

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：人际合作与冲突影响博弈决策的结果评价

作者：白丽英 袁博 张蔚 张振 兰姣 王益文

第一轮

审稿人 1 意见：

意见 1：该研究动机交代不清楚。比如为什么要用 Chicken Game 任务？想解决什么样的理论问题？作者在前言中只是对可能的结果做了预期。结果符合或不符合预期又说明了什么问题呢？对于社会互动认知神经机制的解理能有什么新的贡献呢？

回应：非常感谢审稿人的宝贵意见。本研究的目的是采用比较真实的社会博弈任务（Chicken Game）揭示社会互动情境中结果评价的认知神经机制。具体而言，本研究试图在一个既有合作又有冲突的社会博弈情境中，考察个体如何评价与他人社会互动所产生的合作与冲突结果。

之所以采用 Chicken Game 任务，一方面是由于 Chicken Game 可以呈现给博弈者一个比较真实的社会情境，在 Chicken Game 任务中，两个博弈者可以独立地选择相互合作或者冲突。UG (Ultimatum Game) 与 TG (Trust Game) 任务中不能创设一个可能发生相互合作或者相互冲突的社会情景。另一方面，虽然 PDG (Prisoner's dilemma Game) 任务中也可以产生相互合作或者背叛的社会情景，但 PDG 任务中存在明显的优势策略：即无论对方选择何种策略，选择背叛的收益总是大于选择合作的收益。Chicken Game 并不在上述的优势策略，因此 Chicken Game 更接近于人类生活中经常遇到的社会问题。并且由于该任务没有优势策略，也更适合于 ERP 实验范式（ERP 的平均叠加需要各种实验条件下的 trials 达到一定的数目）。

由于文章引言的篇幅的限制，前言中只对可能的结果做了预期，结果符合或不符合预期说明了什么，我们在文章的讨论部分进行了分析。关于对社会互动认知神经机制的解理有什么新的贡献。我们认为本研究通过呈现一个比较真实的社会博弈情景，探讨了人际合作与冲突社会情境下结果评价的认知神经机制。采用 FRN 与 P300 这两个客观生理指标，揭示了个体对合作与冲突结果的认知评价过程，为社会决策加工过程的了解提供了一定的电生理学证据。研究的结果也提示，结合 Chicken Game 等社会博弈任务以及生理心理测量技术（比如 ERP）可以使研究者更为客观准确地研究日常生活中的社会决策以及结果评价过程。

根据审稿人的上述意见，我们在引言和讨论部分加入了加上关于囚徒困境和 Chicken Game 任务的简单介绍与对比以及本研究的研究意义的讨论。见修改稿的引言和讨论部分：“囚徒困境 (Prisoner's Dilemmas Game) 是研究人类合作行为的一个经典博弈任务，在这个任务中，两个玩家分别选择合作或者背叛，每个玩家根据两个人的共同选择获得一定的收益。对每个玩家而言，做出背叛选择对自己总是最优选择策略。但当两个玩家都选择背叛，两个人的总体收益最低；而两个人都选择合作，则总体的收益最大(Rilling et al., 2002; Wong & Hong, 2005)。与囚徒困境任务类似，Chicken Game 任务（有译为：斗鸡博弈任务）也是一个研究合作与冲突行为的博弈任务。Chicken Game 呈现给博弈者一个真实的社会困境，在这个任务中，两个博弈者可以独立地选择和解或者进攻两种策略，两个人都选择和解双方都会获得一定数目的收益，两个人都选择进攻双方都会损失一笔更大数目的收益，这与人类合作与冲突行为所导致的结果非常类似。与囚徒困境不同，Chicken Game 中没有严格的优势策略，选择进攻的收益并不一定比选择和解的收益大(Rapoport & Chammah, 1966)。”

“Chicken Game 可以给博弈者呈现一个比较真实的社会情境，在这个情境中可以产生相

互合作或者相互冲突的社会行为。虽然囚徒困境 (Prisoner's dilemma Game) 任务中也可以产生相互合作或者背叛的社会情景,但囚徒困境任务中存在明显的优势策略,即无论对方选择何种策略,选择背叛的收益总是大于选择合作的收益。*Chicken Game* 并不在上述的优势策略,因此 *Chicken Game* 更接近于人类生活中经常遇到的社会问题。并且由于该任务没有明显的优势策略,更适合于 ERP 实验范式(ERP 的平均叠加需要各种实验条件下的 trials 达到一定的数目)”。

“到目前为止,在对人际合作与冲突的研究中,尚没有 ERP 研究考察人际合作与冲突如何影响个体决策选择之后的结果评价过程。本研究结合 ERP 技术与 *Chicken Game* 博弈任务,采用 FRN 和 P300 作为电生理指标,考察了合作与冲突预期对社会博弈中结果评价的影响。研究进一步揭示了个体对合作与冲突结果的认知评价过程,为社会决策加工过程的了解提供了一定的电生理学证据。”

意见 2: 在前言,作者需要把所用的不太常见的实验范式做一些简要的说明,并简单介绍一下它的来历。对于主要参考的前人研究(比如 Fukui, 2006)也要大致介绍一下他们的方法、结果和结论。

回应: 非常感谢审稿人的宝贵意见。考虑到文章篇幅的限制,引言中,我们并没有过多地介绍一些实验范式。在修改稿中,我们在引言中加上关于囚徒困境和 *Chicken Game* 任务的简单介绍与对比。对前人研究比如 Fukui, 2006) 我们也有选择地进行了更详细的介绍。见修改稿的引言部分:“囚徒困境 (Prisoner's Dilemmas Game) 是研究人类合作行为的一个经典博弈任务,在这个任务中,两个玩家分别选择合作或者背叛,每个玩家根据两个人的共同选择获得一定的收益。对每个玩家而言,做出背叛选择对自己总是最优选择策略。但当两个玩家都选择背叛,两个人的总体收益最低;而两个人都选择合作,则总体的收益最大(Rilling et al., 2002; Wong & Hong, 2005)。与囚徒困境任务类似, *Chicken Game* 任务(有译为:斗鸡博弈任务)也是一个研究合作与冲突行为的博弈任务。*Chicken Game* 创设了一个真实的社会困境,在这个任务中,两个博弈者可以独立地选择和解或者进攻两种策略,两个人都选择和解双方都会获得一定数目的收益,两个人都选择进攻双方都会损失一笔更大数目的收益,这与人类合作与冲突行为所导致的结果非常类似。与囚徒困境不同, *Chicken Game* 中没有严格的优势策略,选择进攻的收益并不一定比选择和解的收益大(Rapoport & Chammah, 1966)。”

“Fukui 等人(2006)采用 fMRI 技术探讨了 *Chicken Game* 任务中与人类同伴进行社会博弈过程是否会激活心理理论的相关脑区,并试图阐明心理理论脑区在博弈决策中的作用。研究设置了被试与人类同伴以及与电脑博弈两种实验条件。”

意见 3: 在结论中,把可能的解释(如预期)当作结论。如果要明确是社会互动中的合作与冲突,而不是仅仅因为被试自己的输钱或赢钱,那么就应该设置一个电脑对照组或对照条件,就像 Fukui 等人 2006 年的研究一样。

回应: 非常感谢审稿人的宝贵意见,根据意见我们对结论部分进行了一定的修改,不把可能的解释用做结论。Fukui 等人(2006)的研究设置一个电脑对照组主要是为了探讨有无社会互动在脑区激活上的差异。而本研究的主要目的是探讨在与人类同伴进行社会博弈时,合作与冲突策略(或者预期)对随后结果评价的影响。研究的目的是考察,在社会互动中,个体对合作与冲突结果的评价加工过程,我们只设置了与真人进行互动的社会情景。并且受限于事件相关脑电位实验时间和较多的重复叠加次数,因此我们在前人研究的基础上,只设置了与真人进行互动的社会情景。

意见 4: 图 3 的结果很有意思,无论是 FRN 还是 P300,都有相似的模式,除了被试选择和

解时输赢差异显著而选择进攻时输赢差异不显著这样的模式之外，输和赢条件下选择和解和进攻时也有很大差异，希望作者也能检验一下这些差异是否有统计意义，并做相应讨论。

回应：非常感谢审稿人的意见。确如审稿人所言，FRN 和 P300 的交互作用都可以从另一种角度进行分解、解释，即在输和赢条件下分析选择和解和进攻的差异，并且差异也一定是显著的。我们在修改稿中的结果部分加上了对这一角度的分析，并做了一些相应的讨论。见修改稿中的结果和讨论部分：

“此外，FRN 的交互作用也可以从另一个角度进行分解，即在赢钱条件下，选择策略的主效应不显著($F(1, 21)=2.76, p=0.11$)；在输钱条件下，选择策略的主效应显著，($F(1, 21)=19.91, p<0.01$)，选择和解反馈引发的 FRN ($M=1.95\mu V, SE=0.89$) 大于选择进攻反馈引发的 FRN ($M=4.03\mu V, SE=0.96$)。”

“P300 的交互作用也可以从另一个角度进行分解，即在赢钱条件下，选择策略的主效应不显著($F(1, 21)=1.10, p=0.31$)；在输钱条件下，选择策略的主效应显著，($F(1, 21)=6.74, p=0.017$)，选择进攻反馈引发的 P300 ($M=8.77\mu V, SE=1.04$) 大于选择进攻反馈引发的 P300 ($M=6.57\mu V, SE=0.73$)。”

“从另一个角度对 FRN 的交互作用进行简单效应分析表明，FRN 波幅的差异主要是源自于输钱条件下，选择和解与进攻之间的差异。选择和解输钱的 FRN 大于选择进攻输钱的 FRN，个体对负性结果的评价并不是由客观的损失大小所决定，个体的主观预期会显著影响对负性结果的评价过程。”

意见 5:但是从图 2 上看，在很多条件下和电极上看不出明显的 FRN 负波。而且 FRN 和 P300 的模式几乎相同，有可能这两种 ERP 成分在该实验情境下没有被真正地分离。

回应：非常感谢审稿人的意见。FRN 最大的波幅主要分布在中前额区域。图 2 中在 Fz、Cz 电极点上还是能看出在输钱条件下有比较明显的 FRN 波幅，并且 dFRN 成分也非常明显。为了减少 FRN 可能受到晚期 P300 成分的影响，我们已经采用了多种 FRN 的统计方法，FRN 峰值以及 dFRN 的测量方法可以减少和抵消 P300 成分的影响，有效地分离出两种 ERP 成分 (Chen et al., 2012; Hajcak et al., 2005; G. Hajcak, J.S. Moser, C.B. Holroyd, & R.F. Simons, 2007; Rigoni, Polezzi, Rumiat, Guarino, & Sartori, 2010)。FRN 峰值以及 dFRN 的统计结果都一致地验证了我们的假设。结合已有研究的 ERP 波形来看，本研究 FRN 的结果应该是较为可靠的。

Chen, J., Zhong, J., Zhang, Y., Li, P., Zhang, A., Tan, Q., & Li, H. (2012). Electrophysiological correlates of processing facial attractiveness and its influence on cooperative behavior. *Neuroscience Letters*, 517(2), 65-70.

Hajcak, G., Holroyd, C. B., Moser, J. S., & Simons, R. F. (2005). Brain potentials associated with expected and unexpected good and bad outcomes. *Psychophysiology*, 42(2), 161-170.

Hajcak, G., Moser, J.S., Holroyd, C.B., & Simons, R.F. (2007). It's worse than you thought: The feedback negativity and violations of reward prediction in gambling tasks. *Psychophysiology*, 44(6), 905-912.

Rigoni, Davide, Polezzi, David, Rumiat, Rino, Guarino, Ramona, & Sartori, Giuseppe. (2010). When people matter more than money: An ERPs study. *Brain research bulletin*, 81(4), 445-452.

意见 6: 应该交代一下各条件下多少有效的 trial 数用于统计 ERP。

回应：非常感谢审稿人的意见。修改稿中已经加上了各种条件下有的 trial 数。见修改稿的结果部分：“去除伪迹后进行 ERP 数据分析时，四种反馈条件下叠加平均的有效 trials 数分

别为：参与者 A 和参与者 B 都选择和解 (RR) 33 个 trials；参与者 A 选择和解而参与者 B 选择进攻 (RA) 37 个 trials；参与者 A 选择进攻而参与者 B 选择和解 (AR) 55 个 trials；两个参与者都选择进攻 (AA) 45 个 trials。”

意见 7：引言第一段倒数第二行第一、二字，似笔误。

回应：非常感谢审稿人细心。我们认真检查了修改稿，去掉了因笔误多写的“境中”二个字。再次感谢审稿人的严谨和细心。

审稿人 2 意见：

意见 1：Chicken game 中的进攻和解是两种博弈选择，和解可以理解为人际合作，因为在进攻时的最佳结果是+10，但是进攻这种选择其实是一种冒险选择，风险大但是潜在收益也比较高，最佳结果是+30，因此这是否可以定义为人际冲突？实际上，和解和进攻也可以用保守和冒险两种策略定义。所以作者如果要将其定义为人际合作和冲突，需要提供相应的依据。

回应：非常感谢审稿人的意见。确如审稿人所言，在 Chicken Game 任务中和解与进攻也对应着保守与冒险。可以将 Chicken Game 的策略定义为合作与冲突主要是根据 Chicken Game 的收益矩阵 (payoff matrix)，两人都选择和解共同收益最大，两人都选择进攻意味着会导致两人最大的损失，这与人类的合作与冲突行为所导致的结果非常类似。实际上，Chicken Game 的早期版本是出现在 1955 年的一部名为“无因的反抗” (Rebel Without a Cause) 的电影里，两个人开车到一个悬崖，先跳的人被称为“chicken”或者输家。后来 Chicken Game 转化成抽象的游戏。在高速路上，两名司机狭路相逢，每个人有两种行动：一是转弯，一是直走。如果一方退下来，而对方没有退下来，对方获得胜利，这人就很丢面子，被称为“chicken” (英文中有懦夫之意)；如果对方也退下来，双方则打个平手；如果自己没退下来，而对方退下来，自己则胜利，对方则失败；如果两人都前进，那么则两败俱伤。因此，对每个人来说，最好的结果是，对方退下来，而自己不退。最糟糕的结果是双方都直走而不退，也就是相互冲突或者竞争的情境。因此，与囚徒困境中的合作与背叛策略类似，Chicken Game 两种策略可以表征为合作与冲突 (或者竞争) 行为。国外的很多文献或者研究也是将 Chicken Game 的两种策略定义为合作与冲突 (或者竞争)，比如 Bornstein & Gilula (2003), Bornstein, Budescu, and Zamir (1997), Camerer (2003), de Heus, Hoogervorst, and Dijk (2010) 等人的研究。

Bornstein, G, Budescu, D, & Zamir, S. (1997). Cooperation in intergroup, N-person, and two-person games of chicken. *Journal of Conflict Resolution*, 41(3), 384.

Bornstein, G, & Gilula, Z. (2003). Between-group communication and conflict resolution in assurance and chicken games. *Journal of Conflict Resolution*, 47(3), 326.

Camerer, C. (2003). *Behavioral game theory: Experiments in strategic interaction*: Princeton University Press.

de Heus, P., Hoogervorst, N., & Dijk, E. (2010). Framing prisoners and chickens: Valence effects in the prisoner's dilemma and the chicken game. *Journal of experimental social psychology*, 46(5), 736-742.

意见 2：实验中进攻条件下，输赢 FRN 没有差异，对此作者解释为“不管对方选择何种策略，被试可能已经做好最坏的打算，此时的输钱反馈与被试主观预期的冲突并不那么强烈，所以输钱引发的 FRN 并没有显著大于赢钱所引发的 FRN”。但是这只是解释之一。做出进攻选

择之后，被试面临的可能结果是+30 和-30，被试可能因此更关注对方采取的策略，那么为什么 FRN 却没有差异呢。作者有必要对这种可能的其他解释摆出来进行讨论。

回应：非常感谢审稿人的建议，审稿专家提出了极具建设性的意见。在非社会互动情境中，FRN 一般是由负性反馈引发，并且与反馈大小无关(Hajcak, Moser, Holroyd, & Simons, 2006)。强化学习理论以及冲突监控理论认为，FRN 反映的是实际结果与预期之间的差异。Oliveira 等人(2007)提出的预期偏离假说(expectancy deviation hypothesis)也认为无论反馈的效价如何，只有当实际结果与预期不匹配时才会产生明显的 FRN。如果个体对事件结果的预期是负性的，而实际结果却是正性反馈也会产生明显的 FRN。也就是说 FRN 产生根本原因可能是实际结果与预期之间的不匹配，而不是效价上的差异。在本研究设置的社会情境中，结果评价阶段的 FRN 受到先前合作与冲突预期的影响。正如讨论中所述，选择进攻之后，虽然也有效价（输赢）上的不同，但在选择进攻情境下被试对他人选择合作预期可能并不强烈，或者说此时被试会事先猜测对方可能也选择进攻。与本研究结果一致，Long, Jiang, and Zhou (2012)研究发现，信任可以调节大脑对结果的反应。在信任条件下输赢之间的 FRN 差异显著；在不信任条件下，输赢之间的 FRN 差异未达到显著。研究者认为在信任情境下，输赢之间的 FRN 差异反映了对社会预期违反的检测。而不信任情境下之所出现输赢之间的 FRN 差异未达到显著，是因为不信任情境下激活了被试的超然感(a sense of aloofness)，因而在这种情境下被试根本或者较少地对随后的事件产生预期。此外，也如审稿人提到的，我们推测本研究中选择进攻条件下的结果，也可能与被试的个体差异有关。我们对每个样本的 AVG 观测发现，有一些被试选择进攻之后的输赢之间的 FRN 差异非常明显，而有些被试择进攻之后的输赢之间的 FRN 则没有差异。我们后续的研究将进一步探究产生这种结果的个体差异。根据审稿人的意见，我们加入了对上述结果的讨论，见修改稿的讨论部分：

“在非社会互动情境中，FRN 一般是由负性反馈引发，并且与反馈大小无关(Hajcak, Moser, Holroyd, & Simons, 2006)。强化学习理论以及冲突监控理论认为，FRN 反映的是实际结果与预期之间的差异。Oliveira 等人(2007)提出的预期偏离假说(expectancy deviation hypothesis)认为无论反馈的效价如何，只有当实际结果与预期不匹配时才会产生明显的 FRN。如果个体对事件结果的预期是负性的，而实际结果却是正性反馈也会产生明显的 FRN。也就是说 FRN 产生根本原因是实际结果与预期之间的不匹配，而不是效价上的差异。本研究中选择进攻时输赢所引起的 FRN 波幅差异并未达到显著。这种结果可能的原因是，选择进攻之后，虽然也有效价（输赢）上的不同，但在选择进攻情境下被试对他人选择合作预期可能并不强烈，或者说此时被试会事先猜测对方可能也选择进攻。”

“与本研究结果一致，Long 等人(2012)研究发现，信任感可以调节大脑对结果的反应。在信任条件下输赢之间的 FRN 差异显著；在不信任条件下，FRN 效应会显著减弱。研究者认为在信任情境下，输赢之间的 FRN 差异反映了对社会预期违反的检测。而不信任情境下之所出现 FRN 效应显著减弱，是因为不信任激活了被试的超然感(a sense of aloofness)，在这种情境下被试根本或者较少地对随后的事件产生预期。此外，我们推测本研究中选择进攻条件下 FRN 效应减弱的另一原因，可能与被试的个体差异有关。我们对每个样本的 AVG 观测发现，有些被试选择进攻之后的输赢之间的 FRN 差异非常明显，而有些被试择进攻之后的输赢之间的 FRN 则没有差异，这种结果背后的个体差异机制还有待进一步的研究。”

Long, Y., Jiang, X., & Zhou, X. (2012). To believe or not to believe: trust choice modulates brain responses in outcome evaluation. *Neuroscience*, 200, 50-58.

Oliveira, Flavio TP, McDonald, John J, & Goodman, David. (2007). Performance monitoring in the anterior cingulate is not all error related: expectancy deviation and the representation of action-outcome associations. *Journal of cognitive neuroscience*, 19(12), 1994-2004.

意见 3：讨论中作者将现有的结果纳入目前得到大多数研究认同的“FRN 反应的是主观预期与反馈评价的符合程度”。但是当我们尝试用“主观”的视角进行解释的时候，很有可能变得过于“主观化”。例如在本文中，“同样是损失 10 元，如果此时别人得到 30 元，个体对损失的负性体验就会增加；而如果此时别人也损失同样的钱数，损失引起的负性体验就会降低”，我想这个说法也可能是一部分被试的主观，可能还有被试不与别人比较，只关注自己。所以我想利用主观观点进行解释的时候需要有所依据，建议作者可以在实验后对被试进行一些问卷测量进而为后面的解释提供依据。

回应：非常感谢审稿人具有建设性的意见。的确如您所言，讨论中将现有的结果纳入“FRN 反应的是主观预期与反馈评价的符合程度”，一方面是因为前人的研究很多都支持这个理论，另一方面本研究的 FRN 结果也与这个理论假说相契合。关于问卷测量的问题，我们会吸收审稿专家的建议，在进一步的研究考虑直接在实验中的每个 trial 中加入对结果反馈的项目问答，或者在实验结束后增加一些事后问卷测量。此外，您也提到了后续研究的一个方向，即对合作与冲突结果敏感性的个体差异。我们后续的研究将进一步考察这个问题。

在本研究的实验中，由于我们没有进行事后问卷的测量，无法进行 ERP 成分与问卷之间的分析。但根据审稿人的建议与提示，我们增加了结果反馈对随后决策中合作行为影响的分析，以及结果反馈引起的 FRN (P300) 波幅与合作选择率之间的相关回归分析，以希望能尽量揭示个体对合作与冲突的结果评价过程。见修改稿的结果与讨论部分：

“为了探讨不同的反馈对被试随后选择策略的影响，分别计算被试接受四种反馈(RR, RA, AA, AR) 后的下一个 trials 中和解的选择率。对四种反馈后和解的选择率进行单因素方差分析。结果表明，反馈类型的主效应显著， $F(3,63)=19.89, p<0.001, \eta^2=0.49$ 。事后比较表明，在接受 RR (两人都选择和解) 反馈后，被试选择和解的比率($M=0.55, SE=0.039$)大于接受 RA 与 AA 反馈后选择和解的比率($M=0.37, SE=0.041; M=0.22, SE=0.028$)；RR 反馈后选择和解的比率($M=0.55, SE=0.039$)与 AR 反馈后选择和解的比率($M=0.52, SE=0.030$)之间没有显著差异(见图 5A)。”

“对四种反馈引起的 FRN (P300) 波幅与四种反馈后和解的选择率进行相关分析。结果表明，RA 反馈所引起的 FRN 波幅 (F_z 点) 与 RA 反馈后下一个 trial 中和解的选择率呈显著的负相关($r=-0.55, p=0.009$)。回归分析表明，RA 反馈所引起的 FRN 波幅越大的被试，在接受 RA 反馈的下一个 trial 中选择和解的比率越大，FRN 波幅可以解释 RA 反馈后和解选择率 30% 的变异量($R^2=0.30, F(1,20)=8.41, p=0.009$)。对 RA 反馈引起的 FRN 波幅与总的和解选择率进行相关分析，结果表明，RA 反馈所引起的 FRN 波幅 (F_z 点) 与总的和解选择率也呈显著的负相关($r=-0.59, p=0.004$)。其他三种反馈 (RR, AA, AR) 引起的 FRN 波幅与接受该反馈后和解的选择率 (或者总的和解选择率) 之间相关不显著。此外，四种反馈引起的 P300 波幅与接受四种反馈后和解的选择率之间相关不显著(见图 5B)。”

“FRN 波幅与和解选择率之间的相关分析表明，RA 反馈引起的 FRN 波幅越大的被试，在接受 RA 反馈后下一个 trials 中选择和解比率以及总体选择和解的比率越大。这表明 RA 反馈引起的 FRN 可以在一定程度上预测个体随后的决策行为。Boksem 等人 (2010) 采用最后通牒任务研究了公平感与 FRN 之间的关系，结果表明，相对于公平提议，不公平提议引发了更大的 FRN，并且这种效应在那些更在意公平 (公平感更强) 的被试中更加明显。如前所述，本研究中 RA 反馈是博弈对方违背个体的合作意愿而选择进攻的一种结果；因此，RA 反馈引起的 FRN 反映了个体对他人合作行为的社会预期，RA 反馈引发的 FRN 波幅越大，表明被试对他人合作的预期越强烈，或者说这些被试更愿意相信对方表现出合作行为。因此，RA 反馈引起的 FRN 波幅越大的被试在随后的博弈中 (以及总的博弈中) 会更多地选择合作行为。”

意见 4: 在实验中, 除了有输赢一个维度, 还有数量大小 (10 和 30) 这个维度, 目前已经有研究发现 FRN 对数量也是敏感, 因此, 作者可能需要补充对这个问题的讨论。

回应: 非常感谢审稿人的意见。本研究中, 数量大小对应着选择策略这个变量, FRN 的结果中没有发现选择策略 (数量大小) 的主效应, 但是发现选择策略和输赢之间存在交互作用。我们在讨论中对该结果进行了解释。见修改稿的讨论部分:

“ERP 的结果表明, FRN 选择策略的主效应不显著。本研究中选择策略也对应着数量大小这一维度, 这表明 FRN 波幅并不直接受到收益或者损失大小的影响, 这与人的一些研究结果是一致的, 即 FRN 对反馈大小这个维度不敏感 (Gehring & Willoughby, 2002; Yeung & Sanfey, 2004)。但本研究发现, FRN 的波幅受到选择策略和反馈效价的影响, 简单效应分析表明, 只有在选择和时输钱引发的 FRN 波幅才显著大于赢钱引发的 FRN 波幅, 而选择进攻时输赢所引起的 FRN 波幅差异并没有达到显著。”

审稿人 3 意见:

意见 1: 在前言中提到 Chicken Game, 但并没有对该任务做出介绍, 而是在实验任务部分才加以说明, 最好是在前言中对该任务做一些说明。

回应: 非常感谢审稿人的宝贵意见。在修改稿中, 我们在引言中加上关于囚徒困境和 Chicken Game 任务的简单介绍与对比。见修改稿的引言部分: “囚徒困境 (Prisoner's Dilemmas Game) 是研究人类合作行为的一个经典博弈任务, 在这个任务中, 两个玩家分别选择合作或者背叛, 每个玩家根据两个人的共同选择获得一定的收益。对每个玩家而言, 做出背叛选择对自己总是最优选择策略。但当两个玩家都选择背叛, 两个人的总体收益最低; 而两个人都选择合作, 则总体的收益最大 (Rilling et al., 2002; Wong & Hong, 2005)。与囚徒困境任务类似, Chicken Game 任务 (有译为: 斗鸡博弈任务) 也是一个研究合作与冲突行为的博弈任务。Chicken Game 呈现给博弈者一个真实的社会困境, 在这个任务中, 两个博弈者可以独立地选择和解或者进攻两种策略, 两个人都选择和解双方都会获得一定数目的收益, 两个人都选择进攻双方都会损失一笔更大数目的收益, 这与人类合作与冲突行为所导致的结果非常类似。与囚徒困境不同, Chicken Game 中没有严格的优势策略, 选择进攻的收益并不一定比选择和解的收益大 (Rapoport & Chammah, 1966)。”

意见 2: “脑电记录与分析”部分未说明采样增益 (gain) 是多少。

回应: 非常感谢审稿人的细心。EEG 记录时采样增益 (Gain) 为 20000, 已在脑电记录与分析部分加上。

意见 3: 波形图 2 中, 纵轴没有标出坐标单位“ μV ”, 另外, 如果能在波形图中采用箭头指向的形式标出 FRN 和 P300 成分, 会使结果看起来更直观。还有, 图 4 的地形图也没坐标单位。

回应: 非常感谢审稿人的意见帮助我们改进了拙文, 已经按照建议对图 2 和图 4 进行了修改。

意见 4: 结果部分, 不同比较条件下的波幅 (M 值) 及其对应的 SE 最好采用表格形式独立呈现, 而不是在段落中呈现。

回应: 非常感谢审稿人的意见。不同比较条件下的波幅 (M 值) 及其对应的 SE 在图 3 中最主要的两个交互作用进行了呈现, 这样可能更方便读者进行比较。

意见 5: 图 3 不是很清晰 (如两个坐标轴没必要采用灰色或浅色), 建议能将其更清新些。

回应: 非常感谢审稿人细心, 已经按照建议对图 3 进行了修改, 将坐标轴改成了黑色。

意见 6：引言第一段中“可以让研究者在实验室情境中境中为类....”中的“境中”似乎是重复了。

回应：非常感谢审稿人细心，已修改。