

奖赏正波与儿童青少年内外化问题的研究进展

姚珂珂 王欢 综述 杨真真 审校

(山东省戴庄医院儿童青少年心理科, 山东济宁 272051)

[摘要] 青春期是个体奖赏回路发育的关键时期, 奖赏正波 (reward positivity, RewP) 作为反映奖赏处理的电生理指标之一, 多项研究表明, RewP异常与儿童青少年内外化问题密切相关。此外, 压力性生活事件及睡眠障碍等因素会影响与奖赏相关的大脑活动, 也可能会增加儿童青少年不同精神病理学的风险。因此, 该文对近几年RewP在儿童青少年不同内外化问题中的变化特征进行综述, 以期为内外化问题发病机制的基础研究提供参考, 为其临床诊治寻找新靶标。

[中国当代儿科杂志, 2025, 27 (1): 109-114]

[关键词] 奖赏正波; 内化问题; 外化问题; 儿童; 青少年

Research advances in reward positivity and internalizing and externalizing problems in children and adolescents

YAO Ke-Ke, WANG Huan, YANG Zhen-Zhen. Department of Child and Adolescent Psychiatry, Shandong Daizhuang Hospital, Jining, Shandong 272051, China (Yang Z-Z, Email: 15253754863@139.com)

Abstract: Adolescence is a critical period for the development of the reward circuit, and reward positivity (RewP) is one of the electrophysiological indicators reflecting reward processing. Many studies have shown that abnormalities in RewP is closely associated with internalizing and externalizing problems in children and adolescents. In addition, factors such as stressful life events and sleep disorders can affect reward-related brain activity and increase the risk of various psychopathological problems in this population. The article reviews the characteristics of changes in RewP among children and adolescents with various internalizing and externalizing problems in recent years, aiming to provide a reference for the basic research on the pathogenesis of these issues and to identify new targets for clinical diagnosis and treatment.

[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2025, 27(1): 109-114]

Key words: Reward positivity; Internalizing problem; Externalizing problem; Child; Adolescent

儿童和青少年阶段是内外化问题行为的高发期, 其中内化问题行为是指向个体内部的消极情绪体验, 如抑郁、焦虑等; 外化问题行为是指个体表现出对外部环境缺乏自控力的消极反应行为, 如攻击、违纪、多动障碍等^[1]。研究发现, 抑郁障碍和焦虑障碍在儿童和青少年群体中的全球患病率为2.6%和6.5%^[2]。内外化问题会对儿童和青少年自身的学业成就、家庭功能、同伴关系等方面造成严重的负面影响^[3-4], 引发成年期的多种适应障碍^[5]。目前儿童青少年内外化问题已经成为重要的公共卫生问题^[6], 预防、减少和避免内外

化问题的发生具有重要的现实意义。依据Gray的强化敏感性理论, 个体对奖赏反应的差异与各种精神疾病的发作和维持密切相关, 奖赏反应失调是精神病理学的重要机制之一^[7]。儿童期到青春期间, 处理和响应奖赏的能力对于自身适应性功能至关重要^[8], 与奖赏反应相关的脑区, 如腹侧纹状体和前额叶皮质在该时期经历了关键的发展变化^[9]。研究发现, 行为和神经水平的奖赏过程变化在内外化精神病理学中起重要作用^[10]。

近年来, 越来越多的研究者通过事件相关电位 (event-related potential, ERP) 技术对儿童和青

[收稿日期] 2024-08-16; [接受日期] 2024-12-11

[基金项目] 济宁市重点研发计划 (2021YXNS054)。

[作者简介] 姚珂珂, 女, 硕士研究生, 住院医师。

[通信作者] 杨真真, 女, 主治医师。Email: 15253754863@139.com。

少年的内外化问题进行研究，其中，奖赏正波（reward positivity, RewP）是由奖赏相关信息引起的一个正向 ERP 成分。RewP 是反映大脑奖赏活动非常敏感的一种电生理指标^[11]，研究者常采用门猜测任务、金钱激励延迟任务及气球模拟风险任务（balloon analogue risk task, BART）来评估个体的 RewP 活动。研究发现，RewP 在儿童青少年内外化问题的发展中存在异常^[12-13]，异常的 RewP 可能会预测具有内外化问题的个体。因此，本文总结 RewP 与不同内外化问题的研究进展，为诊断和识别不同问题行为的儿童青少年群体提供理论依据。

1 RewP 与儿童青少年内化问题

1.1 RewP 与抑郁

抑郁已成为儿童青少年成长与发展中常见的心理问题^[14]，快感缺乏是抑郁障碍的核心特征之一。研究发现，个体的快感缺乏反映了其奖赏系统的缺陷，奖赏处理功能障碍可能是抑郁障碍潜在的生物学标志^[15]，RewP 减弱能够预测儿童青少年不同年龄段抑郁症状的发展。Mackin 等^[16]对 9~15 岁儿童青少年抑郁症状与 RewP 之间的关系进行纵向研究，研究显示，12~15 岁青少年的 RewP 与抑郁之间存在双向预测效应，即在青少年 12 岁时，RewP 减弱可以预测其在 15 岁时抑郁症状加重，而在青少年 12 岁时抑郁症状加重也可以预测其 15 岁时 RewP 减弱。另一项纵向研究以女性青少年作为被试，结果显示，RewP 减弱可以预测首发慢性和复发性抑郁障碍，RewP 减弱可能是首发慢性和复发性抑郁障碍的独立危险因素^[17]。2024 年一项研究首次证明 RewP 减弱可能是患有重度抑郁儿童青少年在行为上对奖赏不敏感的一种神经机制^[18]。此外，研究认为儿童青少年 RewP 减弱有遗传可能性。一项针对有抑郁障碍家族史的女性青少年研究表明，青少年表现出 RewP 减弱与其母亲抑郁障碍史相关^[19]。另一项研究显示，在门猜测任务的金钱奖赏条件下儿童诱发的 RewP 波幅大小与其母亲的抑郁程度呈负相关^[20]。Kujawa 等^[21]通过对母亲有抑郁史的儿童青少年进行纵向研究，发现在 RewP 波幅较低儿童青少年中，母亲有抑郁史的群体患抑郁障碍的风险可能增加。综上，RewP 减弱可能是抑郁发病的生理基础，奖赏敏感性减弱对儿童青少年抑郁障碍发作有预测作用。

1.2 RewP 与焦虑

焦虑障碍作为常见的慢性精神疾病之一，对未来存在潜在威胁的情景产生过度担忧、不安、恐惧是其核心特征，奖赏加工在焦虑障碍的发生发展中具有重要作用^[22]。一种观点认为，焦虑障碍的发生是对情绪和奖赏刺激的过度反应，焦虑情绪会引起奖赏回路的激活，而高奖赏敏感性会导致焦虑个体对焦虑情绪的泛化，社交焦虑症状的严重程度与 RewP 增强有关^[23]。Liu 等^[24]利用门猜测任务对 9~12 岁儿童青少年的脑电研究显示，青春期发育较晚的社交焦虑青少年 RewP 增强。但是 Kessel 等^[25]研究认为不同焦虑亚类型间（如社交焦虑障碍和广泛性焦虑障碍）的奖赏加工可能存在差异性，社交焦虑障碍可能与奖赏预期增强有关，社交焦虑儿童在金钱奖赏刺激下的 RewP 波幅增大；而广泛性焦虑障碍与奖赏处理缺陷有关，广泛性焦虑儿童在金钱奖赏刺激下的 RewP 波幅降低。2024 年一项研究针对女性青少年群体探讨了 RewP 与更高层次精神病理学亚因素之间的关系，其中精神病理学的亚因素分析主要分为痛苦因子（如抑郁障碍、心境障碍和广泛性焦虑障碍等）及恐惧因子（如恐惧障碍、社交恐惧障碍和特定恐惧障碍等），研究发现，该研究支持 Kessel 等^[25]的研究结果，青少年的痛苦因子与 RewP 波幅呈负相关，而青少年的恐惧因子与 RewP 波幅呈正相关^[26]。以上研究结果^[24-26]表明，奖赏加工在儿童青少年焦虑障碍的发展中具有特征性模式，RewP 可能在不同焦虑亚类型间存在特异性。

1.3 RewP 与自杀意念

自杀意念是一个严重的公共卫生问题，是指个体在认知层面上产生自杀相关的想法或愿望，并未做出具体行动^[27]。美国国立精神卫生研究所提出的研究领域标准认为，奖赏反应是正价系统之一，可以提高对自杀意念的理解；参与奖赏处理的脑区差异对自杀意念的发生具有重要意义^[28]。有研究表明自杀意念可能会诱发过高的 RewP 波幅。Pegg 等^[29]通过对抑郁青少年进行研究，结果发现，与无自杀意念的抑郁青少年相比，有自杀意念青少年的 RewP 波幅增大。然而，2019 年的一项研究以 7~11 岁的儿童为被试，结果发现，有自杀意念的儿童表现出显著减弱的 RewP^[30]。也有个别研究结果不一致，Gallyer 等^[31]使用纵向分析追踪评估 RewP 在自杀意念儿童中的差异，研究显示，在有自杀意念的儿童青少年群体中未发现异

常的RewP, RewP也不能预测儿童青少年未来2年后的自杀意念。综上,在探讨神经奖赏处理与自杀意念之间的关系时需要更大样本量和更多研究去验证。

2 RewP与儿童青少年外化问题

2.1 RewP与品行问题

品行问题主要发生于儿童和青少年时期,具有攻击、冲动和风险选择倾向等特点^[32]。以往研究表明,有品行问题的儿童青少年往往与自我控制和决策能力受损有关^[33]。一部分研究认为,较高的奖赏敏感性可能是导致青少年做出风险决策的因素之一,与奖赏相关的神经激活与各种冒险行为呈正相关^[34]。Freeman等^[35]选取63名10~19岁女性为被试,通过BART模拟冒险行为开展研究,结果发现奖赏敏感性与冒险行为的相关性在不同年龄段中存在差异, RewP只在青春期晚期可以预测青少年女性的冒险行为, RewP与冒险行为呈显著正相关。而另一部分研究主要考察了儿童青少年物质使用问题(如饮酒等)与RewP的关系。Kallen等^[36]以金钱作为奖赏物让青少年女性执行门猜测任务,结果发现青少年饮酒组在加工金钱反馈时RewP减小,对金钱得失的敏感性减弱,研究表明, RewP可能在儿童青少年早期饮酒风险的识别上存在关键作用。另有研究使用BART得出了类似结果,即问题网络使用组RewP波幅小于对照组^[37]。以上研究^[35-37]均认为RewP的异常活动与个体的品行问题紧密相关,之所以出现不一致的结果是由于部分研究考察了儿童青少年品行问题,而部分研究考察了品行问题对奖赏加工系统的影响,未来研究也可在此基础上进一步探讨儿童青少年不同品行问题与RewP之间的联系。

2.2 RewP与注意缺陷多动障碍

注意缺陷多动障碍(attention deficit hyperactivity disorder, ADHD)是一种源于儿童期常见的神经发育障碍,与发育水平不相符的注意缺陷和/或冲动多动是其主要特征。ADHD个体往往存在不同程度的认知和动机问题^[38],与其执行功能和奖赏系统调节的损害相对应^[39]。Umemoto等^[40]分别以金钱和积分作为反馈物进行研究,结果发现,在金钱反馈条件下诱发的RewP与ADHD儿童青少年无关,而在积分反馈条件下诱发的RewP与ADHD症状呈负相关。另外一项研究表明

ADHD对社会奖赏反馈的敏感性过低^[41]。与此类似,有研究以8~14岁女性青少年为被试进行研究,横断面研究结果表明,在金钱反馈条件下诱发的RewP与ADHD无显著相关性,在随后2年的纵向研究结果表明, RewP与ADHD症状的变化呈负相关^[38]。以上研究^[38, 40-41]说明ADHD儿童青少年对普通奖赏(如金钱)的敏感性不存在异常,而对抽象奖赏(如积分或社会奖赏)的敏感性存在异常,且随着时间的推移, RewP可能会对ADHD症状产生影响。2022年的一项研究提到, ADHD包括3种表型,分别是注意力不集中表型、多动/冲动表型及联合表型,其中奖赏系统失调主要与多动/冲动表型和联合表型有关,与注意力不集中表型并无相关性,该研究对354名青少年的ADHD症状和RewP进行探讨发现,9岁时RewP与当前ADHD症状无关,但与未来多动/冲动表型症状呈正相关^[39]。

3 影响RewP与内外化问题关系的因素

压力性生活事件是指让个体产生不安、担忧及自杀意念等消极情绪体验的应激事件,且遭遇该事件的儿童青少年更容易出现攻击与违纪等外化问题行为。根据社会生态-素质压力模型,家庭冲突、不良养育方式及同伴侵害等压力性生活事件会激活个体的认知脆弱性,导致消极适应结果。Burani等^[42]为了探讨压力源是否能够影响RewP和抑郁症状之间的关系,将应激源分为急性应激源和慢性应激源,并在8~14岁女性青少年群体中进行2年的纵向分析。结果发现,急性应激源调节RewP和抑郁症状的关系,在急性应激源暴露的青少年中, RewP减弱会导致其抑郁程度加重。该研究还表明,在急性应激源暴露较多的个体中, RewP增大可能对其抑郁症状的发生具有保护作用。与此相似,另一项关于压力性生活事件、奖赏敏感性和抑郁症状三者关系的纵向研究发现,在压力性生活事件水平较高的儿童中, RewP减弱可以预测更严重的抑郁症状^[43]。

父母教养方式是家庭对儿童青少年施加压力的重要途径,与青少年抑郁症状发生相关,也与青春期奖赏系统异常有关。一项研究选取149名11~14岁的青少年,探究严厉教养方式(如体罚)在青少年奖赏敏感性和抑郁症状关系中的作用,结果发现,体罚可能会降低青少年对奖赏的神经

反应,而RewP减弱可能会增加个体焦虑和抑郁症状风险^[44]。Hill等^[45]探讨家庭冲突对14~18岁青少年抑郁症状和奖赏反应的影响,结果发现,社会反馈诱发的RewP减弱和家庭矛盾增加与青少年抑郁症状的加剧密切相关。此外,除了压力性生活事件,Burani等^[46]还评估了睡眠、压力性生活事件和奖赏敏感性三者与青少年抑郁症状的关系,结果显示,在高水平的生活压力下,RewP减弱与青少年1年后更严重的抑郁症状有关;在高水平的睡眠障碍下,RewP减弱与青少年1年后更严重的抑郁症状也有关,研究表明,奖赏敏感性较低的青少年在同时经历压力性生活事件或睡眠问题时,会有抑郁症状增加的风险。因此,睡眠问题也可能是影响奖赏敏感性与抑郁症状关系的有效调节因素。

4 总结与展望

RewP作为奖赏反馈加工神经电生理过程的重要指标。在内化问题中,RewP减弱是抑郁个体的重要特征,可以预测青少年抑郁障碍的发展;RewP与不同焦虑亚型有关,社交焦虑可能与RewP增强相关;自杀意念与RewP的研究结果不一致,二者关系仍不明确。在外化问题中,RewP增强与儿童青少年品行问题发生有关,存在品行问题的个体会导致RewP减弱;RewP和ADHD的关系与奖赏类型和ADHD表型紧密相关。

在内外化问题的儿童青少年中,RewP表现异常,但关于二者之间的研究还存在如下问题:(1)RewP在不同研究中的结论解释并不完全一致,使得最终结果的解释有些混乱,未来研究应进一步明确RewP的含义和测量方法,统一对RewP的不同观点。(2)联合不同脑电成分(如晚期正电位)的预测效力优于独立的脑电预测因子,联合预测可以提高疾病的早期干预和诊疗。(3)内外化问题包括不同特征和类型,多种环境因素也在二者之间存在调节作用,可能是研究结果存在差异的原因,未来研究需要明确疾病的异质性及行为特征,并探讨不同因素的作用。(4)目前研究大多来自国外儿童青少年样本,仍缺少中国人群特异性分析,未来研究应该加强对中国样本的关注。

作者贡献声明:姚珂珂负责文章构思、撰写

和修改;王欢参与文章设计,负责参考文献的全文打印或复印;杨真真参与文章修改,负责审校。

利益冲突声明:所有作者均声明无利益冲突。

[参 考 文 献]

- [1] Do VV, Ling PM, Chaffee BW, et al. Concurrent use of tobacco and *Cannabis* and internalizing and externalizing problems in US youths[J]. *JAMA Netw Open*, 2024, 7(7): e2419976. PMID: 38958977. PMCID: PMC11222996. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2024.19976.
- [2] Polanczyk GV, Salum GA, Sugaya LS, et al. Annual research review: a meta-analysis of the worldwide prevalence of mental disorders in children and adolescents[J]. *J Child Psychol Psychiatry*, 2015, 56(3): 345-365. PMID: 25649325. DOI: 10.1111/jcpp.12381.
- [3] Becherer J, Köller O, Zimmermann F. Externalizing behaviour, task-focused behaviour, and academic achievement: an indirect relation? [J]. *Br J Educ Psychol*, 2021, 91(1): 27-45. PMID: 32237146. DOI: 10.1111/bjep.12347.
- [4] 彭银辉,赵莉,李祥,等.家庭功能对青少年内外化问题行为的影响:共情和情绪能力的多重中介作用[J].*四川大学学报(医学版)*, 2024, 55(1): 146-152. PMID: 38322518. PMCID: PMC10839476. DOI: 10.12182/20240160507.
- [5] Dubowitz H, Roesch S, Lewis T. Child maltreatment, early adult substance use, and mediation by adolescent behavior problems[J]. *Child Maltreat*, 2021, 26(2): 238-248. PMID: 32696651. DOI: 10.1177/1077559520941919.
- [6] 李森,张双喜,张姗姗,等.童年期虐待与青少年内外化问题:独特与差别效应[J].*中国临床心理学杂志*, 2024, 32(2): 356-360. DOI: 10.16128/j.cnki.1005-3611.2024.02.020.
- [7] Bijttebier P, Beck I, Claes L, et al. Gray's reinforcement sensitivity theory as a framework for research on personality-psychopathology associations[J]. *Clin Psychol Rev*, 2009, 29(5): 421-430. PMID: 19403216. DOI: 10.1016/j.cpr.2009.04.002.
- [8] Casey BJ, Duhoux S, Malter Cohen M. Adolescence: what do transmission, transition, and translation have to do with it? [J]. *Neuron*, 2010, 67(5): 749-760. PMID: 20826307. PMCID: PMC3014527. DOI: 10.1016/j.neuron.2010.08.033.
- [9] Szenczy AK, Adams EM, Hawes MT, et al. Childhood anhedonia symptoms and stressful life events predict the development of reward-related brain activity across adolescence[J]. *Dev Psychopathol*. 2024. Epub ahead of print. PMID: 38757405. PMCID: PMC11569272. DOI: 10.1017/S0954579424000701.
- [10] Kasparek SW, Jenness JL, McLaughlin KA. Reward processing modulates the association between trauma exposure and externalizing psychopathology[J]. *Clin Psychol Sci*, 2020, 8(6): 989-1006. PMID: 33758689. PMCID: PMC7983845. DOI: 10.1177/2167702620933570.
- [11] 刘正杰,周小娟,李青璇,等.奖赏正波和晚期正电位联合预测抑郁倾向:基于ERP的研究[J].*心理科学*, 2023, 46(4): 980-

990. DOI: 10.16719/j.cnki.1671-6981.202304027.
- [12] Belden AC, Irvin K, Hajcak G, et al. Neural correlates of reward processing in depressed and healthy preschool-age children[J]. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 2016, 55(12): 1081-1089. PMID: 27871643. PMCID: PMC5131532. DOI: 10.1016/j.jaac.2016.09.503.
- [13] Burani K, Mulligan EM, Klawohn J, et al. Longitudinal increases in reward-related neural activity in early adolescence: evidence from event-related potentials (ERPs) [J]. *Dev Cogn Neurosci*, 2019, 36: 100620. PMID: 30731426. PMCID: PMC6595481. DOI: 10.1016/j.dcn.2019.100620.
- [14] 赵科, 尹绍清, 刘虹. 受欺负、欺负容忍及认知情绪调节策略对儿童青少年焦虑抑郁的影响[J]. *中国儿童保健杂志*, 2024, 32(3): 268-272, 279. DOI: 10.11852/zgetbjzz2023-1046.
- [15] Keren H, O'Callaghan G, Vidal-Ribas P, et al. Reward processing in depression: a conceptual and meta-analytic review across fMRI and EEG studies[J]. *Am J Psychiatry*, 2018, 175(11): 1111-1120. PMID: 29921146. PMCID: PMC6345602. DOI: 10.1176/appi.ajp.2018.17101124.
- [16] Mackin DM, Goldstein BL, Mumper E, et al. Longitudinal associations between reward responsiveness and depression across adolescence[J]. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 2023, 62(7): 816-828. PMID: 36764607. PMCID: PMC10313752. DOI: 10.1016/j.jaac.2022.11.013.
- [17] Micheline G, Perlman G, Tian Y, et al. Multiple domains of risk factors for first onset of depression in adolescent girls[J]. *J Affect Disord*, 2021, 283: 20-29. PMID: 33516083. PMCID: PMC7954924. DOI: 10.1016/j.jad.2021.01.036.
- [18] Pitliya RJ, Burani K, Nelson BD, et al. Reward-Related brain activity mediates the relationship between decision-making deficits and pediatric depression symptom severity[J]. *Biol Psychiatry Cogn Neurosci Neuroimaging*, 2024. Epub ahead of print. PMID: 38942146. DOI: 10.1016/j.bpsc.2024.06.007.
- [19] Freeman C, Ethridge P, Banica I, et al. Neural response to rewarding social feedback in never-depressed adolescent girls and their mothers with remitted depression: associations with multiple risk indices[J]. *J Psychopathol Clin Sci*, 2022, 131(2): 141-151. PMID: 35230858. DOI: 10.1037/abn0000728.
- [20] Kujawa A, Proudfit GH, Klein DN. Neural reactivity to rewards and losses in offspring of mothers and fathers with histories of depressive and anxiety disorders[J]. *J Abnorm Psychol*, 2014, 123(2): 287-297. PMID: 24886003. PMCID: PMC5025295. DOI: 10.1037/a0036285.
- [21] Kujawa A, Hajcak G, Klein DN. Reduced reward responsiveness moderates the effect of maternal depression on depressive symptoms in offspring: evidence across levels of analysis[J]. *J Child Psychol Psychiatry*, 2019, 60(1): 82-90. PMID: 29978904. PMCID: PMC6296896. DOI: 10.1111/jcpp.12944.
- [22] 巫静怡, 甘淑珍, 程文红. 焦虑个体奖赏反馈的脑电研究[J]. *临床精神医学杂志*, 2019, 29(5): 346-348. DOI: 10.3969/j.issn.1005-3220.2019.05.020.
- [23] Nelson BD, Jarcho JM. Neural response to monetary and social feedback demonstrates differential associations with depression and social anxiety[J]. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 2021, 16(10): 1048-1056. PMID: 33942882. PMCID: PMC8483280. DOI: 10.1093/scan/nsab055.
- [24] Liu P, Tan JXY. Reward positivity moderates the association between pubertal status and social anxiety symptoms in nine-to-12-year-old youths[J]. *Int J Psychophysiol*, 2024, 202: 112390. PMID: 38964545. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2024.112390.
- [25] Kessel EM, Kujawa A, Hajcak Proudfit G, et al. Neural reactivity to monetary rewards and losses differentiates social from generalized anxiety in children[J]. *J Child Psychol Psychiatry*, 2015, 56(7): 792-800. PMID: 25363803. PMCID: PMC4667724. DOI: 10.1111/jcpp.12355.
- [26] Beatty CC, Gair K, Anatala J, et al. Neural response to monetary and social rewards and familial risk for psychopathology in adolescent females[J]. *Psychol Med*, 2024, 54(8): 1768-1778. PMID: 38173094. DOI: 10.1017/S0033291723003720.
- [27] 应梦婷, 江光荣, 鲁婷, 等. 从自杀意念到自杀尝试: 自杀行动转变的理论模型与风险因素[J]. *中国临床心理学杂志*, 2024, 32(2): 314-322. DOI: 10.16128/j.cnki.1005-3611.2024.02.014.
- [28] Auerbach RP, Pagliaccio D, Allison GO, et al. Neural correlates associated with suicide and nonsuicidal self-injury in youth[J]. *Biol Psychiatry*, 2021, 89(2): 119-133. PMID: 32782140. PMCID: PMC7726029. DOI: 10.1016/j.biopsych.2020.06.002.
- [29] Pegg S, Dickey L, Green H, et al. Differentiating clinically depressed adolescents with and without active suicidality: an examination of neurophysiological and self-report measures of reward responsiveness[J]. *Depress Anxiety*, 2020, 37(9): 876-884. PMID: 32248653. PMCID: PMC9202003. DOI: 10.1002/da.23012.
- [30] Tsypes A, Owens M, Gibb BE. Blunted neural reward responsiveness in children with recent suicidal ideation[J]. *Clin Psychol Sci*, 2019, 7(5): 958-968. PMID: 32042508. PMCID: PMC7009725. DOI: 10.1177/2167702619856341.
- [31] Gallyer AJ, Burani K, Mulligan EM, et al. Examining blunted initial response to reward and recent suicidal ideation in children and adolescents using event-related potentials: failure to conceptually replicate across two independent samples[J]. *Clin Psychol Sci*, 2023, 11(6): 1011-1025. PMID: 38098687. PMCID: PMC10720695. DOI: 10.1177/21677026221120426.
- [32] 纪林芹. 初中学生品行问题的发展轨迹、影响因素与干预[J]. *教育科学研究*, 2019(12): 88-92. DOI: 10.3969/j.issn.1009-718X.2019.12.015.
- [33] van Duijvenvoorde ACK, van Hoorn J, Blakenstein NE. Risks and rewards in adolescent decision-making[J]. *Curr Opin Psychol*, 2022, 48: 101457. PMID: 36088823. DOI: 10.1016/j.copsyc.2022.101457.
- [34] van Duijvenvoorde AC, Peters S, Braams BR, et al. What motivates adolescents? Neural responses to rewards and their influence on adolescents' risk taking, learning, and cognitive control[J]. *Neurosci Biobehav Rev*, 2016, 70: 135-147. PMID: 27353570. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2016.06.037.
- [35] Freeman C, Dirks M, Weinberg A. Neural response to rewards predicts risk-taking in late but not early adolescent females[J].

- Dev Cogn Neurosci, 2020, 45: 100808. PMID: 32658759. PMCID: PMC7358180. DOI: 10.1016/j.dcn.2020.100808.
- [36] Kallen AM, Patrick CJ, Bartholow BD, et al. Drinking alcohol by mid-adolescence is related to reduced reward reactivity: novel evidence of positive valence system alterations in early initiating female youth[J]. Biol Psychol, 2023, 181: 108597. PMID: 37268265. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2023.108597.
- [37] Yau YH, Potenza MN, Mayes LC, et al. Blunted feedback processing during risk-taking in adolescents with features of problematic internet use[J]. Addict Behav, 2015, 45: 156-163. PMID: 25679363. PMCID: PMC4517289. DOI: 10.1016/j.addbeh.2015.01.008.
- [38] Kallen AM, Perkins ER, Klawohn J, et al. Cross-sectional and prospective associations of P300, RewP, and ADHD symptoms in female adolescents[J]. Int J Psychophysiol, 2020, 158: 215-224. PMID: 33075431. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2020.08.017.
- [39] Bunford N, Kujawa A, Dyson M, et al. Examination of developmental pathways from preschool temperament to early adolescent ADHD symptoms through initial responsiveness to reward[J]. Dev Psychopathol, 2022, 34(3): 841-853. PMID: 33722319. DOI: 10.1017/S0954579420002199.
- [40] Umemoto A, Lukie CN, Kerns KA, et al. Impaired reward processing by anterior cingulate cortex in children with attention deficit hyperactivity disorder[J]. Cogn Affect Behav Neurosci, 2014, 14(2): 698-714. PMID: 24874420. DOI: 10.3758/s13415-014-0298-3.
- [41] Babinski DE, Kujawa A, Kessel EM, et al. Sensitivity to peer feedback in young adolescents with symptoms of ADHD: examination of neurophysiological and self-report measures[J]. J Abnorm Child Psychol, 2019, 47(4): 605-617. PMID: 30155685. PMCID: PMC6395560. DOI: 10.1007/s10802-018-0470-2.
- [42] Burani K, Brush CJ, Shields GS, et al. Cumulative lifetime acute stressor exposure interacts with reward responsiveness to predict longitudinal increases in depression severity in adolescence[J]. Psychol Med, 2023, 53(10): 4507-4516. PMID: 37698514. PMCID: PMC10388334. DOI: 10.1017/S0033291722001386.
- [43] Goldstein BL, Kessel EM, Kujawa A, et al. Stressful life events moderate the effect of neural reward responsiveness in childhood on depressive symptoms in adolescence[J]. Psychol Med, 2020, 50(9): 1548-1555. PMID: 31274066. PMCID: PMC8101023. DOI: 10.1017/S0033291719001557.
- [44] Burani K, Brush CJ, Spahr C, et al. Corporal punishment is uniquely associated with a greater neural response to errors and blunted neural response to rewards in adolescence[J]. Biol Psychiatry Cogn Neurosci Neuroimaging, 2023, 8(2): 210-218. PMID: 36152947. DOI: 10.1016/j.bpsc.2022.09.004.
- [45] Hill KE, Dickey L, Pegg S, et al. Associations between parental conflict and social and monetary reward responsiveness in adolescents with clinical depression[J]. Res Child Adolesc Psychopathol, 2023, 51(1): 119-131. PMID: 35852700. PMCID: PMC9771890. DOI: 10.1007/s10802-022-00949-7.
- [46] Burani K, Klawohn J, Levinson AR, et al. Neural response to rewards, stress and sleep interact to prospectively predict depressive symptoms in adolescent girls[J]. J Clin Child Adolesc Psychol, 2021, 50(1): 131-140. PMID: 31328972. PMCID: PMC6980457. DOI: 10.1080/15374416.2019.1630834.
- (本文编辑: 王颖)
- (版权所有©2025 中国当代儿科杂志)