

本文引文格式:杨萌,程丽婷,许籽妍,等.基于眼动一面孔情绪识别范式的自闭症谱系障碍儿童一级亲属情感认知研究[J].右江民族医学院学报,2024,46(4):538-542.

【论著与临床报道】

基于眼动一面孔情绪识别范式的自闭症谱系障碍儿童一级亲属情感认知研究

杨萌^{1,2},程丽婷^{1,2},许籽妍^{1,2},黄锦仪^{1,2},陈京学^{1,2},张斐然^{1,2},张顺花^{1,2}

(1. 蚌埠医科大学医学影像学院,安徽 蚌埠 233030;

2. 数字医学和智慧健康安徽省重点实验室,安徽 蚌埠 233030)

摘要:目的 探讨自闭症谱系障碍(autism spectrum disorder, ASD)儿童一级亲属的情感认知特点,以揭示 ASD 的家族性影响。方法 招募 33 名 ASD 儿童一级亲属和 32 名正常发育(typically developing, TD)儿童一级亲属,分别完成人际反应指针量表(Interpersonal Response Indicator, IRI)、多伦多述情障碍量表(Toronto Alexithymia Scale, TAS-20),以及眼动一面孔情绪识别任务。结果 ①ASD 儿童一级亲属和 TD 儿童的一级亲属对情绪面孔“惊”的识别正确频次更高,并且 TD 儿童一级亲属更容易识别“悲”面孔,但两组在眼动一面孔情绪识别任务的反应准确性上差异无统计学意义;②与 TD 儿童一级亲属相比,ASD 儿童一级亲属在观点采择方面的得分较低,个人忧伤得分较高;③ASD 儿童一级亲属的外向性思维得分与共情能力、想象能力、观点采择及共情关注呈负相关,个人忧伤得分与述情障碍呈正相关。结论 ASD 儿童一级亲属对特定负面情绪的辨别能力存在差异,且其个人忧伤与情感辨别能力相关联,情绪类型能影响 ASD 儿童一级亲属和 TD 儿童一级亲属对情绪面孔识别的能力。

关键词:自闭症谱系障碍;一级亲属;面孔情绪识别;共情;述情障碍

中图分类号:R742.8

文献标识码:A

文章编号:1001-5817(2024)04-0538-05

doi:10.3969/j.issn.1001-5817.2024.04.013

A study on the affective cognition of first-level relatives of children with autism spectrum disorder based on the eye movement-face emotion recognition paradigm

YANG Meng^{1,2}, CHENG Liting^{1,2}, XU Ziyang^{1,2}, HUANG Jingyi^{1,2},
CHEN Jingxue^{1,2}, ZHANG Feiran^{1,2}, ZHANG Shunhua^{1,2}

(1. School of Medical Imaging, Bengbu Medical University, Bengbu 233030,
Anhui, China; 2. Anhui Provincial Key Laboratory of Digital Medicine
and Smart Health, Bengbu 233030, Anhui, China)

Abstract: **Objective** To investigate the affective and cognitive characteristics of first-degree relatives of children with autism spectrum disorder (ASD) to reveal the familial impact of ASD. **Methods** We recruited 33 first-degree relatives of children with ASD and 32 first-degree relatives of typically developing (TD) children. Participants completed the Interpersonal Response Indicator (IRI), the Toronto Alexithymia Scale (TAS-20), and an eye-tracking face emotion recognition task. **Results** ①Both the first-degree relatives of ASD children and those of TD children had higher correct recognition frequencies for the “surprised” emotional

基金项目:国家级大学生创新创业训练计划项目(202110367049,202210367022);蚌埠医科大学数字医学与智慧健康省重点实验室开放课题基金项目(AHCM2023Z001)

第一作者:杨萌,大学生, E-mail:3022922866@qq.com

通讯作者:张顺花,教授,硕士研究生导师,研究方向:高等医学教育与认知神经科学, E-mail:0800076@bbmc.edu.cn

face. Additionally, the first-degree relatives of TD children were more likely to recognize the “sad” face. However, there was no significant difference in response accuracy for the eye movement-face emotion recognition task between the two groups; ② Compared with the first-degree relatives of TD children, first-degree relatives of ASD children scored lower on viewpoint-taking and higher on personal grief; ③ The extroverted thinking scores of first-degree relatives of ASD children were negatively correlated with empathy ability, imagination ability, viewpoint-taking, and empathetic attention. Conversely, personal grief scores were positively correlated with alexithymia. **Conclusion** There are discernible differences in the ability of first-degree relatives of children with ASD to discriminate specific negative emotions. Personal sadness is associated with emotional discernment, and emotional type can affect the ability of first-degree relatives of children with ASD and TD to recognize emotional faces.

Key words: autism spectrum disorder; first-degree relatives; facial emotion recognition; empathy; alexithymia

自闭症谱系障碍 (autism spectrum disorder, ASD) 属于一类广泛性神经发育障碍疾病, 其核心症状涉及社交互动障碍, 具体表现包括但不限于面孔情绪加工异常、人际交往困难、目光接触较少等^[1]。在我国, 6~12 岁儿童的 ASD 患病率为 0.7%^[2], 并且这一数据以惊人的速度逐年递增。在 ASD 儿童的家庭中, 一级亲属往往表现出与 ASD 相似的行为特质, 这种现象被称为泛自闭症表型 (broad autism phenotype, BAP)^[3]。这些特征可能以较轻微的形式存在, 但它们对于理解 ASD 的遗传背景至关重要。此外, 早期情感经历的缺失与成人期抑郁症状之间的关联已被广泛报道^[4], 进一步强调了对 ASD 家庭情感认知特性研究的必要性。面孔情绪识别 (facial emotion recognition, FER) 作为情绪识别的核心要素, 也是社会认知的基石^[5]。ASD 患者常常面临面部感知处理的异常, 这直接影响了他们对面孔情绪的识别能力^[5-6]。研究表明, ASD 儿童在成长的早期阶段就已经表现出非典型的面孔注视模式, 以及在识别不同情绪表情时的困难^[5]。眼动追踪技术因其精确记录个体的视觉注意力分配, 已逐渐成为 ASD 研究领域的重要工具^[7-8]。

尽管已有众多研究探讨了 ASD 患者及其亲属的认知和行为特性, 但专门针对 ASD 儿童一级亲属在面孔情绪识别方面的眼动研究仍相对不足。本研究利用眼动追踪技术, 探索 ASD 患者一级亲属在面孔情绪识别上的潜在遗传倾向及其特有表现, 以期为理解 ASD 的遗传背景及其对社交功能的影响提供科学依据。

1 对象和方法

1.1 研究对象 本研究共纳入 65 名参与者, 分为两组: ASD 儿童一级亲属 33 名 (9 名男性、24 名女性) 和正常发育 (typically developing, TD) 儿童一级亲属 32 名 (10 名男性、22 名女性)。所有参与者均接受了由 1 名经过专业培训的研究人员实施的神经心理学评估和

认知功能测试。入组标准包括正常视力、无听力障碍、右利手, 且无严重神经精神或躯体疾病。排除标准为眼部疾病、左利手、颅脑外伤史、神经精神疾病史及物质依赖。本研究已获蚌埠医学院伦理委员会批准, 参与者均签署知情同意书。

1.2 研究方法 本研究综合运用了神经心理学评估、情感量表分析以及眼动追踪技术, 以探究 ASD 儿童一级亲属的情感认知特性。具体方法如下:

1.2.1 神经心理学背景测验 为了评估参与者的认知功能, 本研究采用了 4 种标准化的神经心理学测验^[9]。包括蒙特利尔认知评估量表 (Montreal Cognitive Assessment, MoCA), 数字广度测试 (digit span, DS), Stroop 字词色任务以及连线任务 (trail making test, TMT)。这些测验涵盖了注意力、执行功能、记忆、语言、视觉结构技能等多个认知领域^[10-11]。

1.2.2 人际关系指数量表 (Interpersonal Reactivity Index, IRI) 和多伦多述情障碍量表 (Toronto Alexithymia Scale, TAS-20) IRI 量表用来评估参与者的共情能力, 包括观点采择 (perspective taking, PT)、想象 (fantasy, FS)、共情关注 (empathetic concern, EC) 和个人忧伤 (personal distress, PD) 4 个因子; 包含 28 个条目, 每个条目采用 0~4 级评分系统, 总分范围是 0~112 分, 总分越高, 表明共情能力越强。该量表已被验证具有良好的信度和效度^[12]。而 TAS-20 量表则用于了解个体情感认知和表达能力, 包括情感辨识 (F1)、情感描述 (F2) 和外向性思维 (F3) 3 个因子, 共 20 个条目, 每个条目均采用 5 级评分制, 总分越高表示患者的述情障碍程度越严重^[13]。

1.2.3 眼动追踪实验 参考前人的研究^[8], 实验使用 iView VIII 眼动仪系统进行眼动追踪, 以精确检测参与者在面孔情绪识别任务中的眼动行为。实验材料包括 36 张黑白情绪面孔刺激材料, 涵盖 6 种基本情绪 (喜、怒、悲、恐、惊、厌)。在情绪识别任务中, 参与者需要在

看到情绪问题和选项后迅速做出选择,他们的选择和反应时间将被记录。实验的顺序和时间安排如图 1 所

示,确保了实验的标准化和可重复性。

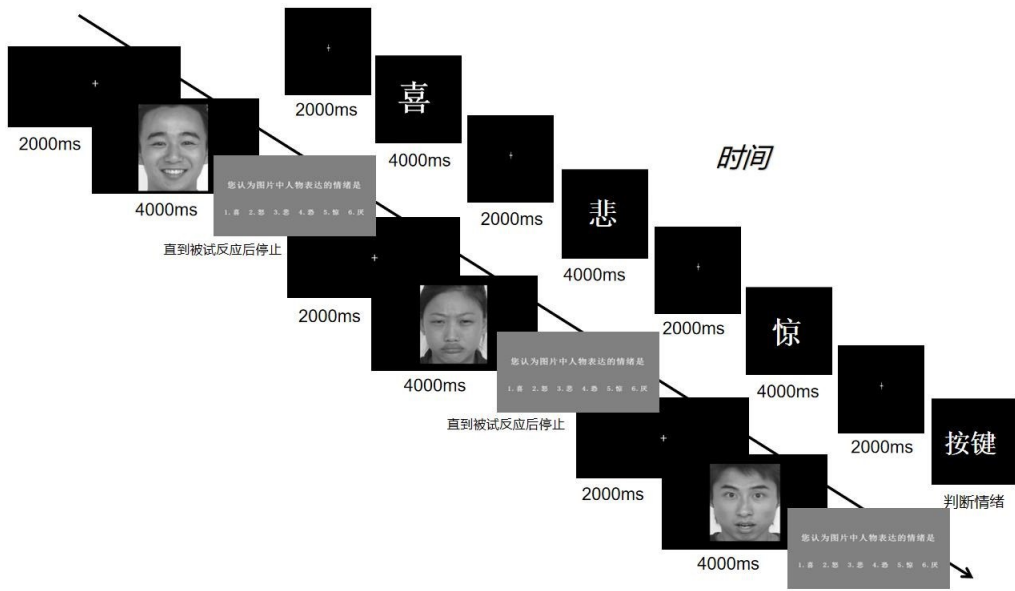


图 1 情绪面孔识别范式流程图

1.3 统计学方法 使用 SPSS 22.0 进行统计分析, BeGaze 软件进行眼动数据分析。独立样本 t 检验用于分析两组(ASD 患者一级亲属组与 TD 儿童一级亲属组)之间的年龄、受教育年限等连续变量,结果将以 $(\bar{x} \pm s)$ 的形式呈现。 χ^2 检验用于分析两组之间的性别分布差异。对于量表及神经心理认知测验的得分,也将采用独立样本 t 检验来比较两组间的差异。对于眼动数据,将使用重复测量方差分析(ANOVA),以考察不同条件下被试的表现差异。 $P < 0.05$ 将被认为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 研究对象 共有 65 名,其中 ASD 儿童一级亲属 33 名,男性 9 名,女性 24 名,平均年龄为 (34.55 ± 6.61) 岁,平均受教育年限为 (11.97 ± 3.55) 年,TD 儿童一级亲属 32 名,男性 10 名,女性 22 名,平均年龄为 (34.03 ± 3.63) 岁,平均受教育年限为 (13.38 ± 3.29) 年。两组研究对象的背景资料差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

表 1 两组研究对象的背景资料

变量	ASD 组 ($n=33$)	TD 组 ($n=32$)	t/χ^2	P
男(女)	9(24)	10(22)	0.124	0.724
年龄/岁	34.55 ± 6.61	34.03 ± 3.63	0.390	0.698
教育年限/年	11.97 ± 3.55	13.38 ± 3.29	-1.654	0.103

注:表内计量资料数据以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示。

2.2 神经心理学背景测验结果 MoCA 结果显示,两

组认知功能差异无统计学意义($P > 0.05$);Stroop 结果显示,两组 SIE 耗时差异无统计学意义($P > 0.05$);DS 测试结果显示,ASD 儿童一级亲属在 DS 顺测验上的得分低于 TD 儿童一级亲属($P < 0.05$),而在 DS 逆测验上得分与 TD 儿童一级亲属相比差异无统计学意义($P > 0.05$);TMT 结果显示,ASD 儿童一级亲属在 TMT1 测验上的得分与 TD 儿童一级亲属相比差异无统计学意义($P > 0.05$),而在 TMT2 测验的得分高于 TD 儿童一级亲属($P < 0.05$),见表 2。

表 2 两组研究对象的神经心理测试结果比较

变量	ASD 组 ($n=33$)	TD 组 ($n=32$)	t	P
MoCA	26.36 ± 1.90	27.19 ± 1.42	-1.973	0.053
DS 顺	7.88 ± 1.11	8.53 ± 1.16	-2.312	0.024 ^a
DS 逆	5.39 ± 1.03	5.84 ± 1.39	-1.483	0.143
Stroop1	16.02 ± 4.25	14.47 ± 3.16	1.673	0.099
Stroop2	17.78 ± 4.34	16.41 ± 3.04	1.468	0.147
Stroop3	30.08 ± 11.94	26.70 ± 6.29	1.418	0.161
SIE 耗时	12.30 ± 9.90	10.29 ± 5.80	0.993	0.324
TMT1	46.45 ± 13.86	40.34 ± 14.61	1.732	0.088
TMT2	87.21 ± 24.62	75.56 ± 18.49	2.151	0.035 ^a

注:①表内计量资料数据以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示。②DS 表示数字广度测试,Stroop1、Stroop2、Stroop3 表示字词色任务,SIE 耗时 = Stroop3 耗时 - Stroop2 耗时,TMT 表示连线任务。a: $P < 0.05$ 。

2.3 两组研究对象的被试量表结果 IRI 量表显示,两组在 IRI 总分以及 FS 分量表和 EC 分量表上得分

差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。但在 PT 分量表上, ASD 儿童一级亲属的得分低于 TD 儿童一级亲属; PD 分量表上, ASD 儿童一级亲属的得分高于 TD 儿童一级亲属 ($P < 0.05$)。TAS-20 量表得分结果: ASD 儿童一级亲属的述情障碍量表平均得分在 51 分, 显示整体上 ASD 儿童一级亲属具有中等程度述情障碍; TD 儿童一级亲属述情障碍量表平均得分 < 51 分, 显示整体上 TD 儿童一级亲属无述情障碍, 见表 3。

表 3 两组研究对象得分比较 单位:分

项目	ASD 组 ($n=33$)	TD 组 ($n=32$)	t	P
IRI 总分	66.85±8.39	67.13±10.74	-0.116	0.908
PT	16.24±3.33	18.59±2.73	-3.108	0.003 ^a
FS	16.00±4.41	16.03±4.69	-0.028	0.978
EC	17.48±3.59	17.91±3.67	-0.468	0.641
PD	17.12±3.64	14.59±4.09	2.633	0.011 ^a
TAS-20 总分	50.91±9.39	48.41±10.31	1.024	0.310
F1	15.64±5.04	15.06±5.29	0.448	0.656
F2	13.18±3.33	12.34±3.06	1.055	0.296
F3	22.09±3.23	21.00±3.78	1.252	0.215

注:①表内计量资料数据以($\bar{x} \pm s$)表示。②PT 表示观点采择, FS 表示想象, EC 表示共情关注, PD 表示个人忧伤, F1 表示情感辨别不能, F2 表示情感描述不能, F3 表示外向性思维, a: $P < 0.05$ 。

对 ASD 儿童一级亲属组进行述情障碍与共情能力相关性分析结果显示: TAS-20 总分与 PT 得分、FS 得分呈负相关 ($r = -0.372, -0.351, P < 0.05$), 与 PD 得分呈正相关 ($r = 0.430, P < 0.05$); F1 得分与 PD 得分呈正相关 ($r = 0.381, P < 0.05$); F2 得分与 PT 得分呈负相关 ($r = -0.368, P < 0.05$), 与 PD 得分呈正相关 ($r = 0.478, P < 0.01$); F3 得分与 IRI 总分、FS 呈负相关 ($r = -0.448, -0.500, P < 0.01$), 见表 4。

表 4 ASD 一级亲属述情障碍与共情缺陷相关分析

项目	IRI 总分	PT	FS	EC	PD
TAS-20 总分	-0.189	-0.372 ^b	-0.351 ^b	-0.102	0.430 ^b
F1	-0.022	-0.248	-0.202	0.041	0.381 ^b
F2	-0.065	-0.368 ^b	-0.198	-0.052	0.478 ^a
F3	-0.448 ^a	-0.316	-0.500 ^a	-0.305	0.164

注: PT 表示观点采择, FS 表示想象, EC 表示共情关注, PD 表示个人忧伤, F1 表示情感辨别不能, F2 表示情感描述不能, F3 表示外向性思维。a: $P < 0.01$, b: $P < 0.05$ 。

2.4 眼动任务结果 两组对 6 种不同面孔情绪识别的正确频次的描述统计, 见表 5。

表 5 两组不同情绪类型的正确反应频次

情绪类型	ASD 组 ($n=33$)	TD 组 ($n=32$)
喜	0.70±0.68	0.72±1.02
怒	0.82±0.95	0.59±0.67
悲	0.79±0.93	1.09±0.96
厌	0.79±0.82	0.50±0.57
惊	1.33±1.19	1.06±0.84
恐	0.58±0.75	0.41±0.61

注: 表内计量资料数据以($\bar{x} \pm s$)表示。

以情绪识别正确频次作为因变量, 进行 2(组别) \times 6(情绪类型) 的重复测量方差分析, 如表 6, 结果显示: 组别主效应不显著: $F(1, 63) = 1.451, P = 0.233$ 。面孔情绪主效应显著: $F(1, 63) = 5.603, P < 0.001, \eta^2 = 0.082$ 。事后比较发现, ASD 一级亲属惊 ($M = 1.33, SD = 1.19$) 面孔识别正确频次大于喜 ($M = 0.70, SD = 0.68$)、怒 ($M = 0.82, SD = 0.95$)、悲 ($M = 0.79, SD = 0.93$)、厌 ($M = 0.79, SD = 0.82$)、恐 ($M = 0.58, SD = 0.75$); TD 一级亲属对悲 ($M = 1.09, SD = 0.96$)、惊 ($M = 1.33, SD = 1.19$) 面孔识别正确频次大于喜 ($M = 0.72, SD = 1.02$)、怒 ($M = 0.59, SD = 0.67$)、厌 ($M = 0.50, SD = 0.57$)、恐 ($M = 0.41, SD = 0.61$)。两因素交互作用比较差异无统计学意义: $F(1, 63) = 1.182, P = 0.318$ 。

表 6 两组被试面部表情识别的正确反应频次方差分析

项目	F	df	P	η^2
组别	1.451	1.000	0.233	0.023
情绪类型	5.603	5.000	< 0.001	0.082
组别 * 情绪类型	1.182	5.000	0.318	0.018

3 讨论

本研究旨在探讨 ASD 儿童一级亲属的情感认知特点, 以期揭示 ASD 的家族性影响。本研究的神经心理学背景测验结果表明, 两组参与者在 MoCA 和 Stroop 测试中的表现没有显著差异, 可以推测 ASD 儿童一级亲属的一般认知功能和加工速度与正常儿童一级亲属相当。然而, 在 DS 测试中, ASD 儿童一级亲属在 DS 顺测试上得分低于 TD 儿童一级亲属, 表明 ASD 家族成员在短期记忆和/或工作记忆方面可能存在轻微困难。TMT 测验结果表明 ASD 儿童一级亲属处理信息的速度相对较慢, 暗示 ASD 儿童一级亲属加工处理信息的能力相对较弱, 但执行功能并无异常。

本研究 IRI 量表测试结果显示, 虽然在总分上两组差异无统计学意义, 但是在 PT 和 PD 分量表上, ASD 儿童一级亲属与 TD 儿童一级亲属的表现均存在差异。ASD 儿童一级亲属的 PT 分量表得分较低, 这可能反映了他们自发采纳他人观点的倾向较差, 在紧张的人际场景中, 所感受到的焦虑与不适更强, 即

ASD一级儿童亲属可能在理解他人情绪和立场方面存在困难;而在PD得分较高,表明他们在面对他人情感困境时表现出了更高水平的个人焦虑或困扰。也就是说,虽然ASD儿童一级亲属在认知共情方面可能面临挑战,他们却在情绪共情上的表现相对较好。这种差异化的共情能力模式为深入了解ASD家庭成员社交互动特征提供了新视角。TAS-20量表结果显示,与TD儿童一级亲属相比,ASD儿童一级亲属表现出更高的述情障碍得分,表明ASD儿童的直系亲属在情感识别与情感表达方面存在挑战,呈现出较高的述情障碍特质,进一步支持了ASD具有潜在的遗传倾向的观点。此结果与先前的研究结论相吻合^[3]。IRI量表和TAS-20量表相关性结果显示,ASD儿童一级亲属表现出较高的个人忧伤水平,较低的换位思考和想象能力,这可能与较高水平的述情障碍有关。可以推测,ASD儿童一级亲属在情感理解和表达方面所遇到的挑战,导致了他们在共情反应中更容易受到个人情绪的困扰,同时也可能降低了他们通过换位思考和想象力来理解他人情感和观点的能力。

本研究结果中,ASD儿童一级亲属在识别面孔情绪刺激方面不存在问题,除情绪主效应差异有统计学意义外,其余主效应及交互效应均无统计学意义,两组间面孔情绪识别能力未显示差异性。人类在构建和谐社会的进程中常需要进行社会交流,对面孔情绪的准确识别构成了其中的关键环节。正确的面部表情识别能够帮助人们更好地理解他人的情绪状态,促进相互理解,并有助于建立和谐的人际关系。有研究发现^[14],人们对面孔的不同识别阈值受面孔表达程度影响,自闭症谱系障碍组与对照组都更容易识别快乐、悲伤和惊讶,更难识别愤怒、厌恶和恐惧。本研究结果发现情绪类型也会影响ASD儿童一级亲属和TD儿童的一级亲属对情绪面孔的识别,两组对于情绪面孔“惊”的识别正确频次更高,并且TD儿童一级亲属更容易识别“悲”面孔。这一发现可能暗示ASD家族成员对特定情绪刺激的敏感性增加。

本研究结果显示,在面孔情绪识别方面,两组均能识别诸如高兴、愤怒等基本的面部情绪,在准确性上两组没有太大的差别,未发现ASD儿童一级亲属在准确识别情绪的面部表情方面存在缺陷,验证了已有研究结论^[15]。并且,两组对惊讶的识别能力均高于其他情绪类型。ASD儿童一级亲属的换位思考能力较正常人困难,与TD儿童一级亲属相比,他们表现出了高水平的个人痛苦。

本研究为进一步了解ASD家族成员的情感认知特点提供了新视角,并对未来的干预措施设计具有潜在意义。但仍存在一些局限性,对于面孔情绪识别模式的总体样本量相对较小,需要进行更大样本量的研究来验证结论。

参考文献:

- [1] 苗小燕,齐媛,李锐.近十年我国孤独症研究综述——基于CNKI数据库的CiteSpace分析[J].中国特殊教育,2023,(12):54-61.
- [2] ZHOU H, XU X, YAN W L, et al. Prevalence of autism spectrum disorder in China: a nationwide multi-center population-based study among children aged 6 to 12 years [J]. *Neurosci Bull*, 2020, 36(9):961-971.
- [3] CHA W J, KIM K. Diminished emotion recognition with reduced face gaze in complex situation in individuals with broad autism phenotype [J]. *Int J Clin Health Psychol*, 2023, 23(4):100399.
- [4] 陈艳玲,张俊杰,顾琼,等.情感气质在医学生童年情感虐待与抑郁症状关联中的作用[J].右江民族医学院学报,2023,45(6):923-928.
- [5] 陈倩,静进.孤独症谱系障碍面孔情绪识别的研究进展[J].教育生物学杂志,2021,9(5):341-346.
- [6] 杨道良,陈玄玄,季卫东,等.孤独症谱系障碍患者生物运动知觉障碍与社会认知功能的关系及其神经机制的研究进展[J].国际精神病学杂志,2021,48(4):607-610.
- [7] 孙宾宾,韦臻,冯哲,等.眼动追踪技术在孤独症谱系障碍临床诊断中的应用研究[J].中国儿童保健杂志,2020,28(1):10-14.
- [8] SETIEN-RAMOS I, LUGO-MARÍN J, GISBERT-GUSTEMPS L, et al. Eye-tracking studies in adults with autism spectrum disorder: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Autism Dev Disord*, 2023, 53(6):2430-2443.
- [9] 胡盼盼,周珊珊,吴兴启,等.HKU-AHMU成套量表在不同年龄健康人群中的应用[J].中国现代神经疾病杂志,2021,21(12):1046-1056.
- [10] 乔钰茜.高精度经颅直流电刺激对高自闭特质大学生面孔加工方式的干预研究[D].合肥:安徽医科大学,2020.
- [11] 胡一婷,薛婷,喻大华.青少年吸烟成瘾者大脑奖赏回路和认知控制研究[J].临床放射学杂志,2023,42(6):894-899.
- [12] 郑建盛,颜桑桑,林志萍,等.中文版人际反应指针量表在医学本科生中的信效度检验[J].中国卫生统计,2021,38(5):721-724,728.
- [13] ZAHID A, TAYLOR G J, LAU S C L, et al. Examining the incremental validity of the perth alexithymia questionnaire (PAQ) relative to the 20-item Toronto alexithymia scale (TAS-20) [J]. *J Pers Assess*, 2024, 106(2):242-253.
- [14] SONG Y N, HAKODA Y. Selective impairment of basic emotion recognition in people with autism; discrimination thresholds for recognition of facial expressions of varying intensities [J]. *J Autism Dev Disord*, 2018, 48(6):1886-1894.
- [15] IKEDA A, HAKUNO Y, ASADA K, et al. Development of emotion comprehension in children with autism spectrum disorder and Williams syndrome [J]. *Autism Res*, 2023, 16(12):2378-2390.

收稿日期:2024-02-04;修回日期:2024-03-25