

社会情境影响公平感知及相关行为的神经机制*

周晓林 胡捷 彭璐

(北京大学脑科学与认知科学中心, 北京大学心理学系, 北京 100871)

摘要 公平作为人际交互中最重要的社会规范之一, 是一种被普遍接受的关于群体成员在给定情境下应当如何行为的规范。社会情境对人际互动中的公平感知及相关行为具有重要的影响。本文结合前人研究, 介绍近年来本实验室有关社会情境如何调节公平感知和相关行为的研究成果, 并指出未来研究应结合计算模型、分子遗传学和神经科学手段, 揭示公平感知与公平行为的计算、遗传和神经基础。

关键词 社会情境, 公平规范, 公平感知, 神经机制。

分类号 B842.1

1 引言

人是社会性动物, 人的生存有赖于与社会进行交互。正如物理规律保证自然界的秩序一样, 社会规范促进了人类社会秩序的建立与保持 (Bernhard, Fischbacher, & Fehr, 2006)。社会规范是一些被普遍接受的、有关群体成员在给定情境下应当如何行为的规范 (Hechter & Opp, 2001), 其中最核心的一条便是公平性原则 (Rawls, 1957)。公平原则是指参与经济交互的各方从共同利益中获取的权益应当与其投入成正比 (Van Dijk & Vermunt, 2000); 公平原则在资源分配中发挥重要作用。

公平对个人的生存和社会的稳定都至关重要。一方面, 长期受到不公平对待或社会歧视, 会引发慢性病、肥胖和抑郁 (Albert, et al., 2010; Barnes, et al., 2008; Gee, Spencer, Chen, & Takeuchi, 2007; Hunte & Williams, 2009; Meier, Semmer, & Hupfeld, 2009), 对个体的生理和心理健康造成极大伤害; 另一方面, 公平也是社会和谐稳定的保障 (Rawls, 1985)。

实验心理学和认知神经科学对公平问题的探讨主要采用行为经济学的博弈 (社会决策) 范式。一个应用广泛的范式就是最后通牒博弈 (Güth, Schmittberger, & Schwarze, 1982)。在经典最后通牒博弈中, 博弈的双方得到一笔共有财产, 由提议者提出分配方案。如果接受者接受分配方案, 则按

照方案分配财产; 如果接受者拒绝, 则双方均一无所获。大量研究显示, 多数提议者会给出公平的方案 (5-5) (Güth, 1995), 而当分配给接受者的份额低于 20% 时, 分配方案通常会遭到拒绝 (Camerer & Thaler, 1995)。这种结果模式表明, 公平性制约提议者和接受者的决策。最后通牒博弈的一个重要变式是独裁者博弈 (Kahneman, Knetsch, & Thaler, 1986)。在该博弈中, 接受者只能接受提议者的方案而无权拒绝。利用这些范式, 研究者既可以根据问题的需要考察提议者形成决策的心理过程和行为表现, 也可以考察接受者对提议公平性的感知和反应。

认知神经科学研究者将博弈范式与脑成像技术, 如功能性磁共振成像 (fMRI) 和事件相关电位 (ERP), 相结合, 对人类公平感知和社会决策的神经机制进行了深入的研究, 取得了丰硕的成果 (Fehr & Camerer, 2007; Sanfey, 2007; Lee, 2008; Rilling & Sanfey, 2011)。然而, 正如上述定义指出的, 人的公平感知和社会决策是依赖于情境的; 研究社会情境如何影响人的公平感知和行为有助于更深一步地认识人的社会行为。社会心理学和行为经济学已经对此展开研究 (Bornstein, 2003; Bernhard, Fischbacher, & Fehr, 2006; Levitan & Visser, 2008; Baker Jr & Maner, 2009; Pettit & Lount Jr, 2010); 近年来, 这一课题越来越多地得到认知神经科学研究的重视 (Hein, Silani, Preuschoff, Bat-

收稿日期: 2015-8-12

* 基金项目: 国家自然科学基金 (31170972)。

通讯作者: 周晓林, E-mail: xz104@pku.edu.cn。

son, & Singer, 2010; Tricomi, Rangel, Camerer, & O'Doherty, 2010)。本文以本实验室对社会情境影响公平感知及相关行为的研究为主线, 介绍近十年来社会认知神经科学对这一课题的研究进展。我们关心的社会情境包括博弈双方的社会关系和博弈系统中的惩罚机制。我们致力于回答如下两个问题。第一, 博弈双方的社会关系如何影响人的公平感知和社会决策, 背后的神经机制如何; 第二, 博弈过程中的惩罚威胁和惩罚机制的引入与撤销如何影响人对公平规范的遵守, 这一影响在神经层面有怎样的功能网络基础。

2 社会情境对公平感知的调节及其神经机制

2.1 公平感知的神经机制

在最后通牒博弈中, 接受者对提议者提出的不公平方案的拒绝外显地反映了个体对不公平分配方案的态度, 拒绝不公平方案通常被认为是一种利他惩罚的行为, 即个体会惩罚或制裁违背社会公平规范的个体, 即使惩罚行为对于惩罚实施者来说没有任何益处, 甚至需要惩罚实施者付出一定的代价 (Fehr & Fischbacher, 2004)。研究者认为, 产生利他惩罚行为的一个重要原因是不公平方案诱发了接受者的负性情绪。例如, 有研究表明, 被试面对不公平的分配方案时会流露出厌恶表情 (Chapman, Kim, Susskind, & Anderson, 2009)。Moretti 和 di Pellegrino (2010) 通过启动被试的厌恶或悲伤情绪, 发现相比悲伤和中性情绪, 厌恶情绪显著提高了被试对不公平方案的拒绝率。Xiao 和 Houser (2005) 则发现, 当被试可以向提议者表达自己的情绪时, 相比于不能表达情绪时, 被试对不公平方案的拒绝率更低, 表明拒绝不公平方案可能是一种表达负性情绪的途径。此外, 被试在受到了不公平的待遇后, 会以“以牙还牙”的方式进行报复 (Brune, Juckel, & Enzi, 2013), 或者对无关个体表现出更多的违背社会规范的行为 (Wu, Zang, Yuan, & Tian, 2015), 会为了获得更多的利益而表现出更多的作弊行为 (Houser, Vetter, & Winter, 2010)。

神经成像研究发现, 在最后通牒博弈中, 相比于公平方案, 不公平方案会引起接受者背外侧前额叶、内侧前额叶、前扣带皮层和双侧前脑岛更强的激活水平, 而这些脑区的相对活动会进一步影响接受者的利他惩罚行为 (Sanfey, Rilling, Aronson, Nystrom, & Cohen, 2003; Corradi -Dell' Acqua,

Civai, Rumiati, & Fink, 2013); 研究者认为, 前脑岛的激活说明被试面对不公平方案时产生了厌恶等负性情绪反应。另一方面, 相比于不公平方案, 公平方案会激活奖赏相关的脑区, 如纹状体; 拒绝不公平方案也会激活这些脑区, 表明惩罚违背公平规范的行为对于接受者来说是一种奖赏 (de Quervain et al., 2004; Tabibnia, & Lieberman, 2007; Wu et al., 2014)。最近一项基于功能磁共振成像研究的元分析表明, 个体的公平感知及相关社会行为受到两个系统的影响 (Feng, Luo, & Krueger, 2015): 第一个系统是包括前脑岛、腹内侧前额叶在内的反射性直觉系统, 与个体对违背社会规范的行为 (不公平方案) 做出反射性的、直觉的惩罚行为有关; 第二个系统则是包含背内侧前额叶、腹外侧前额叶、背外侧前额叶和前扣带皮层在内的认知控制反思系统, 这一系统负责整合社会规范和自我利益相关的信息, 并通过抑制直觉反应或消除自利动机来调节反射性直觉系统对不公平方案的反应 (Knoch, Pascual-Leone, Meyer, Treyer, & Fehr 2006; Knoch et al., 2008)。

越来越多的研究表明, 个体在金钱分配博弈中的公平感知及相关的决策行为不仅受到分配方案本身公平性的影响 (Yu, Calder, & Mobbs, 2014), 还会受到其它社会因素的影响, 例如初始的财富和对公平规范的预期 (Tricomi, Rangel, Camerer, & O'Doherty, 2010; Xiang, Lohrenz, & Montague, 2013)。Yu 等人 (2014) 发现, 人们不仅厌恶自身处于劣势的不公平方案 (即他人比自己获得更多收益的分配方案), 也会厌恶自身处于优势的不公平方案 (即自己比他人获得更多收益的分配方案)。Tricomi 等人 (2010) 也发现, 当被试自身比他人拥有更多初始财富时, 在后续的金钱分配中, 被试更加偏好劣势不公平方案; 而当他人比被试自己拥有更多初始财富时, 在后续的金钱分配中, 被试会更加偏好优势不公平方案。Xiang 等人 (2013) 通过一个学习范式, 结合计算模型分析, 发现相比于劣势不公平方案, 被试在适应了优势不公平方案后, 对公平方案的拒绝率更高, 并且前脑岛的活动编码了个体对公平规范预期的变化。

2.2 社会情境调节公平感知的的时间进程特点

为了探讨社会情境如何影响人们的公平感知以及这些影响在时间维度上的反映, 我们通过一系列脑电实验, 研究了初始财富、社会距离、社会比较与社会等级等社会情境因素对公平感知产生的行为

及神经效应 (" # \$ %&'()*+ , -. # \$ /01123 " # \$, -. # \$)24 5(67\$ %&'()*+ , -. # \$ /01183 " # \$ 9# \$)24 5(67\$ %&'()*+ , -. # \$ /01/3 9# \$: 2.\$; '#&\$ + , -. # \$ /01<)。

我们沿用经典的最后通牒博弈范式和独裁者博弈范式，让被试作为博弈中的接受者，并同时操纵接受者与提议者之间的社会关系。例如，在考察社会距离对公平感知的影响的研究中，我们通过改变向被试提出分配方案的提议者的身份（被试的朋友或陌生人），来操纵社会距离这个变量 (" # &= 2' \$ /0112)；在考察社会等级对公平感知的影响的研究中，我们则通过改变被试自身或提议者在一项数学能力测试中的表现排名，来操纵社会等级这一变量 (9# &= 2' \$ /01<)。

借助具有较高时间分辨率的脑电技术，我们探讨了人们对于分配方案公平性感知的时程特点，结果表明，个体对分配方案的感知在时间维度上会表现出两个阶段的加工。具体而言，被试在对分配方案评价的早期阶段，即分配方案出现后的 /00 至 ?!0@A 时间窗内，相比于公平方案，不公平方案会诱发更大的分布于大脑额中央区的反馈相关负波或内侧额叶负波 (!" # \$ %! &)。人们在进行结果评价的过程中，加工负性信息时，如反应错误、金钱损失或与预期相违背的结果，BCDEFBD 这一脑电成分的波幅会显著大于加工正性信息时的波幅，表明这一成分不仅反映了奖赏效价，还反映了结果与个体预期之间违反程度的大小 (" # + , -. # \$ /00G)。因此，在评价方案公平性的早期阶段，不公平方案诱发更大的 BCDEFBD 波幅，这一发现表明，不公平方案违反了人们对公平规范的预期，这一阶段大脑可能对结果与预期之间的矛盾进行了自动化或半自动化的加工 (" # &= 2' \$ /0112\$ 8)。

在对分配方案加工的晚期阶段，即分配方案出现后 <00 至 H00 @A 时间窗内，I?00E%II 成分不仅会受到方案公平性的影响，还会受到各种社会情境因素，如社会等级、社会比较和社会距离等的影响 (" # &= 2' \$ /0112\$ 83 9# &= 2' \$ /01<)。以社会等级对公平感知影响的研究为例，在分配方案出现后 <00 至 H00 @A 时间窗内，相对于不公平方案，公平方案诱发了更大的晚期正成分 (' (()；方案的公平水平与社会等级的高低产生了交互作用，即无论被试自身处于高等级还是低等级时，公平方案都诱发了较大的 %II 波幅；而相比于处于低等级时，被试处于高等级时不公平方

息 (Kumaran et al., 2012), 进而在不同等级的状态下对公平与不公平方案产生不同的反应 (Gospic et al., 2011; Yu et al., 2014)。

几乎所有的已有研究都集中在探讨收益框架下 (即博弈双方分享获利时) 个体对公平的感知及利他惩罚行为, 很少有研究探讨在损失框架下 (即博弈双方分担损失时) 个体对公平的感知及相关行为。在一项研究中, 我们扩展了传统的最后通牒博弈, 同时考察被试在收益和损失两种框架下如何反应 (Zhou & Wu, 2011)。结果发现, 随着分配方案不公平程度的增高, 被试对分配方案的拒绝率也增高; 更重要的是, 损失框架下, 被试对不公平方案的拒绝率高于收益框架下的不公平方案拒绝率, 表明人在逆境之下对公平有更高的要求, 进而会更多地惩罚违背公平规范的行为。进一步的磁共振成像研究表明, 相比于收益框架, 损失框架下分配方案的公平水平与腹侧纹状体激活水平的正相关更小, 而与背外侧前额叶的负相关则更大。此外, 在损失框架下, 拒绝分配方案会导致背侧纹状体有更大的激活。这些结果表明, 损失框架降低了多巴胺系统对公平水平的敏感性, 却增强了个体进行利他惩罚的动机, 这一过程可能是通过前额叶脑区对不公平方案更强的反应来实现的 (Wu et al., 2014)。

总之, 在情境调节公平感知的研究中, 我们不仅观察到了前脑岛、前扣带皮层和背外侧前额叶这些与公平加工相关的经典脑区, 还发现杏仁核、中扣带皮层和纹状体等脑区也参与了对分配方案公平性的加工, 并且这些脑区的活动以及它们与经典的公平加工相关脑区的交互作用会受到情境因素的影响。这些研究表明, 大脑对分配方案的加工以及相关的行为反应不仅受到方案公平性的影响, 也受到情境因素的影响, 这对我们理解社会情境因素调节公平感知的神经环路基础提供了进一步的证据。

3 社会情境对遵守公平规范行为的调节及其神经机制

虽然公平作为一种社会规范, 是人们广泛认同的、在社会交互中应该如何行为的准则, 但人同时具有遵守公平规范的倾向和自利的本能。因此, 社会通常需要使用惩罚来强化人对公平规范的服从。虽然使用惩罚的本意是促使人们服从社会规范, 且有大量研究证据表明惩罚确实能够促进对社会规范的服从, 但也有大量实验研究表明, 惩罚有时会破坏对社会规范的服从。

Spitzer 等人 (2007) 使用最后通牒博弈和独裁者博弈的一种变式, 考察了提议者在进行金钱分配时的大脑活动。结果发现, 相比于无惩罚威胁, 有惩罚威胁时提议者分给接受者的金额会更多, 背外侧前额叶、外侧眶额叶和双侧尾核的激活会更强, 并且这些脑区的激活强度与惩罚诱发的规范服从 (有惩罚威胁时分配给反应者的金额减去无惩罚威胁时分配给反应者的金额) 成正相关。研究者认为, 背外侧前额叶通过抑制自利冲动 (自我利益最大化的优势反应) 从而让被试做出更加符合社会规范的行为。Ruff 等人 (2013) 进一步探讨了背外侧前额叶与规范服从的因果关系。他们使用经颅电流刺激 (*tDCS*) 来改变右侧背外侧前额叶的神经兴奋性, 结果发现, 该脑区不仅涉及到自愿的规范服从和惩罚威胁诱发的规范服从, 而且对这两种服从的影响方式正好相反: 右侧背外侧前额叶活动增强时, 惩罚威胁诱发的社会规范服从提高而自愿服从的程度降低; 右侧背外侧前额叶活动减弱时, 惩罚威胁诱发的社会规范服从降低而自愿服从的程度提高。这些结果说明, 右侧背外侧前额叶的活动与社会规范服从具有因果关系, 该脑区可能负责权衡遵守公平规范的动机和自利动机。然而, 另一项脑成像研究则发现, 惩罚威胁会破坏对规范的服从。Li 等人 (2009) 在信任游戏中加入金钱惩罚环节, 考察惩罚威胁对信任人规范服从行为的影响及神经加工过程。实验结果发现, 惩罚威胁减少了个体遵守社会规范的行为, 降低了被试社会奖赏脑区 (腹内侧前额叶、外侧眶额皮层) 的激活, 并增加了顶叶皮层的激活。研究者认为, 外侧眶额皮层参与了对社会奖赏和惩罚威胁的评估, 顶叶皮层的激活与理性决策有关, 而腹内侧前额叶可以预测自利行为并对社会线索或奖赏敏感。

因此, 脑成像研究结果似乎表明, 惩罚威胁可能促进规范服从, 也可能破坏规范服从。惩罚威胁对规范服从的促进作用依赖于认知控制系统对自利冲动的抑制; 惩罚威胁对规范服从的破坏作用则是通过降低奖赏脑区的激活、增强理性决策脑区的活动来实现的, 需要认知控制系统的参与。这些实验结果不仅在行为层面存在分歧, 在神经层面也存在分歧。我们推测, 这些结果的分歧可能源自惩罚的强度和被试对惩罚意图的理解。

我们希望通过操纵惩罚引入者和惩罚权力, 考察被试作为分配方案提出者在面临惩罚威胁时如何作为, 从而考察惩罚危险引入者的意图如何影响被

试对公平规范的服从。此外，我们将惩罚威胁对规范服从的影响扩展到损失情境，考察面临惩罚威胁的被试是否更加服从社会规范及其神经加工过程；并通过对比收益情境和损失情境下的结果，探讨损益情境下的决策是否涉及相同的神经系统。

实验采用改编的独裁者范式。在每轮游戏中，被试作为提议者负责在自己和对家之间分配 20 元，对家只能接受被试提出的分配方案。在每轮分配之前，被试可以看到此轮游戏是否存在惩罚的可能性以及惩罚的决定是来自电脑还是对家。在不存在惩罚威胁（即电脑或对家决定放弃惩罚权力）时，最终的分配按被试提出的方案进行；在存在惩罚威胁（即电脑或对家保留惩罚权力）时，如果被试分配给对家的金额不满足对家潜在的要求（即被试事先并不知晓对家具体要求多少金额），被试会受到相应的金钱惩罚。实验结果表明，相比于对家放弃惩罚权力，对家保留惩罚权力时被试分配给对家的金额会更少一些；而当电脑放弃或保留惩罚权力时，被试分配给对家的金额没有差异。这个结果说明，当被试理解到对家有惩罚的意图时，惩罚威胁反而减少了被试的公平行为；当被试理解到惩罚规则是制度化的、由不具有意图的电脑引入时，有无惩罚威胁不会影响被试的公平行为。在神经层面上，当有意图参与时，惩罚威胁降低了腹内侧前额叶和外侧眶额皮层的激活；而无意图参与时，惩罚威胁增强了外侧眶额皮层的激活；背外侧前额叶整合来自外侧眶额皮层的与公平有关的信息以及来自腹内侧前额叶的主观社会价值信息，指导人们的公平行为。为了进一步探讨外侧眶额皮层在意图加工中的作用，我们使用经颅直流电刺激技术（tDCS），对外侧眶额皮层施加抑制性刺激。结果发现，抑制性刺激外侧眶额皮层降低了对家放弃惩罚权力时被试给对家分配的金额，增加了对家保留惩罚权力时被试给对家分配的金额。这个结果进一步说明，在意图对公平行为的调节过程中，外侧眶额皮层起到了重要的因果作用。因此，我们可以说，意图调节惩罚威胁对公平行为的影响是通过社会认知系统、奖赏系统和认知控制系统的交互作用来实现的。

公平规范不仅关注个体和社会如何以公平或道德的方式分配利益，也关注如何分配责任和损失，而我们对损失情境下惩罚威胁如何影响被威胁者的公平行为还知之甚少。在另一项研究中，我们从行为和神经层面上考察损失情境下惩罚威胁对公平行为的影响。我们采用上述研究意图如何调节惩罚威

胁对公平行为影响的实验范式，并将其中分配 20 元收益扩展到分配 20 元损失的情境中。行为结果表明，在损失情境下，无意图参与时，惩罚威胁促进公平行为的产生；有意图参与时，有无惩罚威胁对公平行为的产生没有影响。在神经层面上，有意图参与时，惩罚威胁增强了脑岛和中扣带皮层的激活，而无意图参与时，惩罚威胁降低了脑岛和中扣带皮层的激活。此外，相比于电脑放弃惩罚权力，在对家放弃惩罚权力和电脑保留惩罚权力时，脑岛、中扣带皮层与背外侧前额叶的连接都得到了增强。这些结果说明，惩罚威胁对规范服从的影响在收益情境和损失情境下具有不同的神经机制，损失情境下的加工过程涉及到负责负性情绪加工的系统。

4 总结与展望

我们通过一系列行为、脑电和功能磁共振成像实验，从时间维度和空间维度上探讨了社会情境因素调节公平感知及相关行为的神经机制。在时间维度上，我们发现个体的公平加工存在两个阶段：在早期阶段，大脑仅加工违背公平规范的行为与对遵从公平规范行为的预期之间的冲突；在晚期阶段，大脑对情境因素与公平规范进行整合，对方案的公平性进行更为深入的加工，进而解决或抑制早期阶段探测到的冲突并做出相应的决策。通过功能磁共振成像实验，我们发现除了前脑岛、内侧前额叶、前扣带皮层和背外侧前额叶，杏仁核、纹状体、眶额皮层和中扣带皮层等脑区也参与公平感知，并影响公平行为，并且这些脑区在加工公平相关的信息时会受到社会情境的影响。我们的研究为了解社会情境调节公平感知与公平行为的大脑功能网络提供了证据。

目前，对社会情境调节公平感知与公平相关行为的研究仍局限于对结果公平的研究上，很少有研究关注机会公平或程序公平，虽然这两者与人类社会生活一样紧密相关。最近，有研究者已经开始尝试探讨机会公平加工的大脑机制，发现个体加工机会公平的关键脑区位于腹内侧前额叶（Aoki et al., 2014; Aoki, Yomogida, & Matsumoto, 2014）。因此，探讨社会情境对机会公平或程序公平的感知及相关行为的影响同样具有重要的理论与实践意义。

另一方面，已有一些研究将标准化的数学模型引入到公平感知与公平行为的研究。这类研究借助数学模型，将公平感知和公平行为的某些成分量化为参数，进而考察这些参数与大脑活动的关系，从

而最终揭示特定大脑结构的神经计算功能 (Xiang et al., 2013; Saez, Zhu, Set, Kayser, & Hsu, 2015)。因此, 借助数学模型, 进一步探讨社会情境对公平感知与公平行为的影响, 可以帮助我们更加准确地了解社会情境作用的机制及神经基础。

最后, 随着分子遗传学和神经影像学的发展和交叉, 遗传影像研究越来越受到研究者的关注。研究者们逐渐发现, 血清素转运蛋白基因 5-HTT、单胺氧化酶 A 基因 MAOA、儿茶酚胺位甲基转移酶基因 COMT 等一系列基因的变异会对人们的认知功能和社会行为产生重要的影响。但对社会情境影响公平感知与公平行为的分子遗传研究仍然相对较少。未来的研究可以将不同领域的技术结合起来, 通过比较不同基因型群体的行为和脑影像数据, 更加深入地了解公平感知与公平行为的生物化学和神经生理基础。

参 考 文 献

- Albert, M. A., Cozier, Y., Ridker, P. M., Palmer, J. R., Glynn, R. J., & Rose, L., et al. (2010). Perceptions of Race/Ethnic Discrimination in Relation to Mortality Among Black Women: Results From the Black Women's Health Study. *Journal of the American Medical Association*, 304(10), 896.
- Aoki, R., Matsumoto, M., Yomogida, Y., Izuma, K., Murayama, K., Sugiura, A., et al. (2014). Social Equality in the Number of Choice Options Is Represented in the Ventromedial Prefrontal Cortex. *Journal of Neuroscience*, 34(18), 6413-6421.
- Aoki, R., Yomogida, Y., & Matsumoto, K. (2015). The neural bases for valuing social equality. *Journal of Neuroscience*, 35(1), 33-40.
- Baker Jr, M. D., & Maner, J. K. (2009). Male risk-taking as a context-sensitive signaling device. *Journal of Personality and Social Psychology*, 96(5), 1136-1139.
- Barnes, L. L., de Leon, C. F. M., Lewis, T. T., Bienias, J. L., Wilson, R. S., & Evans, D. A. (2008). Perceived discrimination and mortality in a population-based study of older adults. *Journal of Gerontology*, 63(7), 1241.
- Bernhard, H., Fischbacher, U., & Fehr, E. (2006). Parochial altruism in humans. *Journal of Personality and Social Psychology*, 91(7), 912-915.
- Bornstein, G. (2003). Intergroup conflict: Individual, group, and collective interests. *Journal of Personality and Social Psychology*, 84(2), 129.
- Brune, M., Juckel, G., Enzi, B. (2013). "An eye for an eye"? Neural correlates of retribution and forgiveness. *Journal of Neuroscience*, 33(8), e73519.
- Camerer, C., & Thaler, R. H. (1995). Anomalies: Ultimatums, dictators and manners. *Journal of Economic Literature*, 33(2), 209-219.
- Chapman, H. A., Kim, D. A., Susskind, J. M., & Anderson, A. K. (2009). In bad taste: Evidence for the oral origins of moral disgust. *Journal of Neuroscience*, 29(34), 1222-1226.
- Corradi-Dell'Acqua, A. C., et al. (2010). The neural basis of moral decision-making with a personal trade-off. *Journal of Neuroscience*, 30(18), 6498-6503.
- Queson, L. K., et al. (2012). The neural basis of moral decision-making with a personal trade-off. *Journal of Neuroscience*, 32(2), 676-683.
- S+ (8, A676), 676>X30(676>..ZN82(-!e)-6083

- Hu, J., Blue, P. R., Yu, H., Gong, X., Xiang, Y., Jiang, C., et al. (2015). Social Cognitive and Affective Neuroscience. *Journal of Neuroscience*, 35(12), 4385–4394.
- Hu, J., Cao, Y., Blue P. R., & Zhou, X. (2014). Low social status decreases the neural salience of unfairness. *Journal of Neuroscience*, 34(18), 6021–6028.
- Hunte, H. E. R., & Williams, D. R. (2009). The association between perceived discrimination and obesity in a population-based multiracial and multiethnic adult sample. *Journal of Health and Social Behavior*, 12(7), 1285–1292.
- Kahneman, D., Knetsch, J. L., & Thaler, R. H. (1986). Fairness and the Assumptions of Economics. *Journal of Economic Perspectives*, 1(2), 285–300.
- Knoch, D., Nitsche, M. A., Fischbacher, U., Eisenegger, C., Pascual-Leone, A., & Fehr, E. (2008). Studying the Neurobiology of Social Interaction with Transcranial Direct Current Stimulation—The Example of Punishing Unfairness. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(12), 1987–1990.
- Knoch, D., Pascual-Leone, A., Meyer, K., Treyer, V., & Fehr, E. (2006). Diminishing Reciprocal Fairness by Disrupting the Right Prefrontal Cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(5), 829–832.
- Kumaran, D., Melo, H. L., & Duzel, E. (2012). The emergence and representation of knowledge about social and nonsocial hierarchies. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(3), 653–666.
- Lee, D. (2008). Game theory and neural basis of social decision making. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(4), 404–409.
- Levitan, L. C., & Visser, P. S. (2008). The impact of the social context on resistance to persuasion: Effortful versus effortless responses to counter-attitudinal information. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(4), 640–649.
- Li, J., Xiao, E., Houser, D., & Montague, P. R. (2009). Neural responses to sanction threats in two-party economic exchange. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(12), 16835–16840.
- Meier, L. L., Semmer, N. K., & Hupfeld, J. (2009). The impact of unfair treatment on depressive mood: The moderating role of self-esteem level and self-esteem instability. *Journal of Personality and Social Psychology*, 96(5), 643–652.
- Moretti, L., & di Pellegrino, G. (2010). Disgust selectively modulates reciprocal fairness in economic interactions. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(1), 169–180.
- Pettit, N. C., & Lount Jr, R. B. (2010). Looking down and ramping up: The impact of status differences on effort in intergroup contexts. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(1), 9–20.
- Rawls, J. (1957). I. Justice as Fairness. *Journal of Political Economy*, 65(3), 653–662.
- Rawls, J. (1985). Justice as fairness: Political not metaphysical. *Journal of Political Economy*, 93(3), 223–251.
- Rilling, J. K., & Sanfey, A. G. (2011). The neuroscience of social decision-making. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(1), 23–48.
- Ruff, C. C., Ugazio, G., & Fehr, E. (2013). Changing social norm compliance with noninvasive brain stimulation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 25(3), 482–484.
- Saez, I., Zhu, L., Set, E., Kayser, A., & Hsu, M. (2015). Dopamine modulates egalitarian behavior in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 27(7), 912–919.
- Sanfey, A. G. (2007). Social decision making: Insights from game theory and neuroscience. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(3), 598–602.
- Sanfey, A. G., Rilling, J. K., Aronson, J. A., Nystrom, L. E., & Cohen, J. D. (2003). The neural basis of economic decision-making in the ultimatum game. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(10), 1755–1758.
- Spitzer, M., Fischbacher, U., Herrnberger, B., Gron, G., & Fehr, E. (2007). The neural signature of social norm compliance. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(1), 185–196.
- Tabibnia, G., & Lieberman, M. D. (2007). Fairness and cooperation are rewarding: Evidence from social cognitive neuroscience. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(1), 90–101.
- Tricomi, E., Rangel, A., Camerer, C. F., & O’Doherty, J. P. (2010). Neural evidence for inequality-averse social preferences. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(7), 1089–1109.
- Van Dijk, E., & Vermunt, R. (2000). Strategy and fairness in social decision making: Sometimes it pays to be powerless. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(1), 1–25.
- Wu, Y., Hu, J., van Dijk, E., Leliveld, M. C., & Zhou, X. (2012). Brain activity in fairness consideration during asset distribution: Does the initial ownership play a role? *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(6), e39627.
- Wu, Y., Leliveld, M. C., & Zhou, X. (2011a). Social distance modulates recipient’s fairness consideration in the dictator game: An ERP Study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(1), 253–262.
- Wu, Y., Yu, H., Shen, B., Yu, R., Zhou, Z., Zhang, G., et al. (2014). Neural basis of increased costly norm enforcement under adversity. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 26(12), 1862–1871.
- Wu, Y., Zang, Y., Yuan, B., & Tian, X. (2015). Neural correlates of decision making after unfair treatment. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 27(7), 1144–1154.
- Wu, Y., & Zhou, X. (2009). The P300 and reward valence, magnitude, and expectancy in outcome evaluation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(1), 114–122.
- Wu, Y., Zhou, Y., van Dijk, E., Leliveld, M. C., & Zhou, X.

#\$\$!!&' ()*+,-. +*/0-1,2*3 -445+62 &1-,3 1520*3252 6* 4-,13522
 ,3 -2256 7,8,2,*39 : 3 ; <= 26>7? @,6A 6A5 >.6,-/6>/ B-/5(
 !"#\$\$%&'(&\$) *+, \$ - . **/(01.\$0.\$ DC ! " !)(
 E,-3BC F(C G*A153HC F(C I J *36-B>5C =(<(K\$%!' ' (L*/O>6-6,*3-
 2>&261-652 *4 3*1/2 -37 6A5,1 8,*.-6,*32 7>1,3B 2*+,-. 5M+A-3B5(
 23. 4/*"\$56 /7 - . **/(01.\$0.8 99 I'"' C !%OOP!!%Q(
 E,-*C ; (C R*>251C S(N\$%D' (; /*6,*3 5M01522,*3 ,3 A>/-3 0>3,2A-
 /536 &5A-8,*1(: "/0. ; 1\$<(/7 %3. -5%/ \$56 =0, ; .>? /7 @01-
 .\$.0.(/7 %3. A\$1% ; @% % (/7 =>. "10,8 BCD N\$%' C T""OQPTU%!(

V>C R(C R>C W(C R>C G(C X YA*>C E(N\$%!U' (FA5 8*,+5 *4 +*3-
 2+,53+59 Z5>1-. &-252 *4 ,36510512*3-. B>.,6 -37 +*/0532-6,*3(
 E/01,6 F/<\$1%G. , \$; =77. 0%G. H. **/(01.\$0.8 I C ! ! D%P!!DQ(
 V>C <(C L-.751C : (W(C J * & & 2C S(N\$%!U' ([851.-00,3B -37 7,26,3+6
 150152536-6,*32 *4 -78-36-B5*>2 -37 7,2-78-36-B5*>2 ,35\>-.6?(
 J*>,\$ K",1\$ L,MM1\$<8 9N I T' C "\$0%P""%!(
 YA*>C E(C I] >C V(N\$%!!' ()A-1,3B .2252 -37 2A-1,3B B-,329 ^3-
 +15-257 75/-37 4*1 4-,13522 >3751 -78512,6?(0/*"\$,6 /7 PQM."1-
 >.\$%6 E/01,6 R(?03/6/<?S TUC DQ\$PDDQ(

The Neural Basis of the Effects of Social Contexts on Fairness Perception and Fairness-Related Behaviors

YA*> E,-*.,3C R> W,5C =53B G>

(F.\$% " 7/" K",1\$, \$; F/<\$1%G. E01.\$0.(, \$; V.M,"%>.\$% /7 R(?03/6/<?8 R.W1\$< X\$1G."(1%28 K.1%1\$< ZCC[UZ)

Abstract

__-,13522 3*1/C -2 *35 *4 6A5 /*26 ,/O*16-36 2*+,-. 3*1/2 ,3 2*+,-. ,3651-+6,*3C ,2 @,75.? 2A-157 2536,/536
 -&*>6 @A-6 +*326,6>652 -001*01,-65 &5A-8,*1 >3751 205+,4,+ 2*+,-. +*365M62(' ,853 6A-6 2*+,-. +*365M62 0.-? +1,6,+-.
 1*.52 ,3 4-,13522 051+506,*3 -37 4-,13522P15.-657 &5A-8,*12C 6A5? A-85 &553 *35 *4 6A5 +5361-. 1525-1+A 6*O,+2 ,3
 2*+,-. -37 /*1-. 02?+A*.*B?(] ,6A 6A5 -78-3+52 ,3 35>1-. ,/-B,3B 65+A3*.*B?C 02?+A*.*B,262 -37 35>1*2+,536,262
 &5B,3 6* .**a /*15 +.*25.? ,36* 6A5 35>1-. &-2,2 *4 6A5 5445+62 *4 2*+,-. +*365M62 *3 4-,13522 051+506,*3 -37 4-,1-
 3522P15.-657 &5A-8,*12(R515 @5 158,5@ 6A5 4,37,3B2 *4 6A,2 61537 *4 1525-1+A -37 0*,36 *>6 2*/5 7,15+6,*32
 @A,+A @,.. 4>16A51 *>1 >375126-37,3B *4 4-,13522 3*1/C 3-/5.?C +*/&,3,3B +*/O>6-6,*3-. /*75.,3BC /*.5+>.-1 B5-
 356,+2C -37 35>1*2+,53+5 /56A*72 6* 1585-. 6A5 +*/O>6-6,*3-.C B5356,+ -37 35>1-. 01,3+,0.52 >3751.? ,3B 6A5 5445+62
 4 2+,-. +*365M62 *3 4-,13522 051+506,*3 -37 4-,13522P15.-657 &5A-8,*12(

Key words 2*+,-. +*365M62C 4-,13522 3*1/C 4-,13522 051+506,*3C 35>1-. &-2,2(