

催产素影响人类社会认知的性别差异*

岳 童^{1,2,3} 黄希庭^{2,3} 刘光远⁴

(¹西南大学数学博士后流动站; ²西南大学心理学与社会发展研究中心;
³西南大学心理学部; ⁴西南大学电子信息工程学院, 重庆 400715)

摘 要 越来越多的研究发现, 催产素在影响人类很多社会认知的过程中都表现出了性别差异, 如社会判断、社会趋避倾向、社会合作与竞争及两性关系的维持等方面。在神经水平上, 催产素引发的性别差异主要反映在杏仁核及奖赏系统的激活模式上。目前研究者主要从进化、激素水平及性别差异的累加效应等方面来对这种性别差异进行解释。今后需要更为准确的实验设计来对催产素在社会认知中所引发的性别差异进行重复验证, 在此基础上建立更为合理有效的理论模型, 并在临床应用中注意性别因素的影响。

关键词 催产素; 性别差异; 社会认知; 神经机制

分类号 B845

1 引言

催产素(oxytocin, OXT) 是一种由 9 个氨基酸构成的激素, 对人类的外周和中枢神经系统都具有调节作用(MacDonald & MacDonald, 2010)。它主要由下丘脑、室旁核和视上核合成, 通过垂体释放进入血液循环, 具有调节子宫收缩、促进乳液分泌并加速伤口愈合等功能。在中枢神经系统层面上, 催产素主要起着神经递质的作用, 它合成后会被释放到包括海马、杏仁核、纹状体等在内的边缘系统以及脑中, 进而对人类很多社会行为产生影响。近些年来, 催产素成为了社会认知研究领域的热点问题, 为研究者理解人类社会行为背后的生理机制提供了神经递质层面的视角。

随着鼻腔喷入法(可以使催产素分子通过血脑屏障, 进入中枢神经系统)被广泛应用于催产素作用的研究, 研究者可以主动地操纵中枢神经系统中的催产素含量, 进而能够与其考察的社会行为直接建立因果关系。使用这种外源性的干预方法,

大量的研究从各个方面报告了催产素对人类社会认知的重要调节作用。例如, 发现了催产素可以改变个体对面孔的注视模式(gaze pattern) (Gamer, Zurowski, & Büchel, 2010; Guastella, Mitchell, & Dadds, 2008), 选择性地调节社会性记忆(Rimmele, Hediger, Heinrichs, & Klaver, 2009; Savaskan, Ehrhardt, Schulz, Walter, & Schächinger, 2008), 促进基于社会性反馈的学习(Hu et al., 2015)、对他人的理解能力(mind-reading) (Domes, Heinrichs, Michel, Berger, & Herpertz, 2007)和情绪共情能力(emotional empathy) (Hurlemann et al., 2010), 增强对他人的信任(Baumgartner, Heinrichs, Vonlanthen, Fischbacher, & Fehr, 2008)和慷慨度(Zak, Stanton, & Ahmadi, 2007), 加强社会性互动 (Weisman, Zagoory-Sharon, & Feldman, 2012)等等。正因为催产素在人类社会认知过程中所起的作用, 它开始被应用于一系列精神疾病的治疗中, 如孤独症、社交焦虑症、抑郁症、强迫症和精神分裂症等, 并初步取得了一些令人瞩目的康复效果。

由于女性的生理周期可能会影响催产素的作用, 大多数得出上述结论的研究都选用男性作为被试。近些年来, 少量以女性为被试的研究却表明, 催产素在影响其社会认知上表现出了与男性被试不完全一致的结果 (Bakermans-Kranenburg & van IJzendoorn, 2013)。不仅如此, 在行为背后

收稿日期: 2016-12-12

* 第 60 批中国博士后科学基金面上项目(2016M602619)和西南大学心理学与社会发展研究中心重点项目(16SKB011)资助。

通讯作者: 黄希庭, E-mail: xthuang@swu.edu.cn

刘光远, E-mail: liugy@swu.edu.cn

的神经反应上,也在男女之间表现出了不尽相同的激活模式(Ma, Shamay-Tsoory, Han, & Zink, 2016)。这种差异的存在不仅使催产素研究得出结论的适用性受到挑战,也可能给其在临床实践上的应用带来很大的不确定性。那么,究竟为何催产素所引发的效应会表现出性别上的不同,这种差异背后的原因是什么,在临床实践中应当如何加以利用?这些问题都值得研究者重视并进行深入的探讨。因此,本文拟在前人一系列研究结论的基础上,首先介绍催产素所引发性别差异的具体行为表现及神经激活模式,然后讨论可能的理论解释,最后对今后的研究方向提出展望,以期对后续研究提供理论参考和思路启发。

2 行为表现

尽管在社会认知领域关于催产素的研究数量增长迅速,但真正在同一实验中比较其对男性和女性作用的研究却不多,所得出的结论也不尽相同。根据研究领域的不同,本文接下来将总结前人研究所得出的结论,讨论性别差异在催产素影响人类社会认知上的具体行为表现。

2.1 社会判断

无论对男性还是女性而言,在社会交往过程中对他人形成判断及评价都非常重要,这对于人们的社会互动过程起到了关键性的作用。然而,目前的研究结果发现,催产素在影响男性和女性的社会判断上的效应并不一致。

Hoge 等人(2014)探讨了催产素对社会情感判断的影响及其性别差异问题,他们将男女被试分为两组,采取双盲设计,分别鼻腔喷射 30IU 的催产素或安慰剂(生理盐水),然后进行了两个研究。在第一个研究中,他们采用了连续闪光抑制范式(continuous flash suppression paradigm)(在 CFS 中,被试第一只眼睛被给予静态刺激,例如示意性面孔,而在第二只眼睛呈现一系列快速变化的刺激,结果是静态刺激被第二只眼睛中呈现的刺激有意识地抑制)并在其中内隐呈现一系列情绪刺激,之后让被试对其中的中性面孔在“竞争性”、“可信性”及“温暖性”这几个维度上进行评价。在第二个研究中,被试首先通过一个谣言学习过程(gossip learning procedure)将某个中性面孔与某些情感行为相关联,之后再让被试对这些面孔做情感评价。结果在两个任务中都发现了催产素效应的性

别差异:相比于安慰剂组,男性在施加催产素后会将中性面孔评价的更为消极,而女性则将中性面孔评价的更为积极。另外,在 Gao 等人(2016)研究中,通过操纵语言情境的情绪效价(正性的一称赞/负性的一指责)和社会性(社会性的一对人/非社会性的一对物),比较催产素组和安慰剂组男女被试在观看了搭配有不同语言描述的中性面孔后对目标人物的喜欢程度,进而考察语言情境如何影响情感性社会评价及性别差异。结果发现,情感性社会评价显著的受到药物处理与被试性别的交互效应影响。具体来讲,催产素对情感性社会评价的调节因被试性别不同而存在差异:相对于安慰剂组,催产素显著提高了女性被试对面孔的喜欢度评价,而在男性被试上催产素的作用呈现出相反的趋势。也就是说,使用催产素后,男性被试对面孔的喜欢度显著低于女性被试,但这种性别差异并不存在于安慰剂组。

2.2 社会趋避倾向

社会交往中的趋近和回避行为被视为在建立和维持人际关系中起到关键性作用的因素(Baumeister & Leary, 1995)。心理学家认为,这类趋近或回避行为为反应与动机系统密切相关,在评价情境的危险性和自身行为倾向的适当性中作用巨大。在男性被试中,研究发现催产素可以提高他们面对威胁性信息时的趋近动机。例如,在 Radke, Roelofs 和 de Bruijn (2013)中,使用了摇杆任务(joystick task)(一般将趋避反应定义为外显的手臂动作,如定义手臂弯曲为趋近,而将手臂伸展为回避)探讨男性被试对愉悦和愤怒面孔所做出的趋避反应是如何受催产素所影响的。结果发现,在安慰剂组中,愉悦面孔引发了男性被试的趋近行为,而愤怒面孔则诱发了显著的回避行为;然而,在催产素组中,愉悦和愤怒面孔都引发了个体的趋近行为倾向。

然而,在催产素影响趋避倾向的研究中,由女性被试所得出的结果与男性被试却不尽相同。例如,当 Preckel, Scheele, Kendrick, Maier 和 Hurlmann (2014)用止步距离范式(stop-distance paradigm)(即让被试站立不动,主试逐渐靠近被试,被试用言语指出能使其保持舒适个人空间的人际距离,或者当被试主动接近主试时,若觉得已达到适宜的人际距离时便止步不前)和趋避任务任务(approach-avoidance task)(同摇杆任务)探讨催产素对女性被试趋避动机的影响时,发现催产素使她们在面对

社会情境相比于安慰剂组表现出更强的趋近行为倾向,而且在积极的社会情境下尤甚。与之前采用男性被试所得出的结论相比较,作者进一步认为,催产素影响个体趋避行为上的性别差异可能表现为:对于男性而言,即使在负性和压力环境下,它也可以引发男性的趋近动机;而在女性被试中,仅仅在安全的社会情境中可以引发其趋近动机。不过,由于该研究选取的均是女性被试,出现这样的结果很难排除是样本差异或系统误差所造成的。事实上,的确有研究者同时采用两性被试,但是没有在该问题上发现性别差异。例如, Theodoridou, Penton-Voak 和 Rowe (2013)使用情绪表情材料让被试完成趋避任务时发现,虽然催产素组的女性完成推拉杆的反应时显著的快于男性(安慰剂组没有显著的性别差异),但不论是催产素组还是安慰剂组,男性被试和女性被试都表现出了一致的行为模式,即趋近积极情绪而回避消极情绪。然而,这也有可能是因为情绪面孔图片没有明显的背景信息,无法使被试置身于情绪场景内所致。对于该问题,今后可能需要更多的研究进行进一步的探讨,以得出确定性的研究结论。

2.3 社会合作与竞争

合作与竞争是人类群体活动中的两大主题,它们共同促进了人类社会的进化与发展。已有研究结果发现,催产素不仅在这个过程中起到了非常重要的作用,而且还表现出了与性别的交互作用。

例如, Fischer-Shofty, Levkovitz 和 Shamay-Tsoory (2013)让男女被试完成人际知觉任务(Interspersonal Perception Task),该任务主要是用来评估社会判断的准确性,需要被试在描述人际交往的视频片段中确定人际关系,视频判断被分为三种,分别表达亲情、亲密和竞争关系。研究结果表明,施用催产素后在总体上可以提高两性在社会交流过程中的知觉准确性。不仅如此,催产素的影响效应还在不同性别中表现出了不同,即选择性的提高了女性对亲情关系的识别准确率,但促进了男性对竞争关系识别的准确率。这在很大程度上说明,催产素增加了女性对关系情境的敏感性,而提高了男性对竞争情境的敏感性。Scheele 等人(2014)也验证了类似的研究结论,他们主要考察了催产素影响个体道德判断上的性别差异。结果发现,给男性被试施加催产素后引发了他们更强的自我加工偏向,其证据不仅来自于对厌恶社会刺激的神

经信号指标,也来自于道德两难问题的行为反应倾向,进而从总体上说明催产素可能会使男性做出更多的自私决策。然而,对女性被试施加催产素后,她们在道德两难问题中进行接受和拒绝选择的反应时相比于安慰剂组有显著提高,出现更多的压抑自我中心的想法,并表现的更为关注他人的利益,即更多的利他主义倾向。由此可以推知,催产素可能提高了消极信息在男性中的凸显性,这使得他们自我关注水平提高,表现出更强的竞争性,从而进一步提升了自已及其家族的生存率;而对于女性而言,催产素提高的利他主义可能使其更倾向于与他人进行合作,进而促进了团队内的和谐关系。

2.4 两性关系的维持

维持两性之间的亲密关系是个体社会生活中的一个重要方面,在此过程中出现冲突是不可避免的。研究发现,在两性亲密关系的冲突中,女性往往有很多的需求行为,男性有更多的退缩行为(Bodenmann, Kaiser, Hahlweg, & Fehm-Wolfsdorf, 1998; Christensen & Heavey, 1990),这可能是导致关系满意度降低的重要原因。而研究发现,催产素有助于两性亲密关系的维持,但在具体的影响策略上可能会表现出性别差异。

Ditzen 等人(2013)对此问题进行了考察,他们召集了47对伴侣作为被试,并在实验中营造伴侣冲突的情境。结果发现,相比于安慰剂组的被试,施加催产素后男性的唾液 α -淀粉酶(salivary alpha-amylase, sAA)有了显著性的提高,并伴随着更高的情绪唤起水平及更多的积极行为;而女性被试这一生理指标却有了明显的降低,在行为指标上也没有显著性的变化。sAA一般被认为被认为是自主神经系统(autonomic nervous system, ANS)及交感神经系统(sympathetic nervous system, SNS)活动强度的间接指标(Ehlert, Erni, Heibisch, & Nater, 2006)。由此作者认为,在关系冲突情境中,降低女性的情绪唤起,提高男性的情绪唤起并伴随着更多的积极行为可能有助于伴侣克服需求/退缩模式,从而在长期关系中改善关系满意度。

总之,目前的研究结果似乎表明,在两性关系的维持过程中,催产素可能使得女性更加谨慎和被动,而使得男性的行为更加主动和积极。但是由于目前这一领域的相关研究较少,结论是否如此还需要进一步研究证据的支持。

2.5 小结

从行为表现上来看,催产素在对很多人类社会认知的影响上均会表现出性别差异,例如社会判断、社会趋避倾向、社会合作与竞争及其两性关系的维持等。虽然目前尚没有研究者对这种性别差异的具体表现进行过论述,但是从前文所介绍的结果来看,催产素影响人类社会认知的性别差异主要表现为:(1)对于男性而言,催产素可以使得他们在社会互动过程中表现出更强的竞争性并能有效促进其应对具有威胁性的社会情境;对于女性而言,催产素提高了她们对积极情绪信息的敏感度,使之在社会互动中表现出更强的合作性和利他性。(2)在两性关系的维持中,催产素可能使得男性更加主动和积极,但使得女性更加谨慎和被动。

综上所述,通过已有的研究结果,本文从行为层面总结出了催产素影响人类社会认知性别差异的具体表现。随着脑成像技术的发展和认知神经科学的兴起,研究者可以更为直观的探讨催产素影响人类社会行为背后的神经机制问题,这也为研究者理解由催产素所导致的性别差异问题提供了更为深入的视角。在此背景下,本文接下来将从神经层面对这一问题进行更进一步的探讨。

3 神经机制

前人大量研究发现,催产素对个体社会认知的影响可能主要是通过调节杏仁核和奖赏系统的激活模式来实现的。具体而言,催产素可以弱化面对消极情绪信息时的杏仁核反应,提高它与情绪管理相关脑区功能连接,并能加强奖赏系统相关脑区的活动,以此来帮助个体管理消极情绪,增加社会互动过程中的愉悦体验,并提高社会信息的凸显性(Ma et al., 2016)。那么,性别差异在催产素影响社会认知的神经活动上是如何反映的呢?针对这一问题,本文接下来将从杏仁核和奖赏系统两个方面分别展开论述。

3.1 杏仁核

杏仁核是情绪学习和记忆的重要结构,在处理情感和社会等相关信息中起重要作用。研究表明,杏仁核是负责识别刺激的潜在危险和威胁(特别是负性表情)的主要结构(Adolphs, Tranel, & Damasio, 1998);也是参与心理理论(theory of mind, TOM)加工的重要脑区(Fine, Lumsden, & Blair, 2001);对于

面孔以外的刺激所传达的社会信息的识别,杏仁核的作用也至关重要(Adolphs, 1999)。

在动物实验中,研究者发现催产素可以调节负面情绪,特别是在应对焦虑和压力反应(Amico, Mantella, Vollmer, & Li, 2004; Ring et al., 2006; Windle et al., 2004)。在对人类的研究中,研究者最早在男性被试身上发现了催产素的影响。他们发现,男性被试在催产素的作用下,面对消极情绪面孔[如恐惧(Domes, Heinrichs, Gläscher, Büchel, Braus, & Herpertz, 2007; Sauer, Montag, Reuter, & Kirsch, 2013),愤怒(Kanat, Heinrichs, Schwarzwald, & Domes, 2015)和悲伤(Labuschagne et al., 2011)等]、厌恶的情境(Rupp et al., 2014; Striepens et al., 2012),条件性恐惧(Petrovic, Kalisch, Singer, & Dolan, 2008)及身体疼痛情境(Zunhammer, Geis, Busch, Greenlee, & Eichhammer, 2015)时杏仁核的活动水平相比于安慰剂组有了显著的降低。即使在消极的社会互动中,如社会信任背叛(Baumgartner et al., 2008),想象伴侣的不忠(Preckel et al., 2014),听婴儿的哭泣(Riem et al., 2011),经历社会评价威胁(Grimm et al., 2014)及看别人疼痛(Bos, Montoya, Hermans, Keyers, & van Honk, 2015)等,脑功能的研究结果也显示,催产素可以减弱男性被试杏仁核的活动水平。功能连接的研究结果还进一步发现,催产素可以提高杏仁核和默认网络(Default Mode Network, DMN),如脑岛和尾状核之间的功能连接强度(Hu et al., 2015; Rilling et al., 2012),这可能与社会学习(Hu et al., 2015)及对社会刺激的注意指向提高有关(Shamay-Tsoory & Abu-Akel, 2016)。总之,对于男性而言,催产素可以通过弱化杏仁核的活动或加强其与其他脑区的功能连接,这可能可以减少对威胁性情绪线索的警觉,进而增加社会互动,提高男性的社会适应性。

然而,当实验中的研究对象采用女性被试时,在对杏仁核的作用上出现了与男性被试不完全一致的结果。例如,Domes等人(2010)最先研究了女性群体对情绪面孔的杏仁核反应,在实验中呈现情绪面孔和中性面孔,并运用fMRI进行分析。结果发现,催产素提高了被试左侧杏仁核、梭状回和颞上回(superior temporal gyrus)对恐惧面孔的反应。随后,Bertsch等人(2013)也发现,当女性被试注视恐惧面孔的眼睛时,杏仁核区域的活动增加。这些研究结果说明,催产素可能通过增强

杏仁核的活动,使女性被试可以对威胁性情绪刺激保持高度警惕,以作出相应的防御行为,这一点与之前以男性为被试所得出的结论是相反的。同样,在更为复杂的社会互动情境中,研究者也发现了催产素影响杏仁核活动的性别差异。例如, Gao 等人(2016)的研究发现,与情感性社会评价高度相关的左侧杏仁核的激活在负性与正性社会性语言情境对比条件中呈现出催产素与性别的交互效应。具体而言,与安慰剂组相比,催产素显著增强了男性被试其杏仁核对消极社会性语言情境的反应;相反,它增强了女性被试的杏仁核对积极社会性语言情境的反应。这说明,催产素很可能通过调节杏仁核的活动使男性对指责他人者更警觉,相反使女性对赞美他人者更敏感,最终可能使社会交往中的男性倾向于远离指责他人者,而使得女性则倾向于趋近称赞他人者。

3.2 奖赏系统

通过综合很多愉悦或奖赏加工的神经机制研究发现,人脑中存在奖赏系统,在人类加工性刺激、愉悦面孔、音乐等积极刺激时发挥着重要的作用。Sescousse, Caldú, Segura 和 Dreher (2013)对人类成像研究的元分析发现奖赏加工的主要脑区有:腹侧纹状体、前脑岛、背中部丘脑、杏仁核、腹正中前额皮层扩展到上部前扣带皮层,其中双边腹侧纹状体和右前眶额皮层是金钱奖赏加工的特异性脑区。

动物研究发现,催产素与奖赏神经环路存在紧密的联系,特别是在对腹侧纹状体的影响上(D'Cunha, King, Fleming & Lévy, 2011; Keebaugh & Young, 2011; Shahrokh, Zhang, Diorio, Gratton, & Meaney, 2010)。例如,催产素可以提高老鼠奖赏相关脑区的多巴胺信号指标,而后者与老鼠的母性行为高度相关(Shahrokh et al. 2010)。在以人类男性为被试的大量研究结果也表明,催产素也可以提高他们在社会互动中奖赏系统的激活水平。例如, Scheele 等人(2013)在成人男性被试中探讨了催产素对人际触摸的影响,他们在实验中通过操作使被试在接受核磁扫描时相信自己在接受同性或异性的抚摸。结果发现,当被试相信自己被异性抚摸时,脑岛、楔前叶、前扣带回膝部、眶额皮质等大脑奖赏系统的活动在施加催产素之后有了显著的提高。同样,也有研究发现了当男性被试观看积极的社会刺激[如愉悦面孔(Domes

et al., 2010; Gamer et al., 2010)或伴侣及自己孩子的图片(Scheele et al., 2013; Wittfoth-Schardt et al., 2012)]或参与积极的社会互动(Rilling et al., 2012)时给其施加催产素,其奖赏系统的其他脑区,如腹侧被盖区、壳核、尾状核、伏隔核及中脑也有显著的增强。这些研究结果表明,催产素可能提高了社会互动中的奖赏价值,使得男性有更强的动机去参与到社会互动中,从而增强人际联系并稳固社会关系。

然而,从目前的研究结果来看,当催产素施用于女性被试时,它对奖赏系统的作用效果与以男性为研究对象所得出的结论并不完全一致。一些研究结果发现,催产素并没有提高女性在社会互动过程中奖赏系统的活动水平。例如,在 Feng 等人(2015)的研究中采用了双盲设计,在囚徒困境游戏(Prisoner's Dilemma Game)(研究合作行为的经典范式,每个回合一方被试可以选择合作或者背叛,下一回合则由另一方做出选择)中分别让催产素组和安慰剂组的男女被试与同性别的伙伴进行博弈。结果发现,在对互惠合作的神经反应上,催产素的影响效果表现出了显著的性别差异:它提高了男性被试壳核/尾状核的神经活动,但是在女性被试群体中这些脑区的活动却有了显著的降低。也就是说,在男性被试中,催产素可能提高了对积极社会互动的奖赏或愉悦水平,而降低了女性被试的奖赏水平。在 Rilling 等人(2014)的研究中也发现了类似的结论,即在囚徒困境游戏中催产素提高了男性被试尾状核等奖赏系统脑区的活动,但是对女性被试相关脑区没有显著性的影响。不过,也有结果发现了与以男性为被试相一致的研究结论。例如,在 Riem 等人(2012)的研究中,分别让催产素组和安慰剂组的女性被试听婴儿的笑声,然后扫描她们的大脑活动。结果发现,相比于安慰剂组的被试,催产素组的被试在杏仁核与内侧眶额皮质及前扣带回之间的功能连接强度,表明催产素提高了女性对婴儿笑声的愉悦水平,可以使其在与婴儿交互过程中获得更多的奖赏体验。在 Gregory, Cheng, Rupp, Sengelaub 和 Heiman (2015)的研究中也发现,无论是给未经生产的女性还是产后妇女施加催产素,相比于安慰剂的被试,她们在听到婴儿哭泣或看到性感的刺激时,其腹侧被盖区及伏隔核等奖赏系统的脑区都得到了显著性的激活。

针对上述研究结果,本文猜想,之所以在催产素影响女性奖赏系统的研究中没有得出一致性的研究结论,可能与实验范式有关。博弈游戏可能代表了一种高竞争性的社会情境,这在很大程度上压抑了女性对奖赏刺激的反应,而男性则更适应需要竞争的环境。而在仅仅给女性呈现单纯的能带来愉悦感受的社会刺激时,催产素仍然能显著提升奖赏系统的激活水平,表现了其与影响男性被试一致的效果。总之,未来可能还需要更多的研究来探讨催产素在影响个体社会互动过程中在奖赏系统活动上所表现出的性别差异。

3.3 小结

综上所述,在神经活动水平上,催产素影响人类社会认知的性别差异主要体现杏仁核和奖赏系统的活动上。具体而言:(1)对于男性而言,催产素可以弱化杏仁核在威胁性情境下的活动或加强其与其他脑区的功能连接,这可能有助于男性更好的应对危险的情境;对于女性而言,催产素可以增强杏仁核的活动,这可能使女性可以对威胁性情绪刺激保持高度警惕。(2)催产素可以使得男性在竞争环境下对奖赏刺激更为敏感,但可能抑制了女性在这种社会情境下奖赏系统的激活水平。

在杏仁核和奖赏系统上由催产素所引发的性别差异在一定程度上可以解释前文所述的行为表现。例如,催产素对男性威胁情境下杏仁核的弱化作用可以解释为何他们在行为层面上更能积极应对消极情绪信息,而在竞争情境下对奖赏系统的增强作用可能解释了对男性竞争性的提升效用;催产素在威胁情境下对女性杏仁核的增强作用可能印证了她们在趋近行为倾向上的保守性。然而,由于目前研究相对较少,很难将行为表现和神经机制完全对应起来,未来研究中在这一方面还需要进一步扩展。

4 理论解释

那么,应当如何来理解催产素影响在人类社会认知加工上所表现出性别差异呢?到目前为止,目前还研究者还没有得出一致性的结论。本文将在已有研究基础上,尝试从不同的角度给出解释,并给出相应的评述。

4.1 进化功能的不同

从进化的观点来看,催产素影响人类社会认知的性别差异可能是具有适应价值的。最近, Ma

等(2016)提出了一个催产素影响人类社会认知的社会适应模型(Social Adaptation Model),认为催产素使得人类行为向最具有社会适应的方向偏转。然而,对于不同性别的个体来说,具有社会适应价值的行为表现本身便存在不同。而一般来说,在进化过程中,男性要面对更高水平的同性竞争,偏爱风险行为及为地位争斗,而女性则更加小心,将更多的注意放在后代的抚育上(Buss & Shackelford, 1997)。因此,催产素作用于男性和女性的社会认知及行为上时,为了更好地适应不同性别的社会功能,在作用效果上便可能存在差异。例如,对男性而言,通过催产素减轻对社会威胁的恐惧感(可能是通过杏仁核活动的减弱而实现的),可以帮助他们有效应对与其他男性的竞争;对于女性而言,对社会威胁信息保持更高水平敏感性(与杏仁核的活动水平提高有关)可以使得她们有效避免可能的危险,提高后代的存活率(Campbell, 1999)。

然而,从进化的观点解释催产素所引发的性别差异在理论方面也存在一定的问题,即存在循环论证之嫌:一方面通过已存在的现象来推断人类祖先所处的生存适应环境,另一方面又用所推断的环境来论证人的心理机制的存在。这种循环论证可能会导致一些无法证实的假设,研究者只能通过现象来推测可能的原因,对于理解现象背后的机制问题,还是远远不够的。

4.2 激素水平的差异

有研究者认为,催产素对人类社会认知的影响之所以会出现性别差异,可能与男女性体内的性激素不同有关。动物研究发现,催产素系统会受到性激素的影响(Champagne, Diorio, Sharma, & Meaney, 2001; Gabor, Phan, Clipperton-Allen, Kavaliers, & Choleris, 2012; McCarthy, 1995):雌激素会促进催产素的产生(Patisaul, Scordalakes, Young, & Rissman, 2003; Choleris, Devidze, Kavaliers, & Pfaff, 2008),而睾酮(典型的雄性激素)在催产素上则会产生很多相反的影响(Neumann & Landgraf, 2012)。在人类被试中,研究者也发现了类似的作用。对于女性而言,雌二醇(estradiol)和孕酮(progesterone)等性激素都会影响催产素与其受体的结合(Choleris, Devidze, Kavaliers, & Pfaff, 2008; Gimpl, Wiegand, Burger, & Fahrenholz, 2002),特别是雌二醇提高了催产素受体的亲和力(affinity)(受体与配体结合的能力)而孕酮降低了受体结合(receptor binding)。不仅如此,雌二

醇和孕酮对很多人类社会认知的影响趋势与催产素都是一致的。例如,研究发现雌二醇和孕酮的提高都会增强女性对威胁信息的知觉能力(Conway et al., 2007; Pearson & Lewis, 2005)。而对于男性而言,睾酮的影响似乎会与催产素引发的亲社会行为倾向产生冲突:如降低人际信任、慷慨、共情(Bos, Terburg, & van Honk, 2010; van Honk & Schutter, 2007; Zak et al., 2009)等等。可能正是由于男女之间性激素的不同,导致了催产素在影响人类很多社会认知的表现上也会出现性别差异。然而,目前尚没有系统的研究来支持这一理论解释,因此可能也是今后的研究者需要进一步加强的方向所在。

4.3 性别差异的累积效应

有研究者认为,在内源性催产素的释放水平上本身就存在性别差异,女性在脑脊液(cerebrospinal fluid, CSF)中有更高水平的催产素浓度(Altemus et al., 1999)。在探讨外源性催产素对社会认知影响的时候,累加起来的催产素差异可能是导致结果不一致的重要原因(Feng et al., 2015)。具体而言,催产素水平的高低与相应大脑神经活动之间的关系可能呈一种倒u型的曲线:男性本身便偏低,因此施加外源性催产素时可以使得大脑中的催产素水平达到最大值,从而对社会认知行为达到一定的效果;而对女性施加催产素后可能使大脑中激素水平达到峰值后反而降低了大脑的活动,进而导致了与男性不一致的行为结果。最近的研究结果似乎支持了这一假设:在Cardoso, Ellenbogen, Orlando, Bacon和Joober(2013)的研究中,给男性施加了24 IU的催产素鼻喷剂后,发现其减轻了被试对生理应激的皮质醇反应,提高了自传体记忆的提取能力,促进了与积极感受有关的社会归属记忆的提取,但是当对男性被试施加的量达到48IU时,在上述表现上相比于安慰剂组便没有显著性的差异了。换言之,持这种观点的研究者认为,催产素对大脑活动影响的效果在一定范围内是一致的,但超出这一范围内可能会产生不同的效果,而性别差异的产生正是由于外源性催产素的施加导致男女体内原本便不同的催产素水平进一步累加造成的结果。这也就是说,施加催产素所导致的社会认知方面的性别差异可能是由男女催产素含量的量变而非质变所导致的。不过,由于目前大部分研究没有在实验前测量男女固有的催产素水平,因此这种理论还需要

今后研究的进一步验证。

5 小结与展望

综上所述,有大量的研究结果发现,催产素在影响人类很多社会认知行为上存在着性别差异。在神经水平上,催产素对男女不同的影响主要体现在杏仁核和奖赏系统的激活模式上。目前研究者主要从进化、激素水平及性别差异的累加效应等方面来解释催产素影响社会认知的性别差异。综合前人的研究结果来看,可能仍存在问题需要做更进一步的研究和讨论,具体表现如下。

首先,今后需要更为准确的实验设计来对催产素在社会认知中引发的性别差异进行重复验证。从目前的研究结果上来看,在社会认知研究领域,几乎所有涉及不同性别被试的催产素研究都发现了性别差异的存在,但是结论并不统一。从行为结果上来看,催产素似乎在总体上提升了男性在社会情境中的竞争性,增强了女性的亲社会性,但是也有研究发现不一致的影响效果;在神经水平上来看,催产素影响社会认知的性别差异可能主要表现在杏仁核和奖赏系统的不同激活模式上,但具体的神经机制目前仍缺乏统一性的结果。究竟催产素会给人类的社会认知带来何种性别差异,要得出科学的研究结论,可能还需要在今后的研究中采用更为准确的实验设计来进行重复验证。有几个问题可能需要特别注意。第一,目前大部分研究似乎都缺乏先验概率的说明,即在不施加催产素的情况下,男性与女性的固有差异是怎样的。因此,今后可能需要测量男女在无施加催产素时的基线行为,并在贝叶斯定律下对结果进行谨慎考察。第二,男女性别间催产素的先天含量可能不同,如何避免本身的含量对结果的影响也是需要重点考虑的问题,因此可能需要事先测量男女催产素的基线水平。第三,目前的结论大多出自单篇的文章,缺乏重复性的证据或验证,今后需要更多的研究进一步的检验,以避免个体差异或系统误差的影响。

其次,目前还缺乏一种有效的理论或模型能合理解释催产素与性别之间的交互作用。从进化适应的角度可以为我们理解催产素引发的性别差异提供一种事后解释,但是难以回答为什么会带来这种差异。我们认为,在今后的研究中,还是应当通过较为严格的实验操纵,以建立更为科学的

理论或模型来解释这一问题。前人研究提出的两种理论解释均可进行进一步的挖掘和发展。例如,研究发现女性体内雌性激素浓度较高,会影响催产素与其受体的结合(Choleris et al., 2008; Gimpl et al., 2002),其可能是催产素作用表现出性别差异的主要原因之一。因此,在将来的研究中可以更为详尽的探讨生殖激素的作用,例如在不同的生理期内考察其与男性之间的差异。另外,也有研究假设催产素的高低水平与人类社会认知活动并非呈线性关系,而在施加外源性催产素的实验中男女催产素水平的差异导致了其认知加工上的不同。因此,未来可以通过实验前测量男女催产素水平的固有差异,实验中操控催产素的施用量来考察其与社会行为之间的具体关系,并进一步解释性别差异产生的原因。

最后,在催产素的临床应用上应当考虑性别差异的影响。目前,研究者也正试图将催产素的亲社会属性应用于治疗各类精神疾病上,如孤独症、社交焦虑症、抑郁症以及强迫症等,并在临床上取得了一些初步性的治疗效果(刘金婷,蔡强,王若菡,吴茵,2011)。但是,考虑到本文所论述的性别差异的存在,今后在推广催产素在临床上的治疗效果时应当更加谨慎。例如,Angelova, Petrova 和 Vladimirov (2014)以男性为研究被试得出的结论发现,催产素可能减少杏仁核对威胁性线索的加工,抑制从杏仁核到脑干区域调节恐惧反应的兴奋流,其目的是减少社交焦虑。这表现了催产素抗焦虑特性的神经机制。然而,已有的研究结果却发现催产素会提高女性面对威胁性线索时杏仁核的活动(Bertsch et al., 2013; Domes et al., 2010),这是否说明在女性社会焦虑群体中催产素会加剧她们的焦虑水平?目前还不得而知,因此在相关领域中都需要进行充分的基础研究后再进行临床应用上的推广。

参考文献

- 刘金婷, 蔡强, 王若菡, 吴茵. (2011). 催产素与人类社会行为. *心理科学进展*, 19, 1480–1492.
- Adolphs, R. (1999). Social cognition and the human brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 3, 469–479.
- Adolphs, R., Tranel, D., & Damasio, A. R. (1998). The human amygdala in social judgment. *Nature*, 393, 470–474.
- Altemus, M., Jacobson, K. R., Debellis, M., Kling, M., Pigott, T., Murphy, D. L., & Gold, P. W. (1999). Normal CSF oxytocin and NPY levels in OCD. *Biological Psychiatry*, 45, 931–933.
- Amico, J. A., Mantella, R. C., Vollmer, R. R., & Li, X. (2004). Anxiety and stress responses in female oxytocin deficient mice. *Journal of Neuroendocrinology*, 16, 319–324.
- Angelova, P., Petrova, E., & Vladimirov, T. (2014). Effects of oxytocin in humans: Impact on the basic psychological processes of cognition, emotions and behavior. Role for the autonomic functions. *Psychological Research*, 16, 121–132.
- Bakermans-Kranenburg, M. J., & van IJzendoorn, M. H. (2013). Sniffing around oxytocin: Review and meta-analyses of trials in healthy and clinical groups with implications for pharmacotherapy. *Translational Psychiatry*, 3, e258, doi: 10.1038/tp.2013.34.
- Baumeister, R. F., & Leary, M. R. (1995). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin*, 117, 497–529, doi: 10.1037/0033-2909.117.3.497.
- Baumgartner, T., Heinrichs, M., Vonlanthen, A., Fischbacher, U., & Fehr, E. (2008). Oxytocin shapes the neural circuitry of trust and trust adaptation in humans. *Neuron*, 58, 639–650, doi: 10.1016/j.neuron.2008.04.009.
- Bertsch, K., Gamer, M., Schmidt, B., Schmidinger, I., Walther, S., Kästel, T., ... Herpertz, S. C. (2013). Oxytocin and reduction of social threat hypersensitivity in women with borderline personality disorder. *The American Journal of Psychiatry*, 170, 1169–1177.
- Bodenmann, G., Kaiser, A., Hahlweg, K., & Fehm-Wolfsdorf, G. (1998). Communication patterns during marital conflict: A cross-cultural replication. *Personal Relationships*, 5, 343–356.
- Bos, P. A., Montoya, E. R., Hermans, E. J., Keyesers, C., & van Honk, J. (2015). Oxytocin reduces neural activity in the pain circuitry when seeing pain in others. *NeuroImage*, 113, 217–224.
- Bos, P. A., Terburg, D., & van Honk, J. (2010). Testosterone decreases trust in socially naive humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107, 9991–9995.
- Buss, D. M., & Shackelford, T. K. (1997). Human aggression in evolutionary psychological perspective. *Clinical Psychology Review*, 17, 605–619.
- Campbell, A. (1999). Staying alive: Evolution, culture, and women's intrasexual aggression. *Behavioral and Brain Science*, 22, 203–214.
- Cardoso, C., Ellenbogen, M. A., Orlando, M. A., Bacon, S. L., & Joob, R. (2013). Intranasal oxytocin attenuates the cortisol response to physical stress: A dose-response study.

- Psychoneuroendocrinology*, 38, 399–407.
- Champagne, F. A., Dorio, J., Sharma, S., & Meaney, M. J. (2001). Naturally occurring variations in maternal behavior in the rat are associated with differences in estrogen-inducible central oxytocin receptors. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98, 12736–12741.
- Choleris, E., Devidze, N., Kavaliers, M., & Pfaff, D. W. (2008). Steroidal/neuropeptide interactions in hypothalamus and amygdala related to social anxiety. *Progress in Brain Research*, 170, 291–303.
- Christensen, A., & Heavey, C. L. (1990). Gender and social structure in the demand/withdraw pattern of marital conflict. *Journal of Personality and Social Psychology*, 59, 73–81.
- Conway, C. A., Jones, B. C., DeBruine, L. M., Welling, L. L. M., Law Smith, M. J., Perrett, D. I., ... Al-Dujaili, E. A. S. (2007). Salience of emotional displays of danger and contagion in faces is enhanced when progesterone levels are raised. *Hormones and Behavior*, 51, 202–206.
- D'Cunha, T. M., King, S. J., Fleming, A. S., & Lévy, F. (2011). Oxytocin receptors in the nucleus accumbens shell are involved in the consolidation of maternal memory in postpartum rats. *Hormones and Behavior*, 59, 14–21.
- Ditzen, B., Nater, U. M., Schaer, M., La Marca, R., Bodenmann, G., Ehlert, U., & Heinrichs, M. (2013). Sex-specific effects of intranasal oxytocin on autonomic nervous system and emotional responses to couple conflict. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 8, 897–902.
- Domes, G., Heinrichs, M., Gläscher, J., Büchel, C., Braus, D. F., & Herpertz, S. C. (2007). Oxytocin attenuates amygdala responses to emotional faces regardless of valence. *Biological Psychiatry*, 62, 1187–1190.
- Domes, G., Heinrichs, M., Michel, A., Berger, C., & Herpertz, S. C. (2007). Oxytocin improves "mind-reading" in humans. *Biological Psychiatry*, 61, 731–733.
- Domes, G., Lischke, A., Berger, C., Grossmann, A., Hauenstein, K., Heinrichs, M., & Herpertz, S. C. (2010). Effects of intranasal oxytocin on emotional face processing in women. *Psychoneuroendocrinology*, 35, 83–93.
- Ehlert, U., Erni, K., Heibisch, G., & Nater, U. (2006). Salivary α -amylase levels after yohimbine challenge in healthy men. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 91, 5130–5133, doi: 10.1210/jc.2006-0461.
- Feng, C. L., Hackett, P. D., DeMarco, A. C., Chen, X., Stair, S., Haroon, E., ... Rilling, J. K. (2015). Oxytocin and vasopressin effects on the neural response to social cooperation are modulated by sex in humans. *Brain Imaging and Behavior*, 9, 754–764.
- Fine, C., Lumsden, J., & Blair, R. J. R. (2001). Dissociation between 'theory of mind' and executive functions in a patient with early left amygdala damage. *Brain*, 124, 287–298.
- Fischer-Shofty, M., Levkovitz, Y., & Shamay-Tsoory, S. G. (2013). Oxytocin facilitates accurate perception of competition in men and kinship in women. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 8, 313–317, doi: 10.1093/scan/nsr100.
- Gabor, C. S., Phan, A., Clipperton-Allen, A. E., Kavaliers, M., & Choleris, E. (2012). Interplay of oxytocin, vasopressin, and sex hormones in the regulation of social recognition. *Behavioral Neuroscience*, 126, 97–109.
- Gamer, M., Zurowski, B., & Büchel, C. (2010). Different amygdala subregions mediate valence-related and attentional effects of oxytocin in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107, 9400–9405.
- Gao, S., Becker, B., Luo, L. Z., Geng, Y. Y., Zhao, W. H., Yin, Y., ... Kendrick, K. M. (2016). Oxytocin, the peptide that bonds the sexes also divides them. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113, 7650–7654.
- Gimpl, G., Wiegand, V., Burger, K., & Fahrenholz, F. (2002). Cholesterol and steroid hormones: Modulators of oxytocin receptor function. *Progress in Brain Research*, 139, 43–55.
- Gregory, R., Cheng, H., Rupp, H. A., Sengelaub, D. R., & Heiman, J. R. (2015). Oxytocin increases VTA activation to infant and sexual stimuli in nulliparous and postpartum women. *Hormones and Behavior*, 69, 82–88.
- Grimm, S., Pestke, K., Feeser, M., Aust, S., Weigand, A., Wang, J., ... Bajbouj, M. (2014). Early life stress modulates oxytocin effects on limbic system during acute psychosocial stress. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9, 1828–1835.
- Guastella, A. J., Mitchell, P. B., & Dadds, M. R. (2008). Oxytocin increases gaze to the eye region of human faces. *Biological Psychiatry*, 63, 3–5.
- Hoge, E. A., Anderson, E., Lawson, E. A., Bui, E., Fischer, L. E., Khadge, S. D., ... Simon, N. M. (2014). Gender moderates the effect of oxytocin on social judgments. *Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental*, 29, 299–304.
- Hu, J. H., Qi, S., Becker, B., Luo, L. Z., Gao, S., Gong, Q. Y., ... Kendrick, K. M. (2015). Oxytocin selectively facilitates learning with social feedback and increases activity and functional connectivity in emotional memory and reward processing regions. *Human Brain Mapping*, 36, 2132–2146.
- Hurlmann, R., Patin, A., Onur, O. A., Cohen, M. X., Baumgartner, T., Metzler, S., ... Kendrick, K. M. (2010). Oxytocin enhances amygdala-dependent, socially reinfo-

- reed learning and emotional empathy in humans. *Journal of Neuroscience*, 30, 4999–5007.
- Kanat, M., Heinrichs, M., Schwarzwald, R., & Domes, G. (2015). Oxytocin attenuates neural reactivity to masked threat cues from the eyes. *Neuropsychopharmacology*, 40, 287–295.
- Keebaugh, A. C., & Young, L. J. (2011). Increasing oxytocin receptor expression in the nucleus accumbens of prepubertal female prairie voles enhances alloparental responsiveness and partner preference formation as adults. *Hormones and Behavior*, 60, 498–504.
- Labuschagne, I., Phan, K. L., Wood, A., Angstadt, M., Chua, P., Heinrichs, M., ... Nathan, P. J. (2011). Medial frontal hyperactivity to sad faces in generalized social anxiety disorder and modulation by oxytocin. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 15, 883–896.
- Ma, Y. N., Shamay-Tsoory, S., Han, S. H., & Zink, C. F. (2016). Oxytocin and social adaptation: Insights from neuroimaging studies of healthy and clinical populations. *Trends in Cognitive Sciences*, 20, 133–145.
- MacDonald, K., & MacDonald, T. M. (2010). The peptide that binds: A systematic review of oxytocin and its pro-social effects in humans. *Harvard Review Of Psychiatry*, 18, 1–21.
- McCarthy, M. M. (1995). Estrogen modulation of oxytocin and its relation to behavior. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 395, 235–245.
- Neumann, I. D., & Landgraf, R. (2012). Balance of brain oxytocin and vasopressin: Implications for anxiety, depression, and social behaviors. *Trends in Neurosciences*, 35, 649–659.
- Patisaul, H. B., Scordalakes, E. M., Young, L. J., & Rissman, E. F. (2003). Oxytocin, but not oxytocin receptor, is regulated by oestrogen receptor β in the female mouse hypothalamus. *Journal of Neuroendocrinology*, 15, 787–793.
- Pearson, R., & Lewis, M. B. (2005). Fear recognition across the menstrual cycle. *Hormones and Behavior*, 47, 267–271.
- Petrovic, P., Kalisch, R., Singer, T., & Dolan, R. J. (2008). Oxytocin attenuates affective evaluations of conditioned faces and amygdala activity. *Journal of Neuroscience*, 28, 6607–6615.
- Preckel, K., Scheele, D., Kendrick, K. M., Maier, W., & Hurlmann, R. (2014). Oxytocin facilitates social approach behavior in women. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 8, 191, doi: 10.3389/fnbeh.2014.00191.
- Radke, S., Roelofs, K., & de Bruijn, E. R. (2013). Acting on anger: Social anxiety modulates approach-avoidance tendencies after oxytocin administration. *Psychological Science*, 24, 1573–1578, doi: 10.1177/0956797612472682.
- Riem, M. M. E., Bakermans-Kranenburg, M. J., Pieper, S., Tops, M., Boksem, M. A. S., Vermeiren, R. R. J. M., ... Rombouts, S. A. (2011). Oxytocin modulates amygdala, insula, and inferior frontal gyrus responses to infant crying: A randomized controlled trial. *Biological Psychiatry*, 70, 291–297, doi: 10.1016/j.biopsych.2011.02.006.
- Riem, M. M. E., van Ijzendoorn, M. H., Tops, M., Boksem, M. A. S., Rombouts, S. A. R. B., & Bakermans-Kranenburg, M. J. (2012). No laughing matter: Intranasal oxytocin administration changes functional brain connectivity during exposure to infant laughter. *Neuropsychopharmacology*, 37, 1257–1266.
- Rilling, J. K., DeMarco, A. C., Hackett, P. D., Chen, X., Gautam, P., Stair, S., ... Pagnoni, G. (2014). Sex differences in the neural and behavioral response to intranasal oxytocin and vasopressin during human social interaction. *Psychoneuroendocrinology*, 39, 237–248.
- Rilling, J. K., DeMarco, A. C., Hackett, P. D., Thompson, R., Ditzen, B., Patel, R., & Pagnoni, G. (2012). Effects of intranasal oxytocin and vasopressin on cooperative behavior and associated brain activity in men. *Psychoneuroendocrinology*, 37, 447–461.
- Rimmele, U., Hediger, K., Heinrichs, M., & Klaver, P. (2009). Oxytocin makes a face in memory familiar. *Journal of Neuroscience*, 29, 38–42.
- Ring, R. H., Malberg, J. E., Potestio, L., Ping, J. L., Boikess, S., Luo, B., ... Rosenzweig-Lipson, S. (2006). Anxiolytic-like activity of oxytocin in male mice: Behavioral and autonomic evidence, therapeutic implications. *Psychopharmacology*, 185, 218–225.
- Rupp, H. A., James, T. W., Ketterson, E. D., Sengelaub, D. R., Ditzen, B., & Heiman, J. R. (2014). Amygdala response to negative images in postpartum vs nulliparous women and intranasal oxytocin. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9, 48–54.
- Sauer, C., Montag, C., Reuter, M., & Kirsch, P. (2013). Imaging oxytocin \times dopamine interactions: An epistasis effect of CD38 and COMT gene variants influences the impact of oxytocin on amygdala activation to social stimuli. *Frontiers in Neuroscience*, 7, 45, doi: 10.3389/fnins.2013.00045.
- Savaskan, E., Ehrhardt, R., Schulz, A., Walter, M., & Schächinger, H. (2008). Post-learning intranasal oxytocin modulates human memory for facial identity. *Psychoneuroendocrinology*, 33, 368–374.
- Scheele, D., Striepen, N., Kendrick, K. M., Scherling, C., Noelle, J., Wille, A., ... Hurlmann, R. (2014b). Opposing effects of oxytocin on moral judgment in males and females. *Human Brain Mapping*, 35, 6067–6076.
- Scheele, D., Wille, A., Kendrick, K. M., Stoffel-Wagner, B., Becker, B., Güntürkün, O., ... Hurlmann, R. (2013). Oxytocin enhances brain reward system responses in men

- viewing the face of their female partner. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110, 20308–20313.
- Sescousse, G., Caldú, X., Segura, B., & Dreher, J.-C. (2013). Processing of primary and secondary rewards: A quantitative meta-analysis and review of human functional neuroimaging studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37, 681–696.
- Shahrokh, D. K., Zhang, T. Y., Diorio, J., Gratton, A., & Meaney, M. J. (2010). Oxytocin-dopamine interactions mediate variations in maternal behavior in the rat. *Endocrinology*, 151, 2276–2286.
- Shamay-Tsoory, S. G., & Abu-Akel, A. (2016). The social salience hypothesis of oxytocin. *Biological Psychiatry*, 79, 194–202.
- Striepens, N., Scheele, D., Kendrick, K. M., Becker, B., Schäfer, L., Schwalba, K., ... Hurlmann, R. (2012). Oxytocin facilitates protective responses to aversive social stimuli in males. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109, 18144–18149.
- Theodoridou, A., Penton-Voak, I. S., & Rowe, A. C. (2013). A direct examination of the effect of intranasal administration of oxytocin on approach-avoidance motor responses to emotional stimuli. *PLoS One*, 8, e58113, doi: 10.1371/journal.pone.0058113
- van Honk, J., & Schutter, D. J. L. G. (2007). Testosterone reduces conscious detection of signals serving social correction: Implications for antisocial behavior. *Psychological Science*, 18, 663–667.
- Weisman, O., Zagoory-Sharon, O., & Feldman, R. (2012). Oxytocin administration to parent enhances infant physiological and behavioral readiness for social engagement. *Biological Psychiatry*, 72, 982–989.
- Windle, R. J., Kershaw, Y. M., Shanks, N., Wood, S. A., Lightman, S. L., & Ingram, C. D. (2004). Oxytocin attenuates stress-induced c-fos mRNA expression in specific forebrain regions associated with modulation of hypothalamo-pituitary-adrenal activity. *Journal of Neuroscience*, 24, 2974–2982.
- Wittfoth-Schardt, D., Gründing, J., Wittfoth, M., Lanfermann, H., Heinrichs, M., Domes, G., ... Waller, C. (2012). Oxytocin modulates neural reactivity to children's faces as a function of social salience. *Neuropsychopharmacology*, 37, 1799–1807.
- Zak, P. J., Kurzban, R., Ahmadi, S., Swerdloff, R. S., Park, J., Efremidze, L., ... & Matzner, W. (2009). Testosterone administration decreases generosity in the ultimatum game. *PLoS One*, 4, e8330.
- Zak, P. J., Stanton, A. A., & Ahmadi, S. (2007). Oxytocin increases generosity in humans. *PLoS One*, 2, e1128, doi: 10.1371/journal.pone.0001128.
- Zunhammer, M., Geis, S., Busch, V., Greenlee, M. W., & Eichhammer, P. (2015). Effects of intranasal oxytocin on thermal pain in healthy men: A randomized functional magnetic resonance imaging study. *Psychosomatic Medicine*, 77, 156–166.

Sex-related differences in the effects of Oxytocin on human social cognition

YUE Tong^{1,2,3}; HUANG Xiting^{2,3}; LIU Guangyuan⁴

(¹ Post-doctoral Station of Mathematics, Southwest University, Chongqing 400715, China)

(² Research Center for Psychology and Social Development, Southwest University, Chongqing 400715, China)

(³ School of Psychology, Southwest University, Chongqing 400715, China)

(⁴ School of Electronics and Information Engineering, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: Several studies have reported sex differences in the effects of oxytocin on many social cognitive activities, including particularly social judgment, social approach/avoidance, social cooperation/competition, and maintenance of relationships. At the neural level, the oxytocin-related sex differences are mainly reflected by the activation pattern of the amygdala and the reward system. Currently, the oxytocin-related sex differences are mainly explained by sex-associated evolutionary traits and hormonal levels, as well as the cumulative effects of sex differences. In the future, a more accurate experimental design is needed to validate the sex differences linked to oxytocin in social cognition. Based on this, a more rational and effective theoretical model will be established, whereby the influence of sex-related factors in clinical application will be further emphasized.

Key words: Oxytocin; sex differences; social cognition; neural mechanism