

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：自闭特质对疼痛共情的影响：疼痛负性情绪和认知的中介作用

作者：张文芸 卓诗维 郑倩倩 关颖琳 彭微微

第一轮

尊敬的编委和审稿专家：

非常感谢对我们稿件(稿号：xb22-417)所做的工作。在收到了贵编辑部的退修通知后，我们仔细阅读了审稿专家所提出的宝贵意见，对审稿意见进行了深入分析和思考，并根据每一条意见对上一稿的内容逐一做了修改和补充(在修改稿中，对应第一位审稿专家的意见进行修改的部分已用红色字体标注，对应第二位审稿专家的意见进行修改的部分已用蓝色字体标注，对应第三位审稿专家的意见进行修改的部分已用紫色字体标注)。

编委意见： I read and found the paper still has its value and contribution to the field. However, the authors need to enrich their background and strengthen their discussion. Moreover, they should clarify the unclear points in method and results as suggested by the reviewers.

回应： We thank the Editor for the comments on our study. We have extensively revised the manuscript according to the comments raised by the Reviewers. Point-by-point replies are listed below. Corresponding revisions in the manuscript are marked in color.

审稿人 1 意见：

这个研究结合实验范式和问卷调查评估状态和特质共情，探索了自闭特质、自身疼痛与共情之间的联系。研究结果支持了高自闭特质与高情绪共情的联系，且部分源于高自闭特质个体对疼痛存在更为负面的情绪和认知。该研究目的明确，实验设计和数据分析合理严谨，结果呈现清晰，有较高的理论意义和临床应用价值。作者可从以下几个方面修改从而提高论文质量。

意见 1： 引言中第二段中提及“ASD 个体的疼痛共情缺陷可能源于自身疼痛的异常”，但引言中缺少 ASD 个体的自身疼痛异常的证据，建议在引言中补充相关的研究。

回应： 感谢审稿专家的意见。第五版《精神疾病诊断与统计手册》(The Diagnostic and Statistical

Manual of Mental Disorder, DSM-5)将自闭症谱系障碍(Autism Spectrum Disorder, ASD)个体的疼痛异常描述为“对疼痛不敏感”(apparent indifference to pain), 即认为 ASD 个体的疼痛敏感性低于普通个体(American Psychiatric Association, 2013)。然而, 相关研究结果存在较大的异质性(Allely, 2013; Moore, 2015): 有的研究发现 ASD 个体对疼痛反应过度(Rattaz et al., 2013), 有的则发现 ASD 个体对疼痛反应不足或反应正常(Fründt et al., 2017; 李晋等, 2015)。最近一项元分析研究系统考察了 ASD 个体和普通个体在疼痛敏感性上的差异(张文芸等, 2021), 结果发现 ASD 个体的压力疼痛阈限显著低于普通个体(对压力疼痛的高敏感性), 且 ASD 个体对现实医疗疼痛的生理反应强于普通个体, 这提示 ASD 个体的高疼痛敏感性与疼痛模态有关。我们已经在引言部分补充了相关研究证据, 标注为红色(见第 2 页, 20-24 行)。

意见 2: 请仔细检查文章中部分参考文献格式, 如文章中出现的 Y.-T. Fan et al. (2014)参考文献格式出现错误。

回应: 感谢审稿专家的意见。我们已经仔细检查了文中的参考文献, 并校正了错误的参考文献格式。

意见 3: 引言中提到了共情以及共情的加工, 但缺乏对共情加工的脑电成分的综述, 建议在引言中引入共情有关脑电成分的介绍, 这会更有利于读者对文章的理解。

回应: 感谢审稿专家的意见。先前疼痛共情的 ERP 研究认为额顶叶 N1、P2 和 N2 成分反映了疼痛共情的早期加工过程, 与自下而上的情绪分享有关; 顶枕叶 P3 和 LPP 成分反映了晚期的加工过程, 与自上而下的认知评估过程有关(Cheng et al., 2014; Decety, 2011; Y. Fan & Han, 2008; Sessa et al., 2014)。为此, 本研究以上述 ERP 成分作为主要指标, 探究自闭特质对目睹他人疼痛的共情加工过程的影响。我们已经在引言部分添加了对疼痛共情有关脑电成分的介绍(见第 3 页, 25-28 行)。

意见 4: 实验一设计中划分高低自闭特质的标准为前后 10%, 是否引用相应文献, 请标注。

回应: 感谢审稿专家的意见。我们已在文中添加了相应的参考文献(见第 4 页, 10-11 行)。

意见 5: 有无测查被试的智力水平等额外变量, 有无检查智力水平对实验结果的影响?

回应: 感谢审稿专家的意见。本研究的被试均来自同一所高校的健康大学生被试, 智力水平

正常。然而，实验中我们并未测查被试的智力水平，因此未能完全排除智力水平对实验结果的影响。我们已经在研究局限部分明确指出这是本研究的一个不足(见第 20 页, 15-18 行)。

意见 6: 讨论中提到研究结果能为自闭症的临床治疗和干预提供潜在的靶点，那当前有哪些策略可用于缓解疼痛相关的负性情绪和认知？建议作者能在文中增加相关讨论。

回应: 感谢审稿专家的意见。对疼痛相关信息的认知偏向矫正能有效缓解疼痛相关的负性情绪和认知(An et al., 2020; Elomaa et al., 2009; Sharpe et al., 2012; 杨周 等, 2016)。例如，接受注意偏向矫正训练的急性和慢性疼痛患者(被训练将注意资源分配到中性信息)，在 6 个月后的追踪研究中，其焦虑敏感性和功能丧失程度均比控制组更低(Sharpe et al., 2012); 接受解释偏向矫正训练的慢性疼痛患者(被训练将疼痛相关信息解释为中性)，其疼痛相关的负性情绪程度更低(An et al., 2020)。还有研究发现认知行为疗法能有效降低慢性疼痛患者对运动的恐惧、疼痛焦虑和疼痛警觉水平，还可以降低疼痛对患者日常生活的干扰(Elomaa et al., 2009)。未来研究可以进一步考察认知偏向矫正训练和认知行为疗法是否能通过降低疼痛的负性情绪和认知从而有效改善高自闭特质和 ASD 个体的共情水平。我们已经在文中补充了相关的讨论，标注为红色(见第 19 页, 15-23 行)。

意见 7: 结论部分之后应该有一个部分讨论研究的局限性及未来的研究方向，例如高自闭特质群体的结果能否迁移到自闭症人群。

回应: 感谢审稿专家的意见。我们已经在讨论中添加了研究局限和展望部分(见第 20 页, 15-29 行, 第 21 页, 1-2 行)。本研究存在几处不足和局限。首先，本研究的被试为来自同一所高校的健康大学生，智力水平正常，然而实验中我们并未测查被试的智力水平和其他基本心理特质，无法完全排除智力水平等因素对实验结果的影响。未来研究可以在匹配高低自闭特质群体智力水平等因素的前提下，进一步验证自闭特质对疼痛和共情的影响。其次，本研究的假被试(被共情者)为同一位女性实验人员，这是为了降低不同假被试对实验结果造成的影响。然而，考虑到 ASD 患病率的性别差异，自闭特质对共情的影响可能受到被共情者性别这一因素的调节。未来研究可以引入不同性别的假被试，验证共情者和被共情者的性别一致性是否会影响本研究的结果。再次，在疼痛刺激强度的选择上，本研究仅采用能诱发中等疼痛的刺激强度，无法揭示不同刺激强度对实验结果造成的影响。未来研究可以采用不同强度的疼痛刺激，并引入非疼痛的刺激条件作为对照条件，考察自闭特质对共情的影响是否是疼痛特异的。最后，本研究的研究对象为高自闭特质群体，其结果能否迁移到 ASD 群体还有待研

究。研究发现高自闭特质个体与 ASD 个体在多个方面存在相似的特征, 如更多的焦虑、贫乏的社交技能和较差的认知灵活性等(Gökçen et al., 2014; Kunihira et al., 2006; Takahashi et al., 2013), 且高自闭特质水平的普通个体与 ASD 个体在如遗传、环境作用机制等方面表现相似的模式(Baron-Cohen et al., 2001; Pickles et al., 2000; Piven et al., 1997)。鉴于自闭特质和 ASD 的相似性, 本研究结果能促进 ASD 生物学机制的理解和干预策略的开发。然而, 高自闭特质不等同于 ASD(Sasson & Bottema-Beutel, 2022)。自闭特质被视为除大五人格之外独立的第六特质(Wakabayashi et al., 2006), 自闭特质并非与 ASD 特异相关, 如焦虑症和精神分裂症等非 ASD 群体也表现出较高的自闭特质(Barlati et al., 2019; Lau et al., 2014; Tonge et al., 2016)。未来研究应在 ASD 群体中进一步验证 ASD 症状、自身疼痛与疼痛共情之间的联系。

意见 8: 文中部分引用他人的表述缺少文献来源, 请增加。

回应: 感谢审稿专家的意见。我们已经对文中缺少文献来源的表述添加了相应的参考文献。

意见 9: 摘要部分可以再适当精简。

回应: 感谢审稿专家的意见。我们对摘要部分进行了精简。具体内容请参见摘要部分, 标注为红色。

.....

审稿人 2 意见:

意见 1: 本文最大的问题是, 在引言中, 作者大篇幅论述 ASD 与共情的关系, 然而, 本文的研究实际上并未涉及 ASD 个体。因此引言论述内容与实际内容有本质差异, 目前的文章会给读者带来误导。建议作者要么去除所有跟 ASD 相关内容, 而强调论述自闭商数本身。或者补充 ASD 样本验证本研究的结论。

回应: 感谢审稿专家的意见。结合审稿人的建议, 我们已经调整引言的论述结构, 更多地从自闭特质本身出发, 强调了自闭特质研究对临床 ASD 的生物学机制以及高自闭特质群体的心理健康和社会功能发展等方面的促进作用(见第 1 页, 5-18 行)。

ASD 被定义为一种以“社会沟通和社会交往缺陷”和“重复刻板的行为和兴趣模式”为两大核心症状的神经发育障碍(American Psychiatric Association, 2013)。自闭特质是与 ASD 相关行为特征、人格和认知特点的集合(Sucksmith et al., 2011)。自闭特质在 ASD 和普通人群中都广泛存在, 只是严重性存在量化差异(Baron-Cohen et al., 2001)。高自闭特质水平的普通个

体与 ASD 个体在情绪、认知和行为等多方面表现出相似性(Gökçen et al., 2014; Kunihiro et al., 2006; Takahashi et al., 2013), 如更多的焦虑、贫乏的社交技能和较差的认知灵活性等。高自闭特质个体与 ASD 个体在如遗传、环境作用机制上存在相似的模式(Baron-Cohen et al., 2001; Bralten et al., 2018; Pickles et al., 2000; Piven et al., 1997)。鉴于自闭特质和 ASD 的相似性, 自闭特质的相关研究有助于澄清在 ASD 研究中的诸多争议, 促进理解 ASD 的生物学机制和开发干预策略。共情作为人类作为“社会性动物”的重要基础, 使我们能够理解他人的心理和情感状态, 能帮助我们有效地与他人沟通, 预测他人的行为、意图和感受(Singer & Lamm, 2009)。目前 ASD 个体存在共情缺陷的观点已得到了广泛的认可, 然而 ASD 个体共情缺陷的具体表现却存在争议, 尤其在情绪共情上的异常表现及其机制有待进一步研究。根据共情的共享神经表征理论, 个体对他人疼痛的共情反应可能部分依赖于自身疼痛的心理和神经表征(Decety & Jackson, 2004; Jackson et al., 2005), 提示 ASD 个体的疼痛共情缺陷可能源于自身疼痛的异常。与 ASD 个体相比, 高自闭特质个体更能容忍结构化的测试环境, 完成更复杂的实验任务。为此, 本研究以高低自闭特质群体为研究对象, 考察自闭特质对疼痛和共情的影响。相关研究结果可以帮助我们深化理解临床 ASD 个体的疼痛和共情方面的症状表现, 还可以拓展我们对 ASD 群体社会功能障碍的生物学机制的认识, 为临床干预和治疗提供潜在的思路。除此之外, 高自闭特质群体在人群中数量庞大, 该群体的身心健康问题不容忽视。高自闭特质个体存在更多的心理困扰和更高的自杀风险(Dow et al., 2021; Pelton & Cassidy, 2017)。除此之外, 社会性和交流能力是自闭特质的结构成分, 与低自闭特质相比, 高自闭特质个体的社交技能相对较差, 参与人际互动的动机更弱, 亲社会行为更少(Austin, 2005; Cetinoglu & Aras, 2022; Kloosterman et al., 2011; Zhao et al., 2019)。因此, 关注高自闭特质群体的疼痛和共情问题, 有助于针对这一群体的心理健康和社会功能问题开发积极的干预措施, 促进其身心健康和社会性功能发展。

意见 2: ASD 和单独自闭商数高分者有非常明显的差异, 作者未能提供足够的证据说明, 为何只研究自闭商数高分组能够对 ASD 生物学机制和治疗提供帮助。

回应: 感谢审稿专家的意见。DSM-5 明确认同了自闭症的谱系性质, 强调了自闭特质的连续性(American Psychiatric Association, 2013)。自闭特质在 ASD 群体和普通人群中均广泛存在, 只是严重性存在量化差异(Baron-Cohen et al., 2001)。根据症状严重性是否符合临床诊断标准, 自闭特质人群可以划分为阈下和阈上自闭特质(即 ASD 个体)。自闭特质的连续性分布特征说明了阈上和阈下自闭特质在一定程度上具有同一性(Murray et al., 2014)。已有研究发现,

高自闭特质的普通个体在情绪、认知和社会功能等方面与 ASD 存在相似性，如更多的焦虑、较差的认知灵活性和贫乏的社交技能(Gökçen et al., 2014; Kunihira et al., 2006; Takahashi et al., 2013)。双胞胎研究发现，基因遗传特征解释了自闭特质水平变异的 36%~87%(Constantino & Todd, 2003; Ronald et al., 2008)，且 ASD 个体家庭成员的自闭特质水平显著高于普通对照组(Pickles et al., 2000; Piven et al., 1997)，这些证据提示自闭特质与 ASD 存在共享的基因表征。与 ASD 发病率的性别差异性相似，男性的自闭特质水平普遍高于女性(Baron-Cohen et al., 2001)。鉴于高自闭特质的普通群体与 ASD 群体在遗传和行为模式上的相似性，基于普通人群的高自闭特质群体研究(即“拟自闭症”研究)能够促进理解 ASD 的生物学机制和开发有效的干预和治疗方案。ASD 的认知和行为特征限制了研究者对研究方法的多样化选择，比拟途径一定程度能够解决这些困难，因此“拟自闭症”研究有助于澄清在 ASD 研究中的诸多争议。例如，在视觉加工领域，ASD 个体存在局部加工优势的同时是否伴随整体加工损伤存在较大争议(Almeida et al., 2010b)。“拟自闭症”研究发现高自闭特质人群无论在需要整体加工还是局部加工的视觉搜索任务中都保持了优势，Almeida 等人认为这从一定程度上证明了 ASD 个体对视觉信息加工的整体和局部优势(Almeida et al., 2010a)。以往 ASD 研究更多地注重其损伤方面，并没能有效发掘可能存在的心理或行为优势，“拟自闭症”研究在发掘 ASD 可能的优势方面有很大的潜力。

ASD 群体共情缺陷的表现形式存在争议，本研究采用“拟自闭症”研究发现高自闭特质群体并非系统性的共情受损，而表现为较弱的认知共情和较强的情绪共情，且疼痛相关的负性情绪和认知能部分解释这一群体的高情绪共情。这提示 ASD 群体的高情绪共情可能源于对自身疼痛的过度负性情绪和认知，研究结果促进理解 ASD 群体社交障碍的表现形式和生物学机制。在针对这些 ASD 群体的共情干预上，本研究结果提示可以通过认知偏向矫正训练和认知行为疗法降低疼痛的负性情绪和认知从而有效改善高 ASD 群体的社交技能。我们已经在文中补充相关的证据，标注为蓝色(见第 1 页, 5-18 行; 第 19 页, 26-28 行)。

意见 3: 作者未能说明本文研究有何独特贡献。正如作者所论述的，此前已有大量关于 ASD 与共情的研究，即包括认知共情，也包括情感共情的研究。本文没有使用 ASD 个体作为被试，所得出的结论也与此前研究没有本质上的差异，需要作者进一步阐述其独特贡献和价值在何处，有何能够超越或者在 ASD 群体研究中无法实现的独特结论。

回应: 感谢审稿专家的意见。此前已有较多研究关注 ASD 的共情问题，相关研究结果普遍支持 ASD 个体的共情缺陷问题，其具体表现却有不同的结果和观点，尤其是在情绪共情上

的异常及其机制有待进一步研究。例如, ASD 共情心盲假说认为, 共情缺陷是导致其社交障碍的重要因素, 即认为 ASD 个体的认知共情和情绪能力均严重受损(Baron-Cohen, 2010); 而共情失衡假说则认为 ASD 个体认知共情受损, 情绪共情反而升高(Smith, 2009)。鉴于高自闭特质水平的普通个体与 ASD 个体在遗传和行为模式上的相似性(Kunihira et al., 2006; Pickles et al., 2000), 本研究假设自闭特质会影响个体在目睹他人疼痛时的共情加工过程。根据共情的共享神经表征模型, 个体对他人共情与自我感知有相似的心理和神经表征(Decety & Jackson, 2004; Jackson et al., 2005), 这提示个体对他人疼痛的共情反应可能部分依赖于自身疼痛的心理和神经表征。鉴于自身疼痛与疼痛共情的联系, 本研究的第二个假设为自闭特质对共情的影响可能源于自身疼痛的改变。为此, 本研究结合较高生态效度的假双人共情范式和 ERP 技术, 探索高自闭特质个体疼痛共情能力及其时间进程, 并进一步考察自闭特质是如何通过影响自身疼痛从而进一步影响对他人疼痛的共情反应。结果发现, 高自闭特质与高情绪共情有关, 且部分源于高自闭特质个体对自身疼痛存在更为负面的情绪和认知。本研究的贡献为: (1)鉴于高自闭特质和 ASD 群体的相似性, 本研究从亚临床的角度补充 ASD 人群共情缺陷的相关证据, 提示从自身疼痛异常的角度去解释他们的共情和社会功能的障碍, 还为 ASD 人群社会功能的改善提供新思路, 例如通过认知行为疗法缓解疼痛相关的负性情绪和认知从而改善共情能力; (2)高自闭特质群体在人群中数量庞大, 该群体的身心健康和社会功能问题不容忽视, 例如与低自闭特质相比, 高自闭特质个体存在更多的心理困扰和更高的自杀风险(Dow et al., 2021; Pelton & Cassidy, 2017), 社交技能和人际交流能力相对较差, 参与人际互动的动机更弱, 亲社会行为更少(Austin, 2005; Cetinoglu & Aras, 2022; Kloosterman et al., 2011; Zhao et al., 2019), 因此本研究结果有助于理解高自闭特质群体的疼痛和共情问题及其积极干预措施的开发, 促进其身心健康和社会性功能发展。我们已经在文中补充相关的内容, 标注为蓝色(见第 19 页, 24-28 行)。

意见 4: 由于作者大篇幅论述 ASD 内容, 并阐述本文要为临床治疗提供依据。那么被试选择也需要有相关的临床依据。那么, AQ 的高低分组划分依据是什么? 该量表的常模和诊断分割标准依据需要作者报告, 而不能仅仅依赖自己样本中划定一个百分比来定义。

回应: 感谢审稿专家的意见。自闭商数问卷的预测效度研究表明: ASD 组(高功能自闭症或阿斯伯格症被试)的 AQ 得分显著高于控制组(健康大学生被试)($M \pm SD: 35.8 \pm 6.5$ vs. 16.4 ± 6.3); 在 ASD 组, 80%的被试在 AQ 问卷上的得分在 32 分以上, 因此研究者们建议设定量表的切截分数为 32, 若得分高于 32, 且在社会适应上出现困难者可能需要进一步地寻求帮助

(Baron-Cohen et al., 2001)。本研究属于“拟自闭症”研究，即根据一定的选择标准(如上下 27% 或 10% 等)，把普通个体的自闭特质水平划分高低，将高自闭特质者比拟为 ASD 个体 (Robinson et al., 2011; 关荐 等, 2015)。为筛选高低自闭特质的普通个体，我们参考了先前研究中采用过的被试筛选标准(Dunn et al., 2016; Li et al., 2020; Meng et al., 2017; Meng et al., 2019; Peled Avron & Shamay Tsoory, 2017)。首先，我们对 1131 名大学生施测 AQ 问卷，然后按照 AQ 分数前、后 10% 分为高自闭特质组和低自闭特质组，最后分别各从高自闭特质组和低自闭特质组随机选取了 30 名被试参与实验研究。本研究高低自闭特质组的 AQ 得分与前人相似。我们已经在文中方法部分补充了被试筛选的依据，标注为蓝色(见第 4 页, 10-14 行)。

具体参考的研究如下：

Dunn, S. A., Freeth, M., & Milne, E. (2016). Electrophysiological evidence of atypical spatial attention in those with a high level of self-reported autistic traits. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(6), 2199-2210.

Li, X., Li, Z., Xiang, B., & Meng, J. (2020). Empathy for pain in Individuals with autistic traits influenced by attention cues: Evidence from an ERP study. *Acta Psychologica Sinica*, 52(3), 294.

Meng, J., Li, Z., & Shen, L. (2017). Responses to others' pain in adults with autistic traits: The influence of gender and stimuli modality. *Plos One*, 12(3), e0174109.

Meng, J., Shen, L., Li, Z., & Peng, W. (2019). Top-down effects on empathy for pain in adults with autistic traits. *Scientific Reports*, 9(1), 1-13.

Peled-Avron, L., & Shamay-Tsoory, S. G. (2017). Don't touch me! autistic traits modulate early and late ERP components during visual perception of social touch. *Autism Research*, 10(6), 1141-1154.

意见 5：实验中假被试为何没有控制与被试同一性别？是否对实验结果有影响？特别是考虑到 ASD 患病率的性别差异，这个问题需要关注。

回应：感谢审稿专家的意见。我们参考了先前采用假双人范式的共情研究(Cui et al., 2015; Peng et al., 2019; Rütgen et al., 2015a; Rütgen et al., 2015b)，本实验的假被试控制为同一位女性实验人员，这可以避免不同假被试对实验结果造成的影响。我们也同意审稿人的顾虑，假被试(被共情者)的性别可能对实验结果造成影响，自闭特质对共情的影响可能会受到被共情者性别这一因素的调节。未来研究可以引入不同性别的假被试，验证共情者和被共情者的性别一致性是否会影响本研究的结果。该点已经纳入讨论的局限部分，标注为蓝色(见第 20 页, 18-22 行)。

意见 6: 作者需要排除两组被试在一些基本心理特质上没有差异, 差异仅限于 AQ, 才能有可能说明其结论。

回应: 感谢审稿专家的意见。对于被试的筛选, 我们参考了先前研究中高低自闭特质群体的筛选方法(Dunn et al., 2016; Li et al., 2020; Meng et al., 2017; Meng et al., 2019; Peled Avron & Shamay Tsoory, 2017)。我们首先对 1131 名健康大学生施测了 AQ 问卷, 然后按照 AQ 分数前、后 10% 分为高自闭特质组和低自闭特质组, 最后分别各从高自闭特质组和低自闭特质组随机选取了 30 名被试。两组被试均选取自同一高校的健康大学生, 每组被试样本量为 30, 这对于 ERP 研究而言样本量相对较大。因此, 我们认为可以较好控制其他基本心理特质的影响。我们也同意审稿人的顾虑, 未来研究可以测查被试的一些基本心理特质, 排除这些因素对实验结果的影响。该点已经纳入讨论的局限部分, 标注为蓝色(见第 20 页, 15-18 行)。

意见 7: 作者未说明确定样本量的具体计算过程与标准, 请补充说明。

回应: 感谢审稿专家的意见。根据 G-Power 软件(Faul et al., 2007)计算样本量, 实验一使用中等的效果量($\eta_p^2 = 0.25$), 期望的功效值($1-\beta = 0.80$)以及显著性水平($\alpha = 0.05$), 计算需要被试总样本量不少于 24 人, 因此实际样本量符合要求。参考以往探讨自闭特质和共情相关性的研究(Zhang et al., 2022; Zhao et al., 2019), 实验二设定相关系数绝对值为 0.20, 期望的功效值($1-\beta = 0.80$)以及显著性水平($\alpha = 0.05$), 计算需要被试样本量不少于 193 人, 因此实际样本量符合要求。已经在文中补充说明样本量的具体计算过程与标准, 标注为蓝色(见第 4 页, 14-16 行; 第 13 页, 9-11 行)。

意见 8: 时间窗选择显得较为随意, 缺乏足够依据, 例如自身疼痛的 P2 为 100ms 宽度, 而他人疼痛的 P2 仅选取 30ms 宽度, 依据在哪, 需要说明。

回应: 感谢审稿专家的意见。我们参考了采用假双人共情范式的 ERP 研究(Peng et al., 2019), 重新修改并统一时间窗宽度, 统一早期成分(N1 和 P2 成分)的时间窗为 30ms, 晚期 P3 成分的时间窗为 150ms。在自身接受疼痛条件下, N1 成分测量的时间窗为 110~140 ms; P2 成分测量的时间窗为 270~300 ms; 在他人接受疼痛条件下, P2 成分测量的时间窗为 220~250 ms; P3 成分测量的时间窗为 400~550 ms。我们已经在文中方法部分进行了修改, 并更新了 ERP 波幅的统计结果, 标注为蓝色(见第 7 页, 12-17 行; 第 10 页, 16-21 行; 第 11 页, 5-17 行)。

意见 9: 本研究实验设计存在缺陷, 缺乏中性对照条件, 因此得出的结果无法证明的确是疼

痛/共情引起的差异所致，还是两组被试的其他基本生理水平差异所致。

回应：感谢审稿专家的意见。本研究中的实验设计为 2(组别：LAQ 组, HAQ 组) × 2(疼痛对象：自身, 他人) × 2(确定性：确定, 不确定)三因素混合设计，其中组别为被试间变量，疼痛对象和确定性为被试内变量。在自身接受疼痛条件下，两组被试的 ERP 响应非常相似，没有显著的组间差异，而在目睹他人接受疼痛的条件下，两组被试的 P2 响应存在显著差异。因此，我们认为自身疼痛可以视为一个控制条件，高自闭特质个体在目睹他人接受疼痛时更强的 P2 响应并非源于基本生理水平的差异(例如颅骨厚度不同导致不同的 ERP 波幅)。然而，为了使得研究结果更具说服力，未来研究可以引入非疼痛的刺激条件作为对照条件，进一步验证自闭特质对共情的影响是否为疼痛特异的。我们已在局限和未来研究部分明确指出了这个问题 (见第 20 页, 22-24 行)。

意见 10：研究结果中没有发现显著的组别的交互作用，也即是说主要结果仅限于两组疼痛主效应的差异，同时又缺乏中性对照，那么本文结果跟前人结论有何本质区别和新的发现？

回应：感谢审稿专家的意见。实验一使用线索诱导的真实情境范式(假双人共情范式)，通过向被试提供接下来是自己或他人将接受疼痛刺激的抽象符号提示，让被试相信在疼痛刺激条件下自己或他人是真实地接受到了疼痛刺激。相比图片诱导范式(给被试呈现躯体疼痛图片，如胳膊被针扎、脚被玻璃划等)，线索诱导范式在更加真实的疼痛情境下诱发共情，生态效度更高。本研究结合假双人共情范式和 ERP 技术，刻画了高自闭特质个体疼痛共情能力及其时间进程。在行为结果上，疼痛对象和组别的交互作用边缘显著($F(1, 58) = 3.06, p = 0.086, \eta_p^2 = 0.05$)。简单效应分析发现，面对他人疼痛时 HAQ 组的不愉悦度评分均显著高于 LAQ 组(2.81 ± 0.35 vs. $1.34 \pm 0.27, p = 0.002$)，而在面对自身疼痛时两组的不愉悦程度无显著差异(4.25 ± 0.43 vs. $3.53 \pm 0.33, p = 0.184$)。在 ERP 响应上，面对自身疼痛诱发的 N1 和 P2 响应在 HAQ 和 LAQ 组无显著差异，而在面对他人疼痛时 HAQ 组在目睹他人疼痛时的 P2 波幅显著大于 LAQ 组($5.68 \pm 0.74 \mu V$ vs. $3.50 \pm 0.74 \mu V$)。相关分析进一步揭示 HAQ 组在目睹他人疼痛时 P2 的波幅与不愉悦度评分显著正相关($r_{28} = 0.43, p_{fdr} = 0.034$)，也就是说 HAQ 组目睹他人接受疼痛时诱发的 P2 波幅越大，主观报告的不愉悦度评分越高。已有研究表明：目睹他人疼痛诱发的 P2 响应与早期、自下而上的情绪唤起和分享过程有关(Y. Fan & Han, 2008; Rügen et al., 2015a; Sessa et al., 2014)。因此，我们的研究结果说明了自闭特质会影响个体在目睹他人疼痛时的情绪共情反应。鉴于 HAQ 组被试对即将到来的疼痛的恐惧程度以及面对他人疼痛的个人不愉悦度均强于 LAQ 组被试，中介分析揭示了自闭特质通过增强了

对疼痛的恐惧水平,从而进一步增强疼痛共情的个人痛苦程度。这为自闭特质、疼痛相关的负性情绪、和情绪共情之间的联系提供了证据,并强调了疼痛负性情绪在自闭特质影响情绪共情中所发挥的作用。

共情可分为状态共情和特质共情,在实验一的基础上,实验二招收了 381 名健康大学生被试进一步在随机招募的普通群体中验证实验一的主要结果。问卷调查结果发现,自闭特质水平越高,在共情特质量表的个人痛苦维度得分越高,其中疼痛恐惧和灾难化中介了自闭特质与个人痛苦之间的联系。因此,来自状态共情和特质共情的研究结果均支持高自闭特质与高情绪共情有关,且部分源于高自闭特质个体对疼痛存在更为负面的情绪和认知。

本研究的贡献为(1)鉴于高自闭特质和 ASD 群体的相似性,本研究从亚临床的角度补充 ASD 人群共情缺陷的相关证据,提示从自身疼痛异常的角度去解释他们的共情和社会功能的障碍,还为 ASD 人群社会功能的改善提供新思路,如通过认知偏向矫正训练和认知行为疗法缓解疼痛相关的负性情绪和认知从而改善共情能力;(2)高自闭特质群体在人群中数量庞大,该群体的身心健康和社会功能问题同样不容忽视,例如与低自闭特质相比,高自闭特质个体存在更多的心理困扰和更高的自杀风险(Dow et al., 2021; Pelton & Cassidy, 2017),社交技能和人际交流能力相对较差,参与人际互动的动机更弱,亲社会行为更少(Austin, 2005; Cetinoglu & Aras, 2022; Kloosterman et al., 2011; Zhao et al., 2019),因此本研究结果有助于理解普通人群中高自闭特质个体的疼痛和共情问题及其积极干预措施的开发,促进其身心健康和社会性功能发展。我们已经在文中补充相关的讨论,标注为蓝色(见第 19 页, 24-28 行)。

.....

审稿专家 3 意见:

引言

意见 1:需补充总结以往使用事件相关电位对 ASD 群体共情进行研究的相关结果,并简要介绍本研究使用事件相关电位技术时所采用的指标 (N1, P2, P3)、其含义、及本研究与之对应的假设。

回应:感谢审稿专家的意见。先前有关疼痛共情的 ERP 研究表明,额顶叶 N1、P2 和 N2 成分反映了疼痛共情的早期加工过程,与自下而上的情绪分享有关;顶枕叶 P3 和 LPP 成分反映了晚期的加工过程,与自上而下的认知评估过程有关(Cheng et al., 2014; Decety, 2011; Y. Fan & Han, 2008; Sessa et al., 2014)。以往研究较为一致地发现,ASD 个体的认知共情存在缺

陷(Song et al., 2019; Ziermans et al., 2019)。在情绪共情上, Fan 等人(2014)的研究发现, 当要求被试判断图片材料为疼痛或非疼痛, ASD 个体在加工疼痛和非疼痛图片刺激的 N2 响应存在显著差异, 而在普通个体上没有观察到这种差异, 这可能说明了 ASD 个体在疼痛共情的早期自动化加工阶段(如对他人疼痛的感知、情绪分享)的神经响应增强。鉴于高自闭特质和 ASD 群体的相似性, 本研究对实验结果提出假设 1: 相对于低自闭特质个体, 高自闭特质个体的情绪共情更强(反映共情早期加工过程的 ERP 响应更强), 而认知共情更弱(反映共情晚期加工过程的 ERP 响应更弱)。根据共情的共享表征理论, 个体对他人疼痛的共情反应部分依赖于自身疼痛的心理和神经表征。为此, 我们进一步提出研究假设 2: 自闭特质对疼痛共情的影响可能源于自身疼痛。我们已经在文中补充相关内容, 标注为紫色(见第 3 页, 25-29 行; 第 4 页, 1-6 行)。

意见 2: 关于状态共情和特质共情相关概念的综述应放在引言中进行阐述。

回应: 感谢审稿专家的意见。我们已经将关于状态共情和特质共情相关概念的介绍调整至引言部分进行阐述。状态共情(State Empathy)是指由当下的相关情境所诱发的一种即时且暂时性的共情状态, 强调共情者与被共情者在暂时性的交互过程中所产生的共情状态(Davis, 1980)。特质共情(Trait Empathy)是一种相对稳定的人格特质, 指个体对他人情绪、疼痛等感受产生共情的一种普遍能力(Decety & Moriguchi, 2007)。此部分已在文中进行调整, 标注为紫色(见第 3 页, 16-19 行)。

方法

意见 3: 实验一“根据平均的刺激响应曲线, 确定能够诱发疼痛评分为 6 分的刺激强度, 用于正式实验中的疼痛刺激。”疼痛刺激强度或许会影响实验结果, 请对本研究中刺激强度选择的理由进行阐述或添加参考文献。

回应: 感谢审稿专家的意见。我们参考了前人文献(Yao et al., 2021; Zhou et al., 2019), 采用能够诱发疼痛评分为 6 分的电刺激用于正式实验中的疼痛刺激, 这被视为是中等强度的疼痛刺激。未来研究可以采用不同强度的疼痛刺激, 验证自闭特质对疼痛和共情的影响是否为疼痛强度特异的。我们已在研究局限和展望部分明确指出了这个问题, 标注为紫色(见第 20 页, 22-24 行)。

意见 4: 本研究实验一中使用疼痛特质量表(疼痛敏感性量表、疼痛恐惧量表和疼痛灾难化量表), “用于评估疼痛相关的感知、情绪和认知”, 这里疼痛相关的情绪和认知, 与情绪共情以及认知共情之间是什么关系?

回应: 感谢审稿专家的意见。我们对实验一的问卷测量采用皮尔逊相关分析, 结果发现疼痛相关的认知和情绪共情特质显著正相关, 即个体的疼痛灾难化水平越高, 人际反应指针量表的个人痛苦维度得分越高($r = 0.55, p < 0.001$); 疼痛相关的情绪和情绪共情特质边缘正相关, 即个体的疼痛恐惧水平越高, 人际反应指针量表的个人痛苦维度得分越高($r = 0.23, p = 0.077$)。然而, 疼痛相关的情绪和认知与认知共情特质不存在显著的相关关系($ps > 0.10$)。

结果

意见 5: 实验一中关于人口学变量和量表分数的 t 检验, 以及相关分析的结果均应进行多重检验的矫正。

回应: 感谢审稿专家的意见。我们已对实验一中关于人口学变量和量表分数的 t 检验结果, 以及实验二量表的相关分析结果均采用了错误发现率法(False Discovery Rate, FDR)进行多重比较矫正。我们已在文中更新了相关结果, 标注为紫色(见第 8 页, 1 行, 13-20 行; 第 13 页, 17-18 行; 第 14 页, 1 行)。

意见 6: 实验二相关分析结果中, 普通个体的观点采择与个人痛苦之间是什么关系? 文中“这说明自闭特质越高的个体, 共情时的观点采择能力越弱, 更容易陷入个人痛苦”似乎在暗示这两者之间的负相关。

回应: 感谢审稿专家的意见。在实验二的相关分析结果中, 普通个体的观点采择与个人痛苦之间不存在显著的相关关系($r_{379} = -0.01, p = 0.936$)。已经将文章容易引起歧义的句子修改为“这说明高自闭特质个体在共情时表现出较弱的观点采择能力和较强的个人痛苦”。我们已在文中进行了修改, 标注为紫色(见第 14 页, 18-19 行)。

讨论

意见 7: 自闭症患者对于不确定性的容忍度低, 以往诸多研究探讨了自闭症患者预期(Prediction)方面存在的问题。讨论中可加入相关研究的讨论, 充分探讨实验一中电生理数据结果, 以及自闭特质对情绪共情的影响——疼痛恐惧的中介作用的相关结果。

回应: 感谢审稿专家的意见。在预期即将到来的疼痛事件过程中, 个体往往会产生焦虑或恐

惧情绪，与情绪加工紧密相关的边缘系统及旁边缘系统均会有显著激活，如前扣带回、海马、杏仁核等脑区的激活(Ploghaus et al., 2001)。Gu 等人(2018)发现，在疼痛预期阶段，ASD 组在背侧和喙侧前扣带回的激活程度显著高于对照组，这可能说明在等待即将到来的疼痛刺激时，ASD 个体存在更大程度的焦虑和恐惧。与此相似地，本研究发现 HAQ 组在疼痛预期阶段更为恐惧，且与疼痛指向对象无关，这说明 HAQ 组对疼痛存在更为负面的情绪反应。当亲身经历疼痛时，HAQ 和 LAQ 组在疼痛诱发响应上无显著差异，包括与感觉辨别有关的 N1 成分与情绪动机相关的 P2 成分，且行为层面的不愉悦度评分也无显著差异。这主要是因为两组被试接受的疼痛刺激强度是经过个性化校准的，也就是说实验中的疼痛刺激强度均可诱发中等强度的疼痛体验(评分为 6/10)。当目睹他人接受疼痛时，不管是确定还是不确定的情境，HAQ 组的疼痛共情诱发 P2 响应显著强于 LAQ 组，不愉悦度评分也更高。进一步的中介分析揭示了自闭特质通过增强了对疼痛的恐惧水平，从而进一步增强疼痛共情的个人痛苦程度。这为自闭特质、疼痛相关的负性情绪与情绪共情之间的联系提供了证据，并强调了疼痛负性情绪在自闭特质影响情绪共情中所发挥的作用；还为高自闭特质人群社会功能的改善提供新思路，如通过认知行为疗法缓解疼痛相关的负性情绪和认知从而改善共情能力。

先前研究发现 ASD 个体的不确定性容忍度低(Chamberlain et al., 2013; Neil et al., 2016)，例如 Vasa 等人(2018)对比 57 名 7~16 岁 ASD 儿童与 32 名典型发展儿童发现，无论是父母报告还是自我报告，ASD 儿童的不确定性容忍度均极其显著的低于典型发展儿童。结果发现不确定性会影响面对他人疼痛的不愉悦度评分、P2 和 P3 响应(确定性主效应显著)，即不确定情境下的他人疼痛会诱发更高的不愉悦度评分，以及更强的 P2 和 P3 响应，然而自闭特质对共情的影响与确定性无关(确定性与组别的交互作用不显著)。然而，目前还尚未有研究探讨 ASD 群体的疼痛和共情异常是否与确定性有关。未来研究可以在 ASD 群体的疼痛和共情研究中引入确定性这一变量，进一步验证本研究的结果。我们已在文中补充了相关讨论，标注为紫色(见第 17 页, 14-22 行)。

意见 8: 讨论中写道“有一种可能的解释是高自闭特质和 ASD 群体是因为对自身疼痛的高敏感性, 包括在感觉、情绪和认知维度的高敏感性, 导致了在面对他人疼痛时表现出更为强烈的情绪唤起和个人痛苦。”由于自闭症群体普遍存在对于他人情绪和心理状态理解方面的异常, 该句中“高自闭特质和 ASD 群体…和认知维度的高敏感性”表达有待商榷。

回应：感谢审稿专家的意见。我们已经修改为：“有一种可能的解释是高自闭特质和 ASD 群体是因为对自身疼痛的高敏感性, 包括疼痛的感觉、情绪和认知维度的高敏感性, 导致了在面对他人疼痛时表现出更为强烈的情绪唤起和个人痛苦”。修改部分见第 20 页, 9-11 行。

意见 9：既然自闭症患者被普遍报告存在认知共情方面的缺陷, 那么本研究中发现的高自闭特质的高情绪共情与其很大可能存在的认知共情缺陷之间是何关系? 认知共情在本研究中似乎并未得到充分分析和讨论。

回应：感谢审稿专家的意见。在特质认知共情上, HAQ 组的观点采择维度分数边缘显著低于 LAQ 组($t_{58} = 2.35, p_{fdr} = 0.060$), 表明 HAQ 组的认知共情能力更弱; HAQ 组的个人痛苦维度分数显著高于 LAQ 组($t_{58} = -5.33, p_{fdr} < 0.001$), 表明 HAQ 组的情绪共情能力更强。与此对应的, 实验二的结果表明自闭特质与观点采择显著负相关($r_{379} = -0.19, p_{fdr} < 0.001$); 自闭特质与个人痛苦显著正相关($r_{379} = 0.27, p_{fdr} < 0.001$)。这些结果表明高自闭特质个体表现出更弱的认知共情和更强的情绪共情。然而, 观点采择与个人痛苦之间不存在显著的相关关系, 这说明高自闭特质群体的高情绪共情并非来源于较低的认识共情。在状态认知共情上, HAQ 和 LAQ 组被试在目睹他人疼痛时 P3 响应无显著差异, 这提示自闭特质不能显著影响共情加工的晚期认知评价过程。我们已经在文中添加相关内容的讨论, 标注为紫色(见第 17 页, 2-3 行)。

其他

意见 10：引言中“其中情绪共情(Emotional Empathy)是对他人情绪和状态的感知和分享; 认知共情(Cognitive Empathy)使我们能够准确理解他人想法, 包括观点采择和心理理论能力。”请对相关定义补充参考文献。

回应：感谢审稿专家的意见。我们已在文中对情绪共情和认知共情的相关定义补充了参考文献, 标注为紫色(见第 1 页, 23 行)。

意见 11：引言中“Y.T. Fan et al. (2014)发现在自身疼痛上, ASD 个体表现出对疼痛感知的高敏感性(低压力疼痛阈限), 在观看他人处于疼痛情境的图片材料时, ASD 个体在初级/次级躯体感觉皮层的激活更强, 但在前中扣带回, 前脑岛等情绪共情相关脑区的激活更弱, 对他人疼痛的不愉悦度评分越低;”最后一句表述有待商榷。

回应：感谢审稿专家的意见。我们已经把这一句的表述改为“Y.T. Fan 等人(2014)发现 ASD 个体对自身疼痛表现出高敏感性(低压力疼痛阈限); 在观看他人处于疼痛情境的图片材料

时, ASD 个体在初级/次级躯体感觉皮层的激活更强, 而前中扣带回, 前脑岛等情绪共情相关脑区的激活更弱, 且对他人疼痛的不愉悦度评分更低”。标注为紫色(见第 2 页, 26-29 行)。

意见 12: 文中多处参考文献引用格式错误, 有待修正。

回应: 感谢审稿专家的意见。我们已经检查了全文的参考文献, 并对出现错误的参考文献格式进行了修正。

意见 13: 文中图表的呈现方式应尽量保持一致, 建议图 5 中 LAQ, HAQ 左右对调。

回应: 感谢审稿专家的意见。我们已经将图 5 中 LAQ, HAQ 左右对调。

参考文献

- Allely, C. S. (2013). Pain sensitivity and observer perception of pain in individuals with autistic spectrum disorder. *The Scientific World Journal*, 2356–6140.
- Almeida, R. A., Dickinson, J. E., Maybery, M. T., Badcock, J. C., & Badcock, D. R. (2010a). A new step towards understanding Embedded Figures Test performance in the autism spectrum: The radial frequency search task. *Neuropsychologia*, 48(2), 374–381
- Almeida, R. A., Dickinson, J. E., Maybery, M. T., Badcock, J. C., & Badcock, D. R. (2010b). Visual search performance in the autism spectrum II: The radial frequency search task with additional segmentation cues. *Neuropsychologia*, 48(14), 4117–4124
- American Psychiatric Association, D. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5 (Vol. 5): American psychiatric association Washington, DC.
- An, J., Wang, K.-s., Jung, Y.-h., & Cho, S. (2020). Efficacy of interpretation bias modification in patients with chronic pain. *The Journal of Pain*, 21(5-6), 648–662
- Austin, E. J. (2005). Personality correlates of the broader autism phenotype as assessed by the Autism Spectrum Quotient (AQ). *Personality and Individual Differences*, 38(2), 451–460
- Barlatti, S., Deste, G., Gregorelli, M., & Vita, A. (2019). Autistic traits in a sample of adult patients with schizophrenia: prevalence and correlates. *Psychological Medicine*, 49(1), 140–148
- Baron-Cohen, S. (2010). Empathizing, systemizing, and the extreme male brain theory of autism. *Progress in Brain Research*, 186, 167–175.
- Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Skinner, R., Martin, J., & Clubley, E. (2001). The autism-spectrum quotient (AQ): Evidence from asperger syndrome/high-functioning autism, males and females, scientists and mathematicians. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 31(1), 5–17.
- Bralten, J., Van Hulzen, K. J., Martens, M. B., Galesloot, T. E., Arias Vasquez, A., Kiemeny, L. A., Buitelaar, J. K., Muntjewerff, J. W., Franke, B., & Poelmans, G. (2018). Autism spectrum disorders and autistic traits share genetics and biology. *Molecular Psychiatry*, 23(5), 1205–1212
- Cetinoglu, E., & Aras, S. (2022). The Autism-Spectrum Quotient (AQ) Adolescent's Version in Turkey: Factor Structure, Reliability and Validity. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 52(7), 3260–3270
- Chamberlain, P. D., Rodgers, J., Crowley, M. J., White, S. E., Freeston, M. H., & South, M. (2013). A potentiated startle study of uncertainty and contextual anxiety in adolescents diagnosed with autism spectrum

- disorder. *Molecular Autism*, 4(1), 1–11
- Cheng, Y., Chen, C., & Decety, J. (2014). An EEG/ERP investigation of the development of empathy in early and middle childhood. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 10, 160–169.
- Constantino, J. N., & Todd, R. D. (2003). Autistic traits in the general population: a twin study. *Archives of General Psychiatry*, 60(5), 524–530
- Cui, F., Abdelgabar, A.-R., Keysers, C., & Gazzola, V. (2015). Responsibility modulates pain-matrix activation elicited by the expressions of others in pain. *Neuroimage*, 114, 371–378
- Davis, M. H. (1980). A multidimensional approach to individual differences in empathy.
- Decety, J. (2011). Dissecting the neural mechanisms mediating empathy. *Emotion review*, 3(1), 92–108
- Decety, J., & Jackson, P. L. (2004). The functional architecture of human empathy. *Behavioral and cognitive neuroscience reviews*, 3(2), 71–100.
- Decety, J., & Moriguchi, Y. (2007). The empathic brain and its dysfunction in psychiatric populations: Implications for intervention across different clinical conditions. *BioPsychoSocial Medicine*, 1(1), 1–21.
- Dow, D., Morgan, L., Hooker, J. L., Michaels, M. S., Joiner, T. E., Woods, J., & Wetherby, A. M. (2021). Anxiety, depression, and the interpersonal theory of suicide in a community sample of adults with autism spectrum disorder. *Archives of Suicide Research*, 25(2), 297–314
- Dunn, S. A., Freeth, M., & Milne, E. (2016). Electrophysiological evidence of atypical spatial attention in those with a high level of self-reported autistic traits. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(6), 2199–2210
- Elomaa, M. M., Williams, A. C. d. C., & Kalso, E. A. (2009). Attention management as a treatment for chronic pain. *European Journal of Pain*, 13(10), 1062–1067
- Fan, Y., & Han, S. (2008). Temporal dynamic of neural mechanisms involved in empathy for pain: an event-related brain potential study. *Neuropsychologia*, 46(1), 160–173.
- Fan, Y. T., Chen, C., Chen, S., Decety, J., & Cheng, Y. (2014). Empathic arousal and social understanding in individuals with autism: evidence from fMRI and ERP measurements. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9(8), 1203–1213.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior research methods*, 39(2), 175–191
- Fründt, O., Grashorn, W., Schötle, D., Peiker, I., David, N., Engel, A. K., Forkmann, K., Wrobel, N., Münchau, A., & Bingel, U. (2017). Quantitative sensory testing in adults with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 47(4), 1183–1192
- Gökçen, E., Petrides, K. V., Hudry, K., Frederickson, N., & Smillie, L. D. (2014). Sub-threshold autism traits: The role of trait emotional intelligence and cognitive flexibility. *British Journal of Psychology*, 105(2), 187–199
- Gu, X., Zhou, T. J., Anagnostou, E., Soorya, L., Kolevzon, A., Hof, P. R., & Fan, J. (2018). Heightened brain response to pain anticipation in high-functioning adults with autism spectrum disorder. *European Journal of Neuroscience*, 47(6), 592–601
- Guan, J., & Zhao, X. (2015). Sub-threshold autistic traits in normal population: Its concept, structure and influencing factors. *Advances in Psychological Science*, 23(9), 1599–1607.
- [关荐, 赵旭东, 陕., & 宁夏大学教育学院. (2015). 基于正常人群的阈下自闭特质:概念、结构和影响因素. *心理科学进展*, 23(09), 1599–1607.]
- Jackson, P. L., Meltzoff, A. N., & Decety, J. (2005). How do we perceive the pain of others? A window into the neural processes involved in empathy. *Neuroimage*, 24(3), 771–779
- Kloosterman, P. H., Keefer, K. V., Kelley, E. A., Summerfeldt, L. J., & Parker, J. D. A. (2011). Evaluation of the

- factor structure of the Autism-Spectrum Quotient. *Personality and Individual Differences*, 50(2), 310–314.
- Kunihira, Y., Senju, A., Dairoku, H., Wakabayashi, A., & Hasegawa, T. (2006). ‘Autistic’ traits in non-autistic Japanese populations: relationships with personality traits and cognitive ability. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36(4), 553–566
- Lau, W. Y.-P., Gau, S. S.-F., Chiu, Y.-N., & Wu, Y.-Y. (2014). Autistic traits in couple dyads as a predictor of anxiety spectrum symptoms. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 44(11), 2949–2963
- Li, X., Li, Z., Xiang, B., & Meng, J. (2020). Empathy for pain in Individuals with autistic traits influenced by attention cues: Evidence from an ERP study. *Acta Psychologica Sinica*, 52(3), 294.
- Li, J., Song, T., Meng, F., Li, H., Dai, Y., Han, S., Zhang, R., Han, J. (2015). Painthreshold in children with autism and age-matched typically developed children: A comparative study. *Chinese Journal of Pain Medicine*, 21(12), 908–913.
- [李晋, 宋天佳, 孟凡超, 李汉霞, 戴玉川, 韩松平, 张嵘, 韩济生. (2015). 孤独症与正常儿童的痛阈比较研究. *中国疼痛医学杂志*, 21(12), 908–913]
- Meng, J., Li, Z., & Shen, L. (2017). Responses to others’ pain in adults with autistic traits: The influence of gender and stimuli modality. *Plos One*, 12(3), e0174109
- Meng, J., Shen, L., Li, Z., & Peng, W. (2019). Top-down effects on empathy for pain in adults with autistic traits. *Scientific Reports*, 9(1), 1–13
- Moore, D. J. (2015). Acute pain experience in individuals with autism spectrum disorders: a review. *Autism*, 19(4), 387–399
- Murray, A. L., Booth, T., McKenzie, K., Kuenssberg, R., & O’Donnell, M. (2014). Are autistic traits measured equivalently in individuals with and without an autism spectrum disorder? An invariance analysis of the Autism Spectrum Quotient Short Form. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 44(1), 55–64
- Neil, L., Olsson, N. C., & Pellicano, E. (2016). The relationship between intolerance of uncertainty, sensory sensitivities, and anxiety in autistic and typically developing children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(6), 1962–1973
- Peled Avron, L., & Shamay Tsoury, S. G. (2017). Don’t touch me! autistic traits modulate early and late ERP components during visual perception of social touch. *Autism Research*, 10(6), 1141–1154.
- Pelton, M. K., & Cassidy, S. A. (2017). Are autistic traits associated with suicidality? A test of the interpersonal-psychological theory of suicide in a non-clinical young adult sample. *Autism Research*, 10(11), 1891–1904
- Peng, W., Huang, X., Liu, Y., & Cui, F. (2019). Predictability modulates the anticipation and perception of pain in both self and others. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 14(7), 747–757.
- Pickles, A., Starr, E., Kazak, S., Bolton, P., Papanikolaou, K., Bailey, A., Goodman, R., & Rutter, M. (2000). Variable expression of the autism broader phenotype: findings from extended pedigrees. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 41(4), 491–502
- Piven, J., Palmer, P., Jacobi, D., Childress, D., & Arndt, S. (1997). Broader autism phenotype: evidence from a family history study of multiple-incidence autism families. *American Journal of Psychiatry*, 154(2), 185–190
- Ploghaus, A., Narain, C., Beckmann, C. F., Clare, S., Bantick, S., Wise, R., Matthews, P. M., Rawlins, J. N. P., & Tracey, I. (2001). Exacerbation of pain by anxiety is associated with activity in a hippocampal network. *Journal of Neuroscience*, 21(24), 9896–9903.
- Rattaz, C., Dubois, A., Michelon, C., Viellard, M., Poinso, F., & Baghdadli, A. (2013). How do children with autism spectrum disorders express pain? A comparison with developmentally delayed and typically

- developing children. *Pain*, 154(10), 2007–2013
- Robinson, E. B., Koenen, K. C., McCormick, M. C., Munir, K., Hallett, V., Happé F., Plomin, R., & Ronald, A. (2011). Evidence that autistic traits show the same etiology in the general population and at the quantitative extremes (5%, 2.5%, and 1%). *Archives of General Psychiatry*, 68(11), 1113–1121
- Ronald, A., Happé F., & Plomin, R. (2008). A twin study investigating the genetic and environmental aetiologies of parent, teacher and child ratings of autistic-like traits and their overlap. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 17(8), 473–483
- Rütgen, M., Seidel, E.-M., Riečanský, I., & Lamm, C. (2015a). Reduction of empathy for pain by placebo analgesia suggests functional equivalence of empathy and first-hand emotion experience. *Journal of Neuroscience*, 35(23), 8938–8947.
- Rütgen, M., Seidel, E.-M., Silani, G., Riečanský, I., Hummer, A., Windischberger, C., Petrovic, P., & Lamm, C. (2015b). Placebo analgesia and its opioidergic regulation suggest that empathy for pain is grounded in self pain. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(41), E5638–E5646
- Sasson, N. J., & Bottema-Beutel, K. (2022). Studies of autistic traits in the general population are not studies of autism. *Autism*, 26(4), 1007–1008.
- Sessa, P., Meconi, F., Castelli, L., & Dell'Acqua, R. (2014). Taking one's time in feeling other-race pain: an event-related potential investigation on the time-course of cross-racial empathy. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9(4), 454–463.
- Sharpe, L., Ianiello, M., Dear, B. F., Perry, K. N., Refshauge, K., & Nicholas, M. K. (2012). Is there a potential role for attention bias modification in pain patients? Results of 2 randomised, controlled trials. *Pain*, 153(3), 722–731.
- Singer, T., & Lamm, C. (2009). The social neuroscience of empathy. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1156(1), 81–96.
- Smith, A. (2009). The empathy imbalance hypothesis of autism: a theoretical approach to cognitive and emotional empathy in autistic development. *The Psychological Record*, 59(3), 489–510.
- Song, Y., Nie, T., Shi, W., Zhao, X., & Yang, Y. (2019). Empathy impairment in individuals with autism spectrum conditions from a multidimensional perspective: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 10, 1902.
- Sucksmith, E., Roth, I., & Hoekstra, R. A. (2011). Autistic traits below the clinical threshold: re-examining the broader autism phenotype in the 21st century. *Neuropsychology Review*, 21(4), 360–389
- Takahashi, J., Tamaki, K., & Yamawaki, N. (2013). Autism spectrum, attachment styles, and social skills in university student. *Creative Education*, 4(08), 514.
- Tonge, N. A., Rodebaugh, T. L., Fernandez, K. C., & Lim, M. H. (2016). Self-reported social skills impairment explains elevated autistic traits in individuals with generalized social anxiety disorder. *Journal of Anxiety Disorders*, 38, 31–36
- Vasa, R. A., Kreiser, N. L., Keefer, A., Singh, V., & Mostofsky, S. H. (2018). Relationships between autism spectrum disorder and intolerance of uncertainty. *Autism Research*, 11(4), 636–644.
- Wakabayashi, A., Baron-Cohen, S., & Wheelwright, S. (2006). Are autistic traits an independent personality dimension? A study of the Autism-Spectrum Quotient (AQ) and the NEO-PI-R. *Personality and Individual Differences*, 41(5), 873–883.
- Yang, Z., Jackson, T., Chen, H., Huang, C. Z., Su, L., Gao, T. (2016). The attention bias related to fear of pain and its modification. *Advances in Psychological Science*, 24(4), 547–555.
- [杨周, Todd, J., 陈红, 黄承志, 苏琳, 高婷. (2016). 疼痛恐惧相关的注意偏向及其矫正. *心理科学进展*, 24(04), 547–555]
- Yao, J., Li, X., Zhang, W., Lin, X., Lyu, X., Lou, W., & Peng, W. (2021). Analgesia induced by anodal tDCS and

- high-frequency tRNS over the motor cortex: Immediate and sustained effects on pain perception. *Brain Stimulation*, 14(5), 1174–1183
- Zhang, W., Zhuo, S., Li, X., & Peng, W. (2022). Autistic Traits and Empathy for Others' Pain Among the General Population: Test of the Mediating Effects of First-Hand Pain Sensitivity. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1–15
- Zhang, W., Li, X., Yao, J., Ye, Q., & Peng, W. (2021). Abnormalities in pain sensitivity among individuals with autism spectrum disorder: evidence from meta-analysis. *Acta Psychologica Sinica*, 53(6), 613–638.
- [张文芸, 李晓云, 姚俊杰, 叶倩, 彭微微. (2021). 自闭症谱系障碍个体的疼痛敏感性异常: 来自元分析的证据. *心理学报*, 53(06), 613–628.]
- Zhao, X., Li, X., Song, Y., & Shi, W. (2019). Autistic traits and prosocial behaviour in the general population: test of the mediating effects of trait empathy and state empathic concern. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 49(10), 3925–3938
- Zhou, L., Wei, H., Zhang, H., Li, X., Bo, C., Wan, L., Lu, X., & Hu, L. (2019). The influence of expectancy level and personal characteristics on placebo effects: Psychological underpinnings. *Frontiers in Psychiatry*, 10, 20
- Ziermans, T., de Bruijn, Y., Dijkhuis, R., Staal, W., & Swaab, H. (2019). Impairments in cognitive empathy and alexithymia occur independently of executive functioning in college students with autism. *Autism*, 23(6), 1519–1530.
-

第二轮

审稿专家 1 意见：无更多修改意见。

审稿专家 3 意见：

引言

意见 1：既然引言部分已经对 ERP 指标 N1, P2, P3 所对应的情绪/认知加工过程做了详细的介绍，假设部分也应具体给出各个指标所预期的结果，而非简单地概括为“高自闭特质个体的情绪共情更强(反映共情早期加工过程的 ERP 响应更强)，而认知共情更弱(反映共情晚期加工过程的 ERP 响应更弱)”。

回应：感谢审稿专家的意见。我们已在假设部分对各个指标提出了预期的具体结果。鉴于高自闭特质和 ASD 群体的相似性，本研究对实验结果提出假设 1：相对于低自闭特质个体，高自闭特质个体在特质和状态情绪共情上更强，表现在特质共情量表上情绪共情维度的得分更高，在目睹他人接受疼痛时诱发更强的早期 ERP 响应(如 N1 和 P2 成分)；高自闭特质个体在特质和状态认知共情上更弱，表现在特质共情量表上认知共情维度的得分更低，在目睹他

人接受疼痛时诱发更弱的晚期 ERP 响应(如 P3 成分)。根据共情的共享表征理论,个体对他人疼痛的共情反应部分依赖于自身疼痛的心理和神经表征。为此,我们进一步提出假设 2: 自闭特质对疼痛共情的影响可能源于自身疼痛的改变,即自身疼痛的特质或状态可以解释高自闭特质人群的疼痛共情表现。已经在文中修改相关内容,标注为橙色(见第 3 页,第 29 行;第 4 页,第 1-7 行)。

方法

意见 2: 请对本研究中刺激强度的选择添加参考文献。

回应: 感谢审稿专家的意见。参考了前人文献(Yao et al., 2021; Zhou et al., 2019), 本研究采用能诱发中等强度疼痛(疼痛评分为 6/10)的刺激。已在文中对刺激强度的选择添加参考文献,标注为橙色(见第 6 页,第 4 行)。

结果与讨论

意见 3: 本研究发现“共情诱发的 P3 响应在 HAQ 和 LAQ 组无显著差异,这提示自闭特质不能显著影响疼痛共情的晚期认知评价过程。”该结果似乎与前人研究广泛发现的“孤独症患者认知共情受损不符”,应进行充分讨论。

回应: 感谢审稿专家的意见。本研究采用假双人疼痛共情范式发现 HAQ 和 LAQ 组在目睹他人接受疼痛时诱发的 P3 成分无显著差异。由于 P3 成分主要反映共情的晚期加工过程,与自上而下的认知评估有关(Cheng et al., 2014; Y. Fan & Han, 2008; Sessa et al., 2014),这一研究结果提示自闭特质没有显著地影响状态认知共情反应。与此相似地, Fan 等人(2014)采用躯体疼痛图片诱发共情反应,发现当要求被试判断图片材料为疼痛或非疼痛时, ASD 组和控制组在 ERP 的晚期成分(如 LPP 成分)上没有显著差异,这提示 ASD 个体在疼痛共情的晚期认知评价加工阶段表现出与普通个体相似的神经响应。然而,元分析结果表明 ASD 个体的认知共情显著弱于普通个体(Song et al., 2019),其中认知共情的评估主要采用眼神读心任务(Reading the Mind in the Eyes, Baron-Cohen et al., 2015; Baron-Cohen et al., 2001; Murray et al., 2017; Ponnet et al., 2004)、多维度共情任务(Multifaceted Empathy Test, Dziobek et al., 2008; Mul et al., 2018)和情绪辨别任务(Emotion Recognition Task, Eyuboglu et al., 2018; Zuluaga Valencia et al., 2018)。这些研究结果的差异性可能是因为不同的研究采用了不同的共情评估范式。未来研究可以采用其他共情诱发范式,如眼神读心任务和多维度共情任务等,进一步验证本研究的结果。已经在文中添加相关讨论,标注为橙色(见第 17 页,第 3-10 行)。

意见 4: 本研究提出,“顶枕叶 P3 和 LPP 成分更多地反映了晚期加工过程,与自上而下的认知评估过程有关”,并且本研究发现“共情诱发的 P3 响应在 HAQ 和 LAQ 组无显著差异,这提示自闭特质不能显著影响疼痛共情的晚期认知评价过程”。然而,本研究同时发现“在自闭特质和共情特质的关系上,自闭特质与观点采择显著负相关($r_{379} = 0.19, p_{\text{dir}} < 0.001$)”,对该相关结果的解释为“高自闭特质在面对他人痛苦时表现出较低的观点采择能力和较强的个体痛苦”。根据前人研究,观点采择对应共情中的认知成分,相关分析得出高自闭特质在面对他人痛苦时观点采择能力较低,而脑电结果似乎并未发现高自闭特质群体认知评估过程的异常,结合以上,本研究中与高自闭特质群体认知共情相关的结果似乎自相矛盾。

回应: 感谢审稿专家的意见。共情既是一种相对稳定的特质,同时也受外部环境影响,是一种不稳定的状态(Cuff et al., 2016)。特质共情是一种相对稳定的人格特质,指个体对他人的情绪、疼痛等感受产生共情的一种普遍能力,具有跨情境的内在一致性;状态共情是指由当下的相关情境所诱发的一种即时且暂时性的共情状态,会受到具体情境的影响(Davis, 1980)。特质共情的评估主要依赖自陈式量表(如人际反应指针量表),而状态共情的评估主要依据被试在特定实验任务中(如观察他人处于疼痛状态的图片或视频)诱发的行为或神经响应(Decety & Moriguchi, 2007; Singer & Lamm, 2009)。本研究结果表明高自闭特质个体在特质和状态认知共情上存在不同的表现:在特质共情上,自闭特质与认知共情呈现负相关,即高自闭特质个体表现出更弱的认知共情能力;在状态共情上,高、低自闭特质个体在目睹他人接受疼痛时诱发的 P3 成分无显著差异,提示了自闭特质不会显著影响状态性的认知共情。与本研究相似地,有研究报告了特质和状态共情的分离(Galang et al., 2020; Jackson et al., 2005; Li & Han, 2010; Slade et al., 2021; Ze et al., 2014),例如观察他人疼痛诱发的 ERP 响应均与共情特质量表得分无关(Galang et al., 2020; Li & Han, 2010);目睹他人疼痛时双侧脑岛的激活与共情特质量表得分无显著关联(Jackson et al., 2005)。然而,未来研究可以采用其他共情诱发范式,如眼神读心任务和多维度共情任务,进一步验证本研究的结果。已经在文中添加相关讨论,标注为橙色(见第 18 页,12-20 行)。

其他

意见 5: 文中新增部分仍有参考文献的格式错误,需进一步修正(举例:“有的则发现 ASD 个体对疼痛反应不足或反应正常(Fründt et al., 2017; 李晋 等, 2015)”) 这一句英文参考文献字体不一致)。

回应：感谢审稿专家的意见。我们已经进一步检查了全文的参考文献，并对出现错误的参考文献格式进行了修正。

参考文献

- Baron-Cohen, S., Bowen, D. C., Holt, R. J., Allison, C., Auyeung, B., Lombardo, M. V., Smith, P., & Lai, M.-C. (2015). The “reading the mind in the eyes” test: complete absence of typical sex difference in ~ 400 men and women with autism. *Plos One*, *10*(8), e0136521.
- Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Hill, J., Raste, Y., & Plumb, I. (2001). The “Reading the Mind in the Eyes” Test revised version: a study with normal adults, and adults with Asperger syndrome or high-functioning autism. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, *42*(2), 241–251
- Cheng, Y., Chen, C., & Decety, J. (2014). An EEG/ERP investigation of the development of empathy in early and middle childhood. *Developmental cognitive neuroscience*, *10*, 160–169.
- Cuff, B. M. P., Brown, S. J., Taylor, L., & Howat, D. J. (2016). Empathy: A review of the concept. *Emotion Review*, *8*(2), 144–153
- Davis, M. H. (1980). A multidimensional approach to individual differences in empathy.
- Decety, J., & Moriguchi, Y. (2007). The empathic brain and its dysfunction in psychiatric populations: Implications for intervention across different clinical conditions. *BioPsychoSocial Medicine*, *1*(1), 1–21.
- Dziobek, I., Rogers, K., Fleck, S., Bahnemann, M., Heekeren, H. R., Wolf, O. T., & Convit, A. (2008). Dissociation of cognitive and emotional empathy in adults with Asperger syndrome using the Multifaceted Empathy Test (MET). *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *38*(3), 464–473.
- Eyuboglu, M., Baykara, B., & Eyuboglu, D. (2018). Broad autism phenotype: theory of mind and empathy skills in unaffected siblings of children with autism spectrum disorder. *Psychiatry and Clinical Psychopharmacology*, *28*(1), 36–42
- Fan, Y., & Han, S. (2008). Temporal dynamic of neural mechanisms involved in empathy for pain: an event-related brain potential study. *Neuropsychologia*, *46*(1), 160–173.
- Fan, Y. T., Chen, C., Chen, S., Decety, J., & Cheng, Y. (2014). Empathic arousal and social understanding in individuals with autism: evidence from fMRI and ERP measurements. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *9*(8), 1203–1213.
- Galang, C. M., Jenkins, M., & Obhi, S. S. (2020). Exploring the effects of visual perspective on the ERP components of empathy for pain. *Social Neuroscience*, *15*(2), 186–198
- Jackson, P. L., Meltzoff, A. N., & Decety, J. (2005). How do we perceive the pain of others? A window into the neural processes involved in empathy. *Neuroimage*, *24*(3), 771–779
- Li, W., & Han, S. (2010). Perspective taking modulates event-related potentials to perceived pain. *Neuroscience Letters*, *469*(3), 328–332.
- Mul, C.-I., Stagg, S. D., Herbelin, B., & Aspell, J. E. (2018). The feeling of me feeling for you: Interoception, alexithymia and empathy in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *48*(9), 2953–2967.
- Murray, K., Johnston, K., Cunnane, H., Kerr, C., Spain, D., Gillan, N., Hammond, N., Murphy, D., & Happé, F. (2017). A new test of advanced theory of mind: The “Strange Stories Film Task” captures social processing differences in adults with autism spectrum disorders. *Autism Research*, *10*(6), 1120–1132
- Ponnet, K. S., Roeyers, H., Buysse, A., De Clercq, A., & Van Der Heyden, E. (2004). Advanced mind-reading in adults with Asperger syndrome. *Autism*, *8*(3), 249–266
- Sessa, P., Meconi, F., Castelli, L., & Dell’Acqua, R. (2014). Taking one’s time in feeling other-race pain: an event-related potential investigation on the time-course of cross-racial empathy. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *9*(4), 454–463.

- Singer, T., & Lamm, C. (2009). The social neuroscience of empathy. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1156(1), 81–96.
- Slade, A., Olsen, K. N., & Thompson, W. F. (2021). An investigation of empathy in male and female fans of aggressive music. *Musicae Scientiae*, 25(2), 189–211.
- Song, Y., Nie, T., Shi, W., Zhao, X., & Yang, Y. (2019). Empathy impairment in individuals with autism spectrum conditions from a multidimensional perspective: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 10, 1902.
- Yao, J., Li, X., Zhang, W., Lin, X., Lyu, X., Lou, W., & Peng, W. (2021). Analgesia induced by anodal tDCS and high-frequency tRNS over the motor cortex: Immediate and sustained effects on pain perception. *Brain Stimulation*, 14(5), 1174–1183
- Ze, O., Thoma, P., & Suchan, B. (2014). Cognitive and affective empathy in younger and older individuals. *Aging & Mental Health*, 18(7), 929–935
- Zhou, L., Wei, H., Zhang, H., Li, X., Bo, C., Wan, L., Lu, X., & Hu, L. (2019). The influence of expectancy level and personal characteristics on placebo effects: Psychological underpinnings. *Frontiers in Psychiatry*, 10, 20
- Zuluaga Valencia, J. B., Marín Correa, L. Y., & Becerra Espinosa, A. M. (2018). Theory of mind and empathy in children with Asperger syndrome diagnosis and a control group. *Psicogente*, 21(39), 88–101
-

第三轮

审稿专家 3 意见：建议接收

编委复审意见：

It is a conditional acceptance.

A minor point for the authors to address. See if they will provide the ethics approval number for the final version. There is no protocol number in the main text now.

实验程序经**大学伦理委员会批准。

回应：We have accordingly provided the ethics approval number in the main text (PN-2021-022).

This can be found in the line 21, page 4 of the manuscript.

Moreover, please ask the authors to have a final proofread for their English abstract.

回应：We have carefully proofread the English abstract. It was additionally edited by a native English speaker. The certificate of language editing is attached below.

主编意见：

该文经多轮审稿，作者根据审稿专家的意见进行了细致的修改，审稿专家同意该文在最后一轮修改后质量有了较大提升，达到心理学报发表的水平。整个审稿流程清楚，符合规范。同意接受