

测谎中反馈加工的认知神经机制： 一项 ERP 研究*

崔 茜 张庆林**

(西南大学心理学部, 认知与人格教育部重点实验室, 重庆, 400715)

摘要 在一个模拟“杀人——侦探”游戏情境中, 被试先完成模拟杀人任务, 在随后的测谎阶段使用有反馈的 ERP 测谎范式, 以反馈的形式告知被试测谎结果(“+0.5”或“-2”, 分别代表“撒谎逃过检测”或“撒谎被发现”)时的脑内时程动态变化。结果发现, 在反馈出现后的 200~300ms 时间段, 表示“撒谎被抓住”比“撒谎逃过检测”的反馈信息诱发了一个更正性的 ERP 成分(P200-300), 在 300~400ms 时间段, 两种反馈诱发的 ERP 成分(P300)没有差异, 而在 450~500ms 时间段, “撒谎逃过检测”比“撒谎被抓住”的反馈信息诱发了一个更负性的 ERP 成分(N500), 负性反馈没有诱发 FRN。这些结果表明: P200-300、P300 和 N500 都是与加工测谎结果信息有关的 ERP 成分。P200-300 可能对测谎结果的效价(正性或负性)敏感; P300 可能反映被试对测谎结果主观意义大小的评价; 而 N500 可能反映测谎结果所导致的大脑皮层兴奋程度。

关键词 反馈 FRN P200-300 P300 N500 测谎范式

近百年来, 欺骗行为在科学、哲学和法律领域已经得到广泛研究(Ford, 2006; Johnson, 2005; Kozel et al., 2005; 浦晓黎, 2006), 尽管有欺骗研究使用了有反馈的范式, 但也没有对反馈加工部分的大脑反应进行探讨(Fang, Liu, & Shen, 2003; 孙世月, 罗跃嘉, 2008)。在现实中, 正是因为撒谎需要面对后果, 才使得人们在撒谎时变得忐忑不安, 对于撒谎后果的认知加工可能也会具有独特性。本研究使用测谎范式, 以反馈的方式向被试呈现撒谎的结果, 首次尝试考察加工测谎结果的认知神经机制。

在反馈研究领域, 已有大量研究采用赌博或学习任务, 发现 P300、FRN、P200 和 N500 都参与反馈加工过程(Cohen, Elger, & Ranganath, 2007)。研究发现 P300 对反馈数量信息敏感而不受反馈效价信息的影响(Hajcak et al., 2006; Sato et al., 2005; Yeung & Sanfey, 2004)。Polezzi, Lotto, Daumc, Sartori 和 Rumiati (2008) 发现 P200 对反馈的预期敏感: 不可预期的反馈比可预期的反馈诱发更大的 P200; 而 N500 反应了对结果是否是预期结果的再评价, 不可预期的反馈在主观上被认为是更消极、不愉快的, 由此诱发更大的 N500。

以上结论大多是在赌博或学习任务中得出, 此时反馈代表报酬的增减, 或对之前行为的强化和惩罚。而在测谎过程中, 代表测谎结果的反馈除了具有强化功能之外, 还可能伴随一些更为复杂、高级的

情感过程, 比如“撒谎被发现”时可能失落, 以及“撒谎逃过检测”时可能侥幸、得意。而目前还没有研究对这一过程的认知神经机制进行考察。本研究首次在测谎范式中加入、并记录反馈诱发的 ERP 反应, 在已有反馈研究结论基础上, 初步探讨这一过程的神经机制, 并对以往结论进行评价和补充。

2 方法

2.1 被试

17 名大学生参加本研究, 其中男生 10 人, 女生 7 人。被试年龄平均 21.8 岁。被试都为右利手, 没有生理或精神方面的疾病, 视力或者矫正视力正常, 做完实验后均获得适量报酬。

2.2 实验材料

2.2.1 模拟杀人问卷

每个“杀手”需要完成模拟杀人问卷 1 以进行模拟杀人, 这类类似于被试在平常生活中经常做的一种“杀人一侦破”游戏。这个问卷有 6 个问题: 先让被试写下自己两个朋友的名字, 然后选择其中一位进行杀害。之后 5 个问题要求被试进行选择, 分别是作案时间、凶器、身体部位、装尸体口袋和藏尸地点。每个问题给被试两个选项, 选中的那个选项将作为探测刺激出现在随后的测谎程序中。

2.2.2 测谎程序材料

刺激以词语的方式呈现, 涉及被试在问卷 1 中选择的 6 类信息: 时间、人名、凶器、身体部位、装尸

* 本研究得到西南大学国家重点学科“基础心理学”项目(西国重 NSKD11002)和国家自然科学基金(30970892)的资助。

** 通讯作者: 张庆林。E-mail: zhangql@swu.edu.cn

体口袋颜色、地点。其中,探测刺激从先前的模拟杀人问卷中产生,而另外5个词语由主试事先决定,对每个被试来说都是相同的。为了平衡名字的熟悉度,通过问卷调查2确定5个中等熟悉度的名字。

2.2.3 事后主观报告问卷

测谎阶段结束后,完成一份主观报告问卷3。要求被试描述每种反馈所导致的感受,并对这种感受的强度进行等级评价。

2.3 实验程序

2.3.1 模拟杀人情景

在“杀人游戏”情景中,实验者1引导3名真被试一起抽签,以产生1名杀手和3名无辜者。其实所有签都是“杀手”,但真被试被告知4人中只有一位杀手,其余3位是无辜者。“杀手”需要完成模拟杀人问卷(问卷1),并把问卷中选择的凶案细节信息编成一个具有完整情节的故事向主持人讲述。主持人陪同被试一起重复这个杀人过程,直到故事变得具体、印象深刻(被试可以完整地复述)为止。并告诉被试这些犯罪细节将会以词语的形式出现在之后的测谎过程中,而他的任务是否认见过这些词语,以掩饰自己的“杀手”身份。

2.3.2 测谎实验程序

测谎过程中,一共出现3类词语:探测词,目标词和无关词。事先要求被试记忆目标词,直到被试能够完整复述为止,并要求被试在随后的测谎中对目标做诚实反应,回答“见过”。测谎开始前向被试呈现如下指导语:“请想象你刚才实施了一起凶杀案,我们(相当于警方)通过现场了解了一些犯罪细节,你和另外3人被列为嫌疑人。我们将分别对你们进行测谎以确定凶手。测谎的过程中,屏幕上会出现一些词语,请回答你是否见过这些词语。其中有些词语是与凶案细节相关的,这些细节除了我们之外,只有杀手见过,结合你们对这些词语的按键反应和脑电波,电脑可以对你的身份做出判断。此外,还会出现目标词和一些无关的词语,这些词语只是为了考察你的记忆能力和注意力,你只需要做诚实回答,分别回答“见过”和“没见过”。在你对每个词语按键反应之后,屏幕上会出现一个反馈:“+0.5”或“-2”,前者表示计算机认为你在说真话,奖励0.5个积分,后者表示发现你在撒谎,扣除2个积分。电脑通过你最后的积分判断你是不是杀手。你的任务是尽量证明你的清白。

刺激呈现流程见图1。首先在屏幕中央出现注视点,持续0.5秒,随后出现刺激,时间为0.5秒,被

试识别刺激但不做反应。刺激消失后出现黑屏1.5秒,在这个时候被试做好反应准备,之后出现提示符号“☆”,持续时间只有0.5秒,看到提示符立马按键回答之前出现的刺激(词语)是否见过,见过按1键,没有见过按2键(或者见过按2键,没有见过按1键),尽可能快而准确地做出反应,两个按键在被试间进行平衡。如果超过0.5秒没有按键,则记为“无反应”。在按键反应之后会出现一个黑屏,持续时间在1.3秒到1.5秒范围内随机,之后出现反馈(“+0.5”或“-2”),反馈持续时间为0.5秒,刺激呈现序列之间的间隔为1.5秒。实验开始前先进行练习,练习时使用“作案时间”这一信息类型,在正式实验中这类刺激将不再出现。正式实验包括5个实验组块(block),每个实验组块对一类犯罪信息进行检测,5个组块出现的顺序在被试间是随机的。每个实验组块中包括6个词语:1个探测刺激、1个目标刺激和4个无关刺激,每个词语呈现18次,一个组块有 $18 \times 6 = 108$ 个试验(trial),每经历36个trial休息一次,5个实验组块之间被试可以进行适当的休息。实验时被试静坐于实验室内,两眼注视屏幕中央,眼睛距屏幕60cm左右,要求被试尽量少动,刺激呈现到按键反应时尽量不眨眼,尽可能快而准确地做出按键反应。

三类刺激的正确反应方式及反馈见表1。目标刺激和无关刺激的反馈根据被试的实际按键反应给出:按键正确则反馈(“+0.5”),按键错误则反馈(“-2”);而探测刺激的反馈是事先设定好的,包括50%的“+0.5”和50%的“-2”,两种反馈随机出现,分别表示“撒谎逃过”和“撒谎被抓住”两种结果。如果被试对探测刺激按错键(回答说见过)会出现“-2”,表示计算机可以直接判断其为杀手,扣2分。如果不能在0.5秒内做出反应则反馈“无反应”,提醒被试动作要快一些。被试在实验结束后完成一份主观报告问卷。

表1 每类刺激的正确反应及反馈

	探测刺激	目标刺激	无关刺激
反应	没见过	见过	没见过
反应类型	欺骗反应	诚实反应	诚实反应
反馈	50%“+0.5” 50%“-2”	“+0.5”	“+0.5”

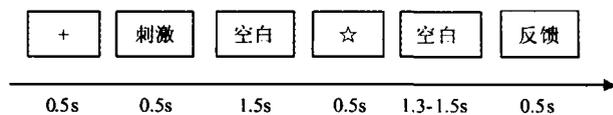


图1 测谎阶段的刺激呈现流程

2.4 EEG 记录和分析

使用德国 Brain Products 公司的 ERP 记录与分析系统,按国际 10-20 系统扩展的 64 导电极帽记录 EEG,以双耳乳突的连线作为参考电极,双眼外侧安置电极记录水平眼(HEOG)左眼上下安置电极记录垂直眼电(VEOG)。每个电极处的头皮电阻保持在 5 k Ω 以下。滤波带通为 0.05 ~ 80Hz,采样频率为 500 Hz/导。完成连续记录 EEG 后离线(off line)处理数据,自动校正 VEOG 和 HEOG,并充分排除其他伪迹。根据本实验的目的,分析欺骗反应之后反馈所诱发的 ERP 成分。对探测刺激的两种反馈(“+0.5”或“-2”)分别进行叠加,去除被试按键错误的实验序列(trial)。波幅大于 $\pm 80\mu\text{V}$ 者被视为伪迹自动剔除。分析时程设为反馈出现后 600ms,基线为刺激出现前 100ms。从总平均图(见图 2)可以看出,反馈后出现的 ERP 反应包括以下几种成分:P200-300、P300 和 N500。探测刺激之后反馈所诱发的 ERP 波幅比无关刺激和目标刺激所诱发的 ERP 波幅大很多。根据本研究目的,将探测刺激之后,撒谎逃过(“+0.5”)和撒谎抓住(“-2”)两种反馈所诱发的 P200-300、P300 和 N500 三种 ERP 成分分别进行比较,选取 15 个电极点(Fz, FCz, Cz, CPz, Pz, F3, F4, FC3, FC4, C3, C4, CP3, CP4, P3, P4),进行二因素重复测量方差分析。两个因素分别为:反馈类型(撒谎逃过,撒谎抓住)和电极位置(15 个电极点)。

统计分析采用 spss15.0 软件,所有方差分析的 p 值经过 Greenhouse Geisser 法校正,脑地形图由 64 导数据得出。

3 结果

3.1 行为数据

3.1.1 正确率和反应时

探测、目标和无关三类刺激的平均正确率都较高(探测刺激的正确反应是指被试对犯罪信息进行隐藏,做出“未见过”反应),分别为:96.4%,93.1%,95.4%。说明被试大多都能按照指导语要求认真完成按键反应,以试图隐藏自己的杀手身份。重复测量的结果表明三类刺激反应的正确率差异显著, $F(2,62) = 8.457, p < .01$ 。多重比较结果发现被试对目标刺激反应的正确率比对另外两种刺激进行反应的正确率低(都为 $p < .01$),探测刺激和无关刺激正确率差异不显著, $p = .173$ 。三类刺激的平均反应时分别为:275.8 ms、280.6 ms、277.9 ms。重复

测量结果表明:三类刺激反应时差异不显著, $F(2,62) = .292, p = .707$ 。以上重复测量分析的 p 值均采用 Greenhouse Geisser 法校正。

3.1.2 主观报告问卷结果

主观报告问卷要求被试描述看到每种反馈的心理感受及评定此种感受的强度。分析反馈导致的心理感受时,区分为正性(如高兴)、中性(如没感觉,不关心)及负性(如失望),并对这些感受的强度进行 5 点量表等级评分。

100% 的被试表示撒谎逃过反馈激起了他们的正性情感体验,比如高兴、庆幸、侥幸等;而撒谎抓住反馈激起的情感体验是负性的,比如紧张、遗憾、失落等。将被试对撒谎后两种结果所激起情感体验强度等级评分配对 t 检验的结果表明:两种结果所激起的情感体验强度没有显著差异, $t(16) = .37, p = .72$ 。

主观报告的结果表明:面对两种结果——撒谎逃过(“+0.5”)和撒谎抓住(“-2”)所有被试对前者的情感体验是正性的,而对后者情感体验是负性的,但是两者所激起的情感体验强度没有差异。

3.2 脑电数据

根据反馈后 ERP 的总平均图和差异波(见图 2)可以发现,表示撒谎逃过和撒谎抓住的两类反馈出现后 200 ~ 300ms 对应的 ERP 波段都呈正走向走势,因为没有出现较明显的波峰,我们根据成分出现的时间和波的性质将其命名为 P200-300,随后诱发了 P300(300 ~ 400ms)和 N500(450 ~ 500ms)两种 ERP 成分,采用平均波幅作为指标,对两种反馈所诱发的这三种 ERP 成分进行统计比较。

3.2.1 P200-300

以反馈后 200 ~ 300ms 平均波幅为指标,进行二因素重复测量方差分析,结果表明:反馈类型主效应显著, $F(1,16) = 5.95, p < .05$;电极位置主效应显著, $F(14,224) = 30.90, p < .001$,其中在 FCz 和 Cz 点最大;电极位置和反馈类型交互作用不显著, $F(14,224) = 2.61, p = .06$ 。这一结果表明:“抓住”比“逃过”诱发了更大的 P200-300。

3.2.2 P300

以反馈后 300 ~ 400ms 平均波幅为指标,进行二因素重复测量方差分析,结果表明:反馈类型主效应不显著, $F(1,16) = .30, p = .86$;电极位置主效应显著, $F(14,224) = 23.00, p < .001$,其中在 FCz 和 Cz 点最大;电极位置和反馈类型交互作用不显著, $F(14,224) = 2.52, p = .07$ 。这一结果表明:“逃过”

和“抓住”所诱发的 P300 没有差异。

3.2.3 N500

以反馈后 450 ~ 500ms 平均波幅为指标,进行二因素重复测量方差分析,结果表明:反馈类型主效应显著, $F(1, 16) = 5.65, p < .05$; 电极位置主效应显著, $F(14, 224) = 13.59, p < .001$, 其中在 FCz 和 Cz 点最大; 电极位置和反馈类型交互作用显著, $F(14, 224) = 5.80, p < .05$ 。结合反馈后 450 - 500ms 时的差异波、地形图(见图 2)和统计结果表明:表示撒谎“逃过”比“抓住”诱发了更大的 N500, 而两种反馈信息诱发的 ERP 差异可能主要出现在大脑中央靠后区域。

4 讨论

实验结果表明,撒谎被发现(“-2”)比撒谎逃过检测(“+0.5”)诱发了更大的 P200 - 300; 两种反馈诱发的 P300 没有差异; 而撒谎逃过检测(“+0.5”)比撒谎被发现(“-2”)诱发了更大的 N500。

4.1 P200 - 300

撒谎抓住(“-2”)比撒谎逃过(“+0.5”)诱发了更大的 P200 - 300, 出现在反馈后 200 ~ 300ms。以往研究发现 P200 是与反馈加工有关的脑电成分,

出现在反馈呈现后的 200ms 左右,分布在大脑靠前部分(Carreti'e, Mercado, Tapia, & Hinojosa, 2001; Nikolaev, Ziessler, Dimova, & van Leeuwen, 2008), 从图 2 可以看出, P200 - 300 成分在时间分布和脑区分布上与 P200 相似, 同样也诱发于反馈加工过程, 因此我们认为 P200 - 300 可能与 P200 成分接近, 与其反映类似的认知加工过程, 参照以往研究中关于 P200 的结论对其进行分析。已有研究证明, P200 是一个与注意相关的成分, 也反映对刺激的评价(Nikolaev et al., 2008), 评价结果表现出负性偏向: 负性刺激比正性刺激诱发更大的 P200 (Carreti'e et al., 2001; Mogg et al., 2000)。主观报告的结果证实: 100% 的被试将“+0.5”反馈导致的情感反应评价为正性, 比如高兴、侥幸、庆幸等, 而将“-2”反馈导致情感反应评价为负性, 比如遗憾、紧张、不安等。我们推测, P200 - 300 的差异可能也来自于对两种反馈早期评价所产生的“负性偏向”: 在知觉早期阶段, 已存在对两种反馈的初步区分和评价, 并将“-2”看作是比“+0.5”更负性的结果, 因此可能对“-2”投入更多的注意, 导致“-2”反馈的 P200 - 300 波幅变大。

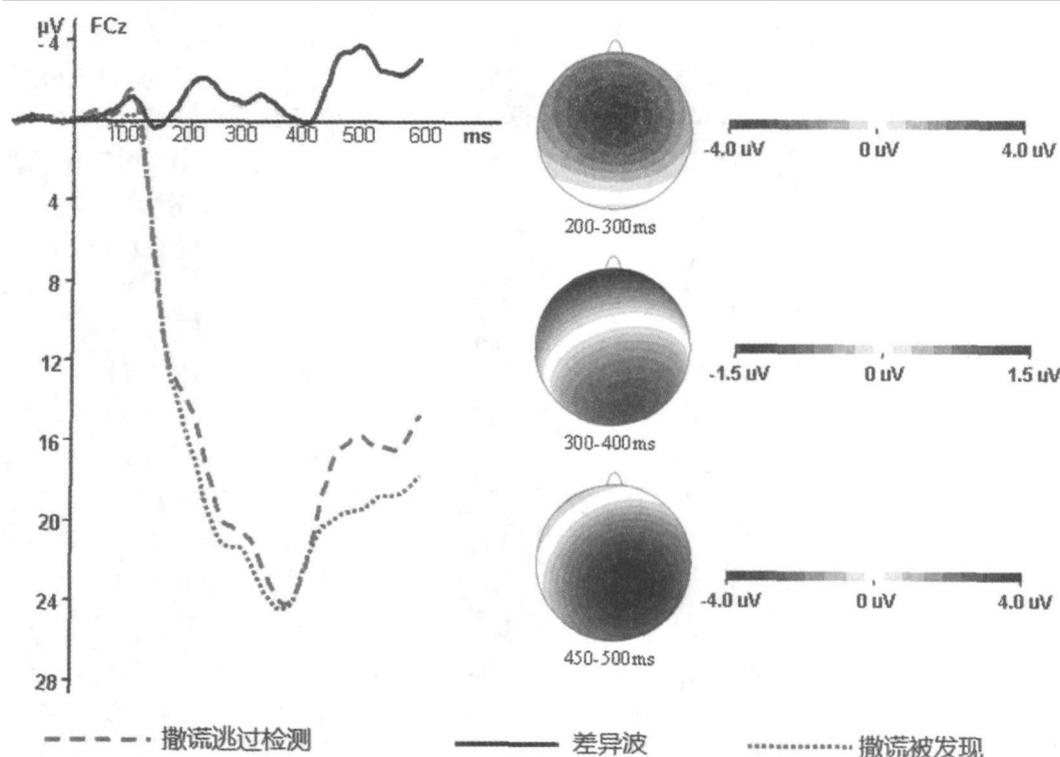


图 2 表示撒谎逃过检测和撒谎被发现两种反馈在 FCz 点的 ERP 总平均图、撒谎逃过检测 - 撒谎被发现的差异波以及在(200 ~ 300ms)、(300 ~ 400ms)及(450 ~ 500ms)的脑地形图。

4.2 P300

P300 结果与以往研究的普遍结论不符(Hajcak et al., 2006; Sato et al., 2005; Yeung & Sanfey, 2004):P300 对反馈数量信息不再敏感,“+0.5”和“-2”两种不同数量的反馈所诱发的 P300 差异不显著。关于 P300 对反馈数量敏感的原因,已有研究提出了两种可能的解释:第一种观点认为 P300 可能反映对反馈数量的客观编码;第二种观点认为 P300 随反馈数量改变而产生变化是由于大数量奖励和惩罚具有更大的动机或情感意义(Goldstein et al., 2006; Yeung & Sanfey, 2004)。以往观察到 P300 对反馈数量敏感的大多数研究中(Goldstein et al., 2006; Hajcak et al., 2006; Sato et al., 2005; Yeung & Sanfey, 2004),反馈的唯一意义在于数字代表的受到奖励/惩罚的额度,此时数量总是和主观意义相联系:代表大数量赢/输的反馈较之小数量反馈对被试总是具有更大的主观意义,从而导致被试更大的情感唤醒和卷入。P300 和反馈数量的相关,可能是一种伪相关。而在本研究中,反馈的意义除了包括反馈数量传递的加/扣分(“+0.5”和“-2”)之外,还具有“测谎结果”这一被试更为关注的独特意义。从主观报告的结果发现,虽然“撒谎逃过检测(+0.5)”和“撒谎被发现”诱发了正、负两种不同的情感体验,但两种情感体验的强度没有差异,证明两种反馈导致了被试相同程度的情绪唤醒和卷入。此时,两种反馈诱发的 P300 没有差异,只有第二种观点可以解释:在反馈加工过程中,P300 反映反馈的主观意义,“撒谎逃过检测”和“撒谎被发现”两种结果尽管效价不同,但对被试的主观意义相当。4.3 N500

撒谎逃过检测(“+0.5”)比撒谎被发现(“-2”)诱发了更大的 N500。以往研究发现 N500 与大脑皮层的兴奋状态(De Pascalis, et al., 1999)有关。在“撒谎逃过检测”这一反馈中,电脑对被试的判断和实际情况冲突(被试实际上撒了谎,而电脑认为其在说真话),电脑进行了错误判断,但为被试带来了好的结果,较之“撒谎被发现”这一结果而言,冲突的结果可能使被试感到更加兴奋,因此诱发了更大的 N500。但这只是一种可能的解释,还有待以后研究给与更多的证据支持。

4.4 本研究的不足及进一步研究的设想

本研究考察了加工测谎结果的 ERP 反应在以往反馈研究的结论框架上进行了试探性的分析。但本研究的实验设计不同于反馈研究的范式,并非所

有变量都得以系统控制,因此得出的结论还有待以后研究进一步验证。

在本研究结果的基础上,可为未来研究提供一个有趣的课题:对测谎结果的加工也许可以反映测谎结果和事实情况是否一致这一信息,这一信息可能成为新的测谎线索。这方面的研究将具有更大的应用价值。

此外,虽然 ERP 具有高时间分辨力的属性,但是其低空间分辨力特点使得我们难以确定欺骗结果加工涉及的大脑区域和神经网络。在未来研究中可以使用功能核磁共振(fMRI)技术,对欺骗过程中,结果加工的大脑激活模式进行探讨。我们可以假设,与事实相违背的测谎结果可能诱发独特的大脑反应模式,从中可能找到间接推断真相的神经指标。

5 结论

P200-300、P300 和 N500 是和加工测谎结果信息有关的 ERP 成分;P200-300 反映早期对两种结果的区分,“撒谎被发现”比“撒谎逃过检测”被评价为更消极;P300 反映对两种反馈主观意义的评价,“撒谎被发现”和“撒谎逃过检测”两种反馈对被试的主观意义相当;N500 可能反映加工测谎结果时大脑皮层的兴奋状态,“撒谎逃过检测”较之“撒谎被发现”使得大脑皮层更加兴奋。

参考文献

- 浦晓黎.(2006). *P300 测谎的实验研究*. 硕士学位论文,浙江师范大学.
- 孙世月,罗跃嘉.(2008). 欺骗任务中结果评价的 FN 效应. *心理学报*, 40(6), 693-700.
- Carreti'e, L., Mercado, F., Tapia, M., & Hinojosa, J. A. (2001). Emotion, attention, and the negativity bias, studied through event-related potentials. *International Journal of Psychophysiology*, 41(1), 75-85.
- De Pascalis, V., Strelau, J., & Zawadzki, B. (1999). The effect of temperamental traits on event-related potentials, heart rate and reaction time. *Personality and Individual Differences*, 26(3), 441-465.
- Fang, F., Liu, Y., & Shen, Z. (2003). Lie detection with contingent negative variation. *International Journal of Psychophysiology*, 50(3), 247-255.
- Ford, E. B. (2006). Lie detection: historical, neuropsychiatric and legal dimensions. *Int J Law Psychiatry*, 29(3), 159-177.
- Goldstein, R. Z., Cottone, L. A., Jia, Z., Maloney, T., Volkow, N. D., & Squires, N. K. (2006). The effect of graded monetary reward on cognitive event-related potentials and behavior in young healthy adults. *International Journal of Psychophysiology*, 62(2), 272-279.
- Hajcak, G., Moser, J. S., Holroyd, C. B., & Simons, R. F. (2006). The feedback-related negativity reflects the binary evaluation of good versus bad outcomes. *Biological Psychology*, 71(2),

- 148 – 154.
- Johnson, R. (2005). Differential effects of practice on the executive processes used for truthful and deceptive responses: An event – related brain potential study. *Cognitive Brain Research*, 24(3), 386 – 404.
- Kozel, F. A., Johnson, K. A., Mu, Q., Grenesko, E. L., Laken, S. J., & George, M. S. (2005). Detecting deception using functional magnetic resonance imaging. *Biological Psychiatry*, 58(8), 605 – 613.
- Mogg, K., McNamara, J., Powys, M., Rawlinson, H., Seiffer, A., & Bradley, B. P. (2000). Selective attention to threat: A test of two cognitive models of anxiety. *Cognition & Emotion*, 14(3), 375 – 399.
- Nikolaev, A. R., Ziessler, M., Dimova, K., & van Leeuwen, C. (2008). Anticipated action consequences as a nexus between action and perception: evidence from event – related potentials. *Biological Psychology*, 78(1), 53 – 65.
- Polezzi, D., Lotto, L., Daum, I., Sartori, G., & Rumiati, R. (2008). Predicting outcomes of decisions in the brain. *Behavioural Brain Research*, 187(1), 116 – 122.
- Sato, A., Yasuda, A., Ohira, H., Miyawaki, K., Nishikawa, M., Kumano, H., et al. (2005). Effects of value and reward magnitude on feedback negativity and P300. *Neuroreport*, 16(4), 407.
- Yeung, N., & Sanfey, A. G. (2004). Independent coding of reward magnitude and valence in the human brain. *The Journal of Neuroscience*, 24(28), 6258.

The Neural Mechanism Processing Feedbacks of Lie Detection : an Event – Related Potential Study

Cui Qian, Zhang Qinglin

(Faculty of Psychology, Key Laboratory of Cognition and Personality, Southwest University, Chongqing, 400715)

Abstract Previous research on feedback mainly emphasizes how ERPs relate to Feedback (such as FRN, P300) and how they change with the changes of feedback's value, quantity and probability (expected). Most of the research was conducted in gambling games which were experimental tasks, and the feedback which was in form of figure indicated winning or losing money. Much research investigated the cognitive process preceding a deceptive response, but less attention has been paid to how people perceive the outcomes of deception. In real life, however, it is the outcomes that make people have special mental process when they lie and make their processing of deceptive outcomes different from their general mental processing. In the lie-detection paradigm of this research, positive and negative feedback represent "lie-escaped" and "lie-caught" respectively. This kind of feedback may need more complicated cognitive process than the general feedback. We speculate that the cognitive and neural mechanism processing the outcomes of deception may be different from the expectation in usual circumstances. In order to explore how people conduct cognitive processing of the outcomes of deception, this research analyzed the ERPs evoked by the feedback in a lie-detection paradigm. Event-related brain potentials were recorded when 17 subjects did this lie-detection task. We mainly analyzed ERPs evoked by the two sorts of feedbacks following deceptive response. The experimental results showed that three kinds of ERPs were evoked by feedbacks following two sorts of deceptive responses, they were P200-300, P300 and N500 respectively, and the negative feedback (" -2") which indicated "lie-caught" did not evoke FRN. The feedback, indicating "lie-caught", evoked larger amplitude of P200-300 than the feedback indicating "lie-escaped" did, while the two evoked similar amplitude of P300, which showed that the latter evoked larger amplitude of N500 than the former. The results revealed that, in this research, FRN seemed to reflect instant and motivational evaluation of feedback, and might have no necessary relations with learning process. When processing the feedbacks which indicate the outcomes of deception, P200-300 was distinct from P300. P200-300 might be sensitive to the consequences of stimulus encoding (positive or negative), thinking the feedback indicating "lie-caught" was more negative than the feedback indicating "lie-escaped"; while P300 might be sensitive to the subjective significance, thinking the two sorts of feedbacks are similar in subjective significance. P300 represented the process to the subjective significance of feedbacks, and its sensibility to the number of feedback may be due to this fact: large numbers of feedbacks have more significance of rewards and penalties. When processing the outcomes of lie-detection, N500 might reflect cortical excitability, and "lie-escaped" might be more exciting than "lie-caught".

Key words feedback, FRN, P200-300, P300, N500, lie detection paradigm