

情绪面孔对听觉通道短时距内隐知觉的影响*

宣 宾^{1, 2)**} 汪 凯³⁾ 张达人²⁾

¹⁾ 安徽师范大学教育科学学院心理学, 芜湖 241000; ²⁾ 中国科学技术大学生命科学学院认知神经心理学实验室, 合肥 230027;

³⁾ 安徽医科大学第一附属医院神经内科, 合肥 230022)

摘要 时间知觉是人类的一项基本能力。日常生活经验表明时间知觉容易受到情绪的影响。但是在前人的研究中, 这些影响往往伴随着主动注意和外显的运动反应。这里关注的是不伴随主动注意和外显运动反应的内隐时间知觉是否受到情绪面孔的影响。被试在主动完成一个由情绪面孔组成的视觉辨别任务的同时, 被动地听一系列声音刺激。声音刺激的刺激启动异步时间(stimulus onset asynchrony, SOA)中, 80%是标准 SOA(800ms), 20%是偏差 SOA(400, 600 ms)。对频繁出现的标准 SOA 和偶尔出现的偏差 SOA 诱发的事件相关电位(event-related potential, ERP)进行记录。2个短的偏差 SOA(400 和 600ms)引发了2个变化相关的 ERP 成分: 失匹配负波(the mismatch negativity, MMN)和 P3a。代表对无规律变化早期检测的 MMN 波幅受到了情绪面孔的影响。与愉快和中性面孔相比, 恐惧面孔降低了 MMN 波幅。对于 400ms 偏差 SOA, 与恐惧面孔和中性面孔相比, 愉快面孔增加了 P3a 波幅。该 ERP 研究提示听觉通道的内隐时间知觉受到情绪面孔的影响, 恐惧面孔降低了内隐时间知觉的准确性。

关键词 情绪面孔, 时间知觉, 失匹配负波(MMN), 事件相关电位(ERP)

学科分类号 B845

DOI: 10.3724/SP.J.1206.2010.00406

加工时间信息是人脑的一项基本功能, 几乎包含在我们日常生活的所有方面。人类的主观时间知觉常因为受到很多非时间因素的影响而产生偏差, 例如刺激的物理属性、量化程度和注意水平等^[1-2]。此外, 情绪也是一个常见的影响主观时间知觉的因素。“心急水不开”、“欢娱嫌夜短”等谚语清晰地表明了主观的时间知觉与情绪状态是紧密相关的。先前的行为学实验也对该现象进行了深入的研究^[3-7]。然而, 大多数行为学研究均使用一个主动的时间知觉任务, 被试需要主动估计、产生、复制一段时间信息或者对时间信息作出比较。这些任务需要主动地注意时间信息, 并作出外显的、及时的运动反应, 这常常与情绪对其他因素的影响融合在一起^[8-10]。因此, 我们有必要了解, 当控制与时间加工相关的其他认知加工阶段的影响之后, 情绪是否还会影响时间知觉。特别是, 我们的日常生活除了需要主动知觉时间信息之外, 也常常需要没有主动注意和外显运动反应的内隐时间知觉, 如语言知觉、技巧运动等^[11-12]。然而, 由于研究范式、测量技术的限制, 我们对这一点还知之甚少。

幸运的是, 事件相关电位(event-related potential, ERP)技术可以给我们提供一个“生理窗口”去监测计时功能, 以避免主动注意和运动反应等因素的影响^[13]。Macar 和 Vidal 等^[13]综述了几种与计时相关的 ERP 成分, 如关联性负变(contingent negative variation, CNV), 刺激遗漏电位(omitted stimulus potential, OSP)和失匹配负波(mismatch negativity, MMN)。这里我们选择 MMN 作为时间知觉的生理指标, 主要是基于以下几个原因。a. 通过一个经典的 oddball 范式, MMN 可以由听觉通道中声音刺激的一些维度的物理变化所诱发, 其中包括时间维度的变化。例如, MMN 可被一系列较长的重复时距中的一个偶然的短时距所诱发^[9, 14]。b. MMN 的幅度与被试对刺激的辨别程度相关。很多研究发现偏差刺激与标准刺激间的差别越大, MMN 的幅度也越高^[14]。Davalos 等^[8]发现精神分裂症病人在行

* 国家自然科学基金资助项目(30800297)。

** 通讯联系人。

Tel: 0553-3937070, E-mail: xuanbin@mail.ahnu.edu.cn

收稿日期: 2010-11-10, 接受日期: 2010-12-21

为研究中表现出时间知觉的功能不良, 病人同时也表现出 MMN 幅度的降低. 有研究发现, 尼古丁能提高时间加工的能力, 给药之后被试的 MMN 也表现出幅度增加^[15]. 这些结果表明 MMN 在一定程度上可以代表被试检测时间变化的一种能力. 并且 MMN 不仅仅受限于客观的时间长度, 而与被试的主观知觉息息相关. 在目前的这项研究中, 我们试图在一系列标准的刺激启动异步时间 (stimulus onset asynchrony, SOA) 中偶尔插入偏差 SOA. 如果 MMN 可以被偏差 SOA 所诱发, 并且随 SOA 长度变化而变化, 那么可以认为 MMN 反映了被试对时间的知觉. c. 由于 MMN 可以在自动的、不需要对任务相关刺激的主动注意条件下被诱发^[9, 13], 因此我们可以在缺乏直接的行为学指标的情况下, 通过 MMN 来检测时间知觉. 在先前的研究中, 研究者给被试呈现听觉刺激的同时常常伴随呈现一段无声电影. 由于以往研究中采用的无声电影包含的情绪较为复杂, 在本研究中, 我们让被试在听一系列声音刺激的同时完成一个以情绪面孔为刺激材料的视觉刺激辨别任务. 该设计的目的是为时间知觉任务提供一个相对单纯的情绪背景, 将被试的主动注意从听觉刺激中转移开. 基于以上这些原因, 拟通过 MMN 来检测被试在接受情绪刺激后是否会影晌内隐的时间知觉. 我们的主要假设是: 如果 MMN 能被情绪面孔所调制, 可以推测这种调制在一定程度上代表了内隐时间知觉的变化. 此外, MMN 后一般伴随着 P3a 成分, 该成分与听觉变化后的不随意注意有关^[16-17]. 这将有助于探索情绪对时间信息的晚期加工.

1 方 法

1.1 被试

16 名(8 男 8 女)来自中国科学技术大学的本科生或研究生自愿参与了实验, 他们均为右利手, 年龄在 19~32 岁之间(平均年龄 23.81 岁). 所有被试视力或矫正视力正常, 听力正常. 被试实验前均签署了知情同意书, 参与实验后得到了少量报酬.

1.2 刺激材料

30 张情绪面孔选自中国化面孔情绪图片系统(10 张中性面孔, 10 张高兴面孔和 10 张恐惧面孔), 视角为 4.99°×6.84°. 所有情绪面孔均被处理为 85 cd/m² 灰度图, 并增加了一个椭圆的模板覆盖了发型、服装等无关内容以避免无关因素的干扰.

听觉刺激由一系列 1 000 Hz 的正弦纯音脉冲经由 TDH39 耳机双耳呈现. 每个纯音持续 50 ms, 包括 5 ms 上升和下降时间, 强度为 85 dB 声压级. 在本研究中我们系统地处理了 SOA. 标准的 SOA 为 800 ms, 偏差 SOA 为 400、600、1 000 和 1 200 ms. 其中前 2 个偏差称为短偏差刺激, 后 2 者称为长偏差刺激. 标准刺激和 4 个偏差刺激的概率为 16:1:1:1:1. 在 2 个偏差 SOA 之间至少有 2 个标准 SOA.

1.3 实验程序

被试在整个实验过程中被要求忽略听觉刺激(定义为无关刺激). 同时, 他们需要完成一个以情绪面孔为刺激材料的视觉辨别任务, 任务范式如图 1 所示. 每个视觉刺激呈现 300 ms, 2 个视觉刺激之间的间隔在 800~2 400 ms 的范围内随机. 如

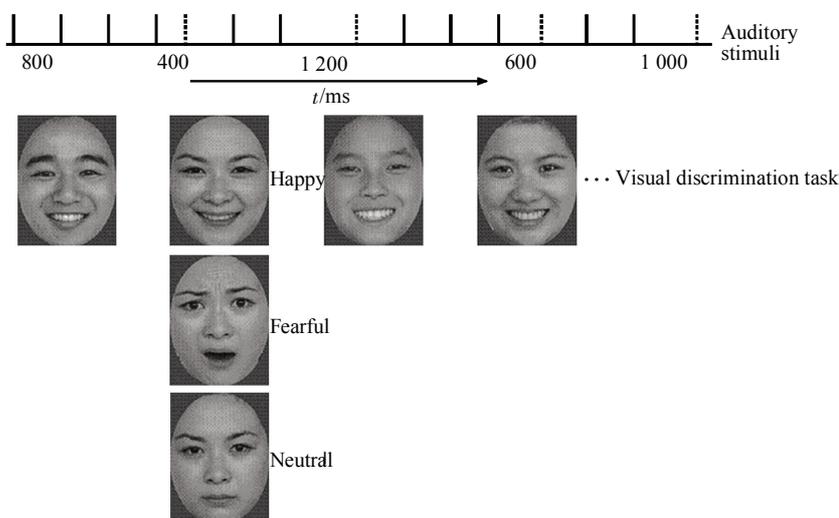


Fig. 1 The experimental paradigm

The participants were instructed to ignore these auditory stimuli, and to fulfill a visual discrimination task with emotional faces at the same time. In this figure, each dashed bar stands for a deviant stimulus, and the distance between dashed bar and the former solid bar stands for the SOAs.

果屏幕当前呈现的视觉刺激与前一个相同, 被试用右手按空格键, 不同则不做任何反应. 按键的概率控制在 30%. 实验采用了组块设计, 每个组块中的第一个声音和第一个视觉刺激面孔的时间间隔在 800~1 600 ms 的范围内随机. 为了避免在一段较短的时间中不同情绪可能出现的相互干扰^[6, 18], 在一个组块中的情绪面孔为同一种情绪类型, 情绪类型的顺序在不同的组块中随机, 在被试间平衡. 整个实验由 150 个组块组成, 每个组块包括由 41 个纯音作为边界定义的 40 个空白时间间隔和 20 张相同类型的情绪面孔, 每个组块持续 32 s.

1.4 脑电记录

脑电(EEG)记录采用 Neuroscan ESI-128 记录与分析系统. 根据国际 10-20 标准系统扩展的 64 导 Ag/AgCl 电极帽记录 EEG. 参考电极置于鼻尖, 左右侧乳突(RM/LM)各安置一电极, 双眼外侧安置的电极记录水平眼电(HEOG), 左眼上下安置电极记录垂直眼电(VEOG). 数据采样频率为 1 000 Hz, 并经过 0.05 到 100 Hz 的带通滤波. 所有电极阻抗均保持在 5 k Ω 以下. 对于离线的连续 EEG 数据进行了有限长单位冲激响应(FIR)低通滤波(0 相位偏移, 截止频率为 30 Hz). 滤波后的连续数据按听觉或视觉刺激前 100 ms 到刺激后 600 ms 分段. 眼电超过 $\pm 50 \mu\text{V}$ 的分段被去除. 基线被定义为刺激前 100 ms. 在随后的分段数据叠加平均中减去了基线的幅度. 最后根据事件类型对于各记录电极进行了

叠加平均.

1.5 ERP 数据分析

对听觉刺激诱发的 ERP 成分, 参考相关的研究^[17, 19-20], 其峰值潜伏期被定义为在一个固定的时间窗中(N1: 70~150 ms; P2: 200~300 ms; MMN: 100~200 ms; P3a: 200~400 ms), 该成分达到最大值的时间点, 峰值被定义为在选定的时间窗中该成分所达到的最大值. 差异波——MMN 和 P3a 是将偏差刺激诱发的 ERP 减去标准刺激诱发的 ERP.

2 结 果

2.1 行为学结果

对行为学成绩进行情绪类型的单因素重复测量方法分析, 结果表明, 被试在视觉辨别任务的正确率上表现出情绪类型的主效应 ($F(1, 15) = 9.39$, $P < 0.001$), 恐惧面孔的正确率显著高于高兴面孔 ($P = 0.001$). 但情绪类型在反应时间上无主效应 ($F(1, 15) = 3.04$, $P = 0.063 > 0.05$).

2.2 ERP 结果

以 FCz 电极为例, 图 2 列出了最短的偏差 SOA(400 ms)、最长的偏差 SOA(1 200 ms)和标准 SOA(800 ms)诱发的原始波和差异波. 由于短 SOA 和长 SOA 偏差诱发的 ERP 成分并不相同, 在本研究中, MMN 和 P3a 仅在短偏差 SOA 中被诱发, 此时可观察到额中部电极(黑色曲线)与乳突电极(绿色曲线)记录的 MMN 极性发生翻转.

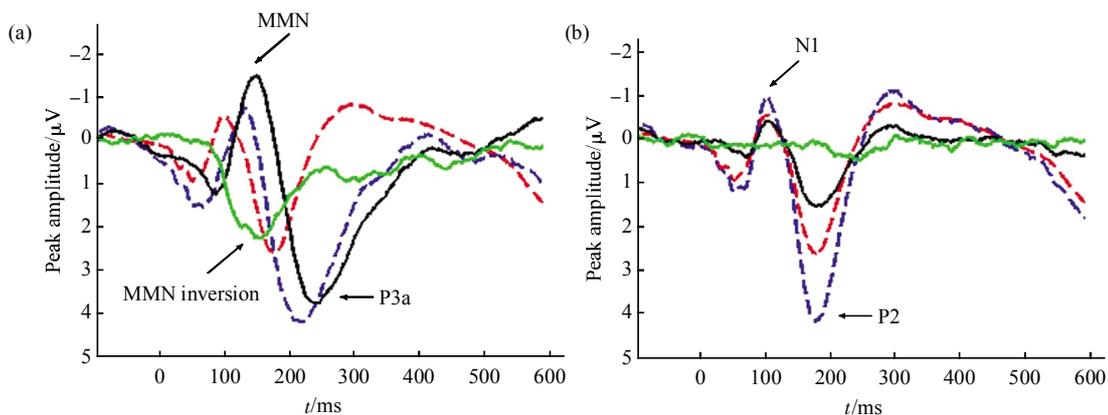


Fig. 2 The original ERPs and the difference waves for short (400 ms, a) and long (1 200 ms, b) deviant SOAs

Take electrode-FCz as an example. (a) - - - : 400 ms; - - - : 800 ms; — : Difference wave; — : Left mastoid. (b) - - - : 1 200 ms; - - - : 800 ms; — : Difference wave; — : Left mastoid.

Näätänen 等(2007 年)指出 MMN 反应主要出现在额中央区 and 头皮中部电极. 根据先前的相关研究^[14, 21]和我们的实验结果, 我们选择了 9 个电极,

对短偏差下诱发的 MMN 和 P3a 进行了一个 2 (短偏差 SOA: 400 和 600 ms) \times 3 (情绪类型: 中性、高兴和恐惧面孔) \times 9 (电极: Fz, FCz, Cz, F1, F2,

FC1, FC2, C1 和 C2) 重复测量方差分析. 对长偏差下诱发的 N1 和 P2 进行了 3 (SOA: 800, 1 000 和 1 200 ms)×3 (情绪类型: 中性、高兴和恐惧面孔)×9 (电极: Fz, FCz, Cz, F1, F2, FC1, FC2, C1 和 C2) 重复测量方差分析. 上述分析使用 SPSS 13.0 软件包进行, 方差分析的 *P* 值采用 Greenhouse-Geisser 法矫正.

如图 3 所示, MMN 峰值的统计结果表明 SOA 长度的主效应显著($F(1, 15)=5.95, P=0.028<0.05$). 400 ms 诱发的 MMN 幅度显著大于 600 ms 诱发的 MMN. 情绪类型也有显著的主效应($F(2, 30)=$

13.57, $P<0.001$). 恐惧面孔诱发的 MMN 幅度明显低于中性面孔诱发的 MMN ($P<0.001$) 和高兴面孔诱发的 MMN ($P=0.019<0.05$). SOA 长度和情绪类型无显著的交互作用 ($F(2, 30)=2.26, P=0.127>0.05$). 对 MMN 峰值潜伏期的统计结果显示 SOA 长度有显著的主效应 ($F(1, 15)=5.64, P=0.031<0.05$), 400 ms 诱发的 MMN 幅度比 600 ms 早. 情绪类型的主效应不显著 ($F(2, 30)=0.583, P=0.515>0.05$), SOA 长度和情绪类型的交互作用也不显著 ($F(2, 30)=0.30, P=0.716>0.05$).

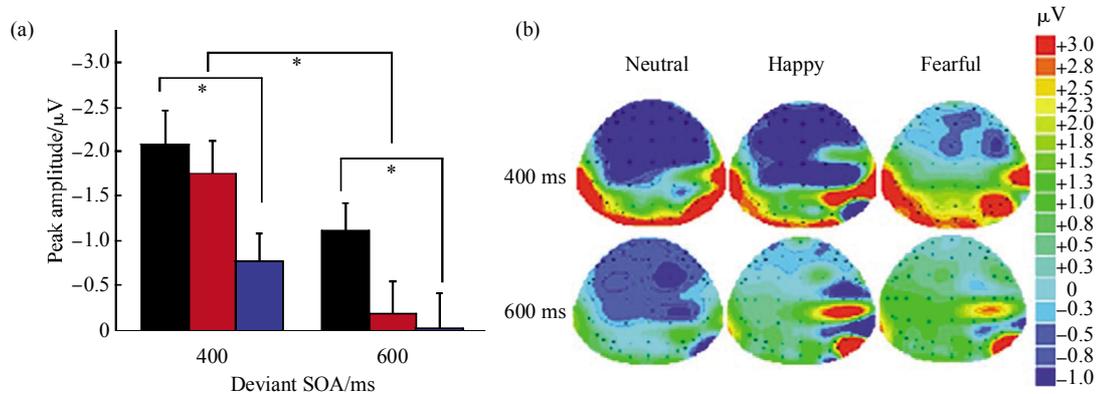


Fig. 3 MMNs results

(a) The MMNs of short SOAs in three emotional conditions (Error Bar = 1×SE). ■ : Neutral; ■ : Happy; ■ : Fearful. (b) Scalp distributions of the MMN (140~160 ms) in three emotional conditions.

各种情绪条件下短 SOA 诱发的 P3a 峰值如表 1 所示. 对两个短偏差 SOA 诱发的 P3a 结果进行了一个类似的 2×3×9 的重复测量方差分析. 对 P3a 的峰值统计分析表明 SOA 长度主效应显著,

400 ms 诱发的 P3a 幅度显著高于 600 ms 诱发的 MMN ($F(1, 15)=20.35, P<0.001$). 情绪类型主效应也显著 ($F(2, 30)=4.95, P=0.018<0.05$). 进一步的分析表明高兴面孔诱发的 P3a 幅度显著高于中性面

Table 1 P3a peak amplitudes elicited by short SOAs in three emotional conditions ($\bar{x} \pm s$)

	Peak amplitude/µV					
	SOA = 400ms			SOA = 600ms		
	N	H	F	N	H	F
Fz	3.07±0.31	3.34±0.42	2.78±0.33	1.46±0.18	1.61±0.30	1.74±0.24
FCz	4.16±0.44	4.64±0.61	3.88±0.49	1.70±0.24	2.13±0.35	2.20±0.30
Cz	3.85±0.42	4.74±0.58	3.82±0.42	1.56±0.22	2.07±0.37	2.19±0.33
F1	2.78±0.27	2.98±0.40	2.40±0.30	1.28±0.17	1.32±0.26	1.65±0.25
F2	3.06±0.29	3.41±0.37	2.72±0.32	1.45±0.20	1.60±0.31	1.71±0.25
FC1	3.71±0.39	4.20±0.58	3.43±0.44	1.51±0.22	1.90±0.36	2.03±0.30
FC2	3.66±0.42	5.10±0.79	3.71±0.48	1.88±0.40	2.67±0.67	2.03±0.30
C1	3.52±0.38	4.28±0.55	3.32±0.37	1.45±0.18	1.93±0.32	2.03±0.28
C2	3.59±0.37	4.41±0.55	3.50±0.39	1.34±0.19	2.04±0.32	2.23±0.31

N: Neutral; H: Happy; F: Fearful.

孔($P=0.036<0.05$)和恐惧面孔($P=0.038<0.05$)诱发的 P3a. SOA 长度和情绪类型交互作用不显著($F(2,30)=1.99, P=0.165>0.05$). 对 P3a 峰值潜伏期的统计表明, SOA 长度的主效应显著, 400 ms 诱发的 P3a 峰值潜伏期显著早于 600 ms($F(1,15)=10.01, P=0.006<0.01$). 情绪类型主效应不显著($F(1,15)=0.52, P=0.555>0.05$), SOA 长度与情绪类型的交互作用不显著($F(2,30)=0.09, P=0.912>0.05$).

对于长偏差 SOA, 我们将其与标准 SOA 诱发的 N1 和 P2 成分进行比较分析. 统计结果表明, 对于 N1 峰值($F(2,30)=2.39, P=0.116>0.05$)、N1 峰值潜伏期($F(2,30)=1.17, P=0.305>0.05$)和 P2 峰值潜伏期($F(2,30)=2.57, P=0.097>0.05$), SOA 长度的主效应不显著, 在 P2 峰值上可以观察到显著的 SOA 长度主效应($F(2,30)=23.18, P<0.001$). 进一步的分析表明, 1200 ms 诱发的 P2 峰值显著高于 1000 ms($P=0.020<0.05$)和 800 ms 诱发的 P2 ($P<0.001$), 1000 ms 诱发的 P2 显著高于 800 ms 诱发的 P2 ($P=0.002<0.05$). 情绪类型在 N1 峰值($F(2,30)=0.26, P=0.661>0.05$), N1 峰值潜伏期($F(2,30)=0.21, P=0.791>0.05$), P2 峰值($F(2,30)=0.54, P=0.568>0.05$)和 P2 峰值潜伏期($F(2,30)=0.50, P=0.531>0.05$)主效应均不显著. SOA 长度和情绪类型在 N1 峰值($F(4,60)=0.86, P=0.456>0.05$), N1 峰值潜伏期($F(4,60)=0.60, P=0.582>0.05$), P2 峰值($F(4,60)=0.72, P=0.550>0.05$), 以及 P2 峰值潜伏期上交作用均不显著($F(4,60)=1.07, P=0.360>0.05$).

3 讨 论

大量证据显示情绪几乎卷入了生活中全部的认知加工过程, 其中非常重要的一项就是时间知觉. 在目前的研究中, 我们特别关注情绪面孔对无需主动注意和外显反应的内隐时间知觉的影响. 首先, 实验结果表明, 2 个短偏差 SOA 诱发了 MMN, 并且偏差 SOA 越短, 与标准 SOA 的差别越大, MMN 的幅度也越高. 这个结果提示, 至少对短于标准 SOA 的条件, MMN 可以作为一个客观有效的指标反映检测时间变化的能力^[9]. 在此基础上, 还发现了一个引起我们特别关注的有趣结果, 即在短偏差 SOA 条件下, MMN 的幅度受到了情绪面孔的影响. 恐惧面孔诱发的 MMN 显著低于高兴和中性面孔. 先前的研究表明 MMN 的幅度大小与个体主观感知到的变化有关^[8,14], 因此, 目前 MMN

在不同情绪条件下的变化提示了这样一种可能性, 即恐惧面孔削弱了个体检测时间偏差的能力, 或者说降低了个体对短偏差刺激内隐时间知觉的准确性.

目前这个结果提示, 即使在排除了外显反应和主动注意之后, 个体的主观时间知觉仍会受到不同情绪的调制, 这表明情绪对时间知觉的影响并不完全由情绪对注意或反应阶段的影响所致. 前人对外显时间知觉的相关研究指出, 情绪往往通过 2 种不同的机制对时间知觉产生影响. 注意机制认为情绪刺激比中性刺激捕获更多的注意, 因此时间被低估; 而唤醒机制则预测情绪刺激所具备的高唤醒度, 加速了内部时钟脉冲速率, 导致时间被高估^[21]. 在本研究中, 一方面, 我们采用了一个内隐时间知觉的任务去控制主动注意, 在整个实验中注意被导向视觉辨别任务. 被试无需注意听觉刺激, 更不用注意 2 个听觉刺激之间的 SOA 变化, 也不需要时间变化做任何反应. 这个设计一定程度上限制了注意水平在时间知觉任务中的波动, 即限制了注意机制发挥作用. 另一方面, 唤醒机制似乎也较难对该结果做出合理的解释. 如具有更高唤醒度的恐惧面孔导致高估时间^[22], 则实验中的标准时间和短偏差时间均被高估. 有研究表明, 脉冲速率提高会导致主观时间知觉随客观时间的长度成比例地增加^[23], 这提示区别标准 SOA 和短 SOA 的难度并未因此增加, 并不能导致 MMN 幅值降低. 这里 MMN 幅值的降低代表的时间辨别力下降或知觉准确性的降低, 提示情绪对时间知觉影响可能并未以高估或低估的稳定形式表现, 而表现出时间知觉的不稳定性. 由于本研究仅涉及了 2s 以下的短时距, 特别是诱发 MMN 的时距均在 800 ms 以下, 因此该结果提示了这样一种可能性, 即在 800 ms 以内的这样一个短时距范围, 情绪对内隐时间知觉的影响, 可能与对外显时间知觉的影响有着不同的作用机制. 进一步的实验需要结合情绪的效价和唤醒度, 并通过系统地变化客观时间的长度, 来探索情绪对内隐时间知觉的影响机制.

目前的 P3a 结果与偏差 SOA 诱发的 MMN 结果表现出一个类似的趋势, 但与情绪面孔相关的 MMN 变化趋势表现出一些区别. 高兴面孔诱发的 P3a 显著高于中性和恐惧面孔, 这提示高兴情绪在晚期可能促进了刺激加工(由 P3a 所代表的)^[24-25]. 此外, 由于 2 个长偏差刺激未能诱发 MMN, 我们在这个研究中很难将时间的高估和低估区分开. 类

似的结果在先前的研究也被观察到^[9]。Macar 和 Vidal^[13]指出“太早出现的声音可以诱发清晰的 MMN”，但尚无证据显示太晚出现的声音也会诱发 MMN。我们可能需要更好的指标探测比标准时间长的时间知觉，因此目前的讨论局限于情绪对短 SOA 时间知觉的影响。

4 结 论

本研究结果表明恐惧面孔和高兴面孔可以在短 SOA 条件下明显调制 MMN 和 P3a。这个结果提示了内隐时间知觉可能在一定时间范围内受到情绪面孔的调制。未来的研究需要进一步扩大情绪类型去区分效价、唤醒度、注意以及社会适应等因素的不同影响，以及探索较长时距知觉中的情绪影响。

参 考 文 献

- [1] Coull J T, Vidal F, Nazarian B, *et al.* Functional anatomy of the attentional modulation of time estimation. *Science*, 2004, **303**(5663): 1506–1508
- [2] Xuan B, Zhang D, He S, *et al.* Larger stimuli are judged to last longer. *J Vision*, 2007, **7**(10): 2 1–5
- [3] Noulhiane M, Mella N, Samson S, *et al.* How emotional auditory stimuli modulate time perception. *Emotion*, 2007, **7**(4): 697–704
- [4] Droit-Volet S, Brunot S, Niedenthal P M. Perception of the duration of emotional events. *Cognition and Emotion*, 2004, **18**: 649–858
- [5] Effron D A, Niedenthal P M, Gil S, *et al.* Embodied temporal perception of emotion. *Emotion*, 2006, **6**(1): 1–9
- [6] Angrilli A, Cherubini P, Pavese A, *et al.* The influence of affective factors on time perception. *Percept Psychophys*, 1997, **59**(6): 972–982
- [7] Tipples J. Negative emotionality influences the effects of emotion on time perception. *Emotion*, 2008, **8**(1): 127–131
- [8] Davalos D B, Kiskey M A, Polk S D, *et al.* Mismatch negativity in detection of interval duration deviation in schizophrenia. *Neuroreport*, 2003, **14**(9): 1283–1286
- [9] Naatanen R, Syssoeva O, Takegata R. Automatic time perception in the human brain for intervals ranging from milliseconds to seconds. *Psychophysiology*, 2004, **41**(4): 660–663
- [10] Naatanen R, Jiang D, Lavikainen J, *et al.* Event-related potentials reveal a memory trace for temporal features. *Neuroreport*, 1993, **5**(3): 310–312
- [11] Praamstra P, Kourtis D, Kwok H F, *et al.* Neurophysiology of implicit timing in serial choice reaction-time performance. *J Neurosci*, 2006, **26**(20): 5448–5455
- [12] Salidis J. Nonconscious temporal cognition: learning rhythms implicitly. *Mem Cognit*, 2001, **29**(8): 1111–1119
- [13] Macar F, Vidal F. Event-related potentials as indices of time processing: a review. *J Psychophysiology*, 2004, **18**(2–3): 89–104
- [14] Näätänen R, Paavilainen P, Rinne T, *et al.* The mismatch negativity (MMN) in basic research of central auditory processing: a review. *Clin Neurophysiol*, 2007, **118**(12): 2544–2590
- [15] Martin L F, Davalos D B, Kiskey M A. Nicotine enhances automatic temporal processing as measured by the mismatch negativity waveform. *Nicotine Tob Res*, 2009, **11**(6): 698–706
- [16] Escera C, Alho K, Schroger E, *et al.* Involuntary attention and distractibility as evaluated with event-related brain potentials. *Audiol Neurootol*, 2000, **5**(3–4): 151–166
- [17] Zhang P, Chen X, Yuan P, *et al.* The effect of visuospatial attentional load on the processing of irrelevant acoustic distractors. *Neuroimage*, 2006, **33**(2): 715–724
- [18] Lang P J, Greenwald M K, Bradley M M, *et al.* Looking at pictures: affective, facial, visceral, and behavioral reactions. *Psychophysiology*, 1993, **30**(3): 261–273
- [19] Escera C, Yago E, Folores M, *et al.* The individual replicability of mismatch negativity at short and long inter-stimulus intervals. *Clinical Neurophysiology*, 2000, **111**(3): 546–551
- [20] Light G A, Swerdlow N R, Braff D L. Preattentive sensory processing as indexed by the MMN and P3a brain responses is associated with cognitive and psychosocial functioning in healthy adults. *J Cognitive Neuroscience*, 2007, **19**(10): 1624–1632
- [21] Xuan B, Chen X C, He S, *et al.* Numerical magnitude modulates temporal comparison: an ERP study. *Brain Res*, 2009, **1269** (7): 135–142
- [22] Calder A J, Burton A M, Miller P, *et al.* A principal component analysis of facial expressions. *Vision Res*, 2001, **41**(9): 1179–1208
- [23] Droit-Volet S, Wearden J. Speeding up an internal clock in children? Effects of visual flicker on subjective duration. *Q J Exp Psychol B*, 2002, **55**(3): 193–211
- [24] Ashby F G, Isen A M, Turken A U. A neuropsychological theory of positive affect and its influence on cognition. *Psychol Rev*, 1999, **106**(3): 529–550
- [25] Perlstein W M, Elbert T, Stenger V A. Dissociation in human prefrontal cortex of affective influences on working memory-related activity. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2002, **99**(3): 1736–1741

Emotional Faces Modulate Implicit Perception of Shorter SOA in Auditory Modality*

XUAN Bin^{1,2)**}, WANG Kai³⁾, ZHANG Da-Ren²⁾

¹⁾ Department of Psychology, School of Educational Science, Anhui Normal University, Wuhu 241000, China;

²⁾ Department of Neurobiology and Biophysics, School of Life Science, University of Science and Technology of China, Hefei 230027, China;

³⁾ Department of Neurology, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022, China)

Abstract Time perception is a fundamental ability of human beings. Daily experience indicates that time perception is easy to be affected by emotion. However, the emotional influence was often accompanied by active attention and explicit motor response in previous studies. Here the question whether implicit time perception could be influenced by emotional faces is addressed. Observers actively completed a visual discrimination task of emotional faces (fearful, happy and neutral faces) while they passively listened to a sequence of tones with 80% standard stimulus onset asynchronies (SOAs) (800 ms) and 20% deviant SOAs (400, 600, 1 000 and 1 200 ms). Event-related potentials (ERPs) were recorded for frequent standard SOAs and rare deviant SOAs. The two short deviant SOAs (400 and 600 ms) elicited two changed-related ERP components: the mismatch negativity (MMN) and the P3a. The MMN amplitude, which indexes the early detection of irregular time changes, was modulated by facial emotion. Fearful faces elicited reduced MMN as compared with happy faces and neutral faces did for the shorter deviant conditions, and happy faces elicited enhanced P3as as compared with fearful and neutral faces did. The current ERP study suggested that shorter time perception of auditory modality was affected by visual emotional faces, and fearful faces decreased the accuracy of implicit time perception.

Key words emotional face, time perception, MMN, ERP

DOI: 10.3724/SP.J.1206.2010.00406

*This work was supported by a grant from The National Nature Science Foundation of China (30800297).

**Corresponding author.

Tel: 86-553-3937070, E-mail: xuanbin@mail.ahnu.edu.cn

Received: November 10, 2010 Accepted: December 21, 2010