令信号之间高度集中注意力于寻觅该通道的反应命令信号,此时在非注意通道出现刺激信号,不易分散被试注意。因此本实验模式既做到了 Naatanen 实验模式的长刺激间隔,又具有 Woldoff 短刺激间隔提高非注意纯度之优点。并避免了短刺激间隔难以分析较长时间的缺点。

以该模式所得实验结果的初步分析表明,MMN 前部未受注意影响,而在后部受到注意影响,视觉通道出现了类似 MMN 的成分,唯波幅较小。如果这一结果被确立,则对 MMN 的认识将深入一步并可推论自动加工与选择性注意的分界时程,从而对长期存在的注意理论早/晚选择之争提供新的证据。

参考文献

- [1] Demair C, Coquery J M. Effects of selective attention on the late components evoked potentials in man. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* 1977,42(5):702—704.
- [2] Naatanen R, Gaillard A W K, Mantysalo S. Early selective—attention effect on evoked potential reinterpreted. *Acta Psychologica.* 1978,42:313—329.
- [3] Naatane R. The role of attention in auditory information processing as revealed by event—related potentials and other brain measures of cognitive function. *Behavioral and Brain Sciences.* 1990,13(2):201—233.
- [4] Naatanen R, Gaillard A W K, Mantysao S, Brain—potential correlates of voluntary and involuntay attention. In: Kornhuber H H, Deecke L. (Eds). *Motivation, motor and sensory processes of the brain: Electrical potentials, behavior and clinical use.* Amsterdam: Elsevier/North—Holland Biomedical Press,1980,343—348.
- [5] Duncan C C, Kaye W H. Effects of clonidine on event—related potential measures of information processing. In: Jr. Johson R, Rohrbauph J W, Parasuraman R. (Eds). *Current trends in event—related potential research (EEG Supplement 40)*, Elsevier,1987.
- [6] Sams M, Hamalane M, et al. Cerebral neuromagnetic responses evoked by short auditory stimuli. *EEG and Clin. Neurophysiol.* 1985,61:254—226.
- [7] Woldorff M, Hackley S A, Hillyard S A. The effects of channel—selective attention of the mismatch negativity wave elicited by deviant tones. *Psychophysiology.* 1991,28:30—42.
- [8] Nyman G, Alho K, et al. Mismatch negativity(MMN), for sequence of auditory and visual stimuli:evidence for a mechanism specific to the auditory modality. *EEG and Clin. Neurophysiol.* 1990,77:436—444.
- [9] Ciesielski K T. Variability, gnosti units and N2. *Behavioral and Brain Sciences.* 1990,13(2):236—237. (commentary)
- [10] Cammann R. Is there a mismatch negativity (MMN) in the visual modality? *Behavioral and Brain Sciences.* 1990,13(2):234—235. (commentary)