

• 注意缺陷多动障碍专栏 •

不同焦虑水平注意缺陷多动障碍患儿 执行功能损害特征研究

刘雪纯^{1*}, 胡兰芳^{1,2*}, 曾熙雯^{1,2}, 张琳琳¹, 杨斌让¹, 吴赵敏^{1,2}, 李颖¹

1 深圳市儿童医院, 广东 深圳 518026; 2 汕头大学医学院附属深圳儿童医院, 广东 深圳 518026;

摘要: **目的** 探讨伴不同焦虑水平的注意缺陷多动障碍(ADHD)儿童及健康对照儿童在多维度执行功能上的差异,为 ADHD 针对性干预提供依据。**方法** 采用横断面设计,纳入 2017—2024 年就诊的 7~14 岁 ADHD 患儿 394 例(根据 Conners 父母评定量表焦虑因子分,分为伴高焦虑组 ADHD+ANX 100 例、伴低焦虑组 ADHD-ANX 294 例)及健康对照儿童 90 例。所有对象均接受韦氏智力测验第四版(WISC-IV)、连线测验、Stroop 色词测验和剑桥自动化神经心理测验(CANTAB)评估。采用协方差分析或 Kruskal-Wallis 检验比较组间差异,控制年龄和性别,并进行 Bonferroni 校正。**结果** 三组在 WISC-IV 总分($F=27.981, P<0.001$)、连线测验转换时间($H=23.536, P<0.001$)、Stroop 色词干扰时($H=8.461, P=0.001$)、CANTAB 中视觉快速处理指标敏感度(RVPA, $F=7.473, P=0.001$)、非停止信号试次错误数(SSTDEG, $F=9.458, P<0.001$)及五选择模式反应时间(如 RTIFMDRT, $F=14.843, P<0.001$)等多个指标上差异均有统计学意义,ADHD 两组均低于健康对照组($P<0.05$)。此外,在 CANTAB 的视觉快速处理的平均延迟(RVPMDL, $P<0.001$)、空间工作记忆组间错误数(SWMBE, $P=0.003$)和停止信号反应时间(SSTSSRT, $P=0.011$)等指标中,仅 ADHD-ANX 组与对照组相比差异有统计学意义($P<0.05$),但在停止信号试次错误数(SSTDES)上,仅 ADHD+ANX 组表现差于对照组($P=0.001$)。**结论** ADHD 儿童与健康对照组相比存在多维度执行功能损害。伴有高焦虑水平未提示更广泛的执行功能受损。

关键词: 注意缺陷多动障碍; 焦虑; 执行功能; 神经心理学测验**中图分类号:** R749.94 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-6579(2026)06-0630-06 **doi:**10.11852/zgetbjzz2025-1103

Executive function impairments in children with attention-deficit/ hyperactivity disorder at different anxiety levels

LIU Xuechun^{1*}, HU Lanfang^{1,2*}, ZENG Xiwen^{1,2}, ZHANG Linlin¹, YANG Binrang¹, WU Zhaomin^{1,2}, LI Ying¹

1. Shenzhen Children's Hospital, Shenzhen, Guangdong 518026, China; 2. Affiliated Shenzhen Children's

Hospital of Shantou University Medical College, Shenzhen, Guangdong 518026, China

Corresponding authors: LI Ying, E-mail: maxiaopeng@126.com; WU Zhaomin, E-mail: zhaomin.wu@foxmail.com

Abstract: **Objective** To investigate differences in multidimensional executive functions among children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) at high or low anxiety levels compared to typically developing (TD) children, so as to provide evidence for targeted interventions in ADHD. **Methods** A cross-sectional study was conducted on 394 children (aged 7 - 14 years) diagnosed with ADHD between 2017 and 2024. Participants were categorized into a high-anxiety group (ADHD+ANX, $n=100$) and a low-anxiety group (ADHD-ANX, $n=294$) based on the anxiety factor scores from the Conners' Parent Rating Scale. Additionally, 90 TD children were recruited as healthy controls. All participants were assessed using the Wechsler Intelligence Scale for Children-Fourth Edition (WISC-IV), Trail Making Test (TMT), Stroop Color-Word Test, and the Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB). Group comparisons were conducted using analysis of covariance (ANCOVA) or the Kruskal-Wallis test, with age and sex controlled as covariates, and the Bonferroni correction was applied for multiple comparisons. **Results** There were significant group differences across multiple measures, including total scores on the WISC-IV ($F=27.981, P<0.001$), Trail Making Test switching time ($H=23.536, P<0.001$), Stroop color-word interference time ($H=8.461, P=0.001$), Rapid Visual Information Processing A-prime task of CANTAB (RVPA, $F=7.473, P=0.001$), number of errors in go-signal trials (SSTDEG,

基金项目: 深圳市科技计划(RCYX20221008092849069); 深圳市医疗卫生三名工程项目(SZSM201612036); 广东省高水平医院建设专项经费(2022)**作者简介:** 刘雪纯(1998—),女,护师,本科学历,主要研究方向为注意缺陷多动障碍的神经心理特征; 胡兰芳(1999—),女,硕士研究生,主要研究方向为注意缺陷多动障碍的临床分型。

* 为共同第一作者。

通信作者: 李颖, E-mail: maxiaopeng@126.com; 吴赵敏, E-mail: zhaomin.wu@foxmail.com

$F=9.458, P<0.001$), and five-choice reaction time measures (e. g., RTIFMDRT, $F=14.843, P<0.001$). Both ADHD groups performed worse than the healthy control group across these indices (all $P<0.05$). Additionally, for mean latency in the Rapid Visual Information Processing task (RVPMDL, $P<0.001$), Spatial Working Memory Between Errors (SWMBE, $P=0.003$), and stop-signal reaction time (SSTSSRT, $P=0.011$), statistically significant differences were observed only between the ADHD-ANX group and the control group (all $P<0.05$). In contrast, for errors in stop-signal trials (SSTDSE), only the ADHD+ANX group showed significantly poorer performance compared with the control group ($P=0.001$). **Conclusion** Children with ADHD exhibit multidimensional executive function impairments compared with TD children, and a high anxiety level was not associated with more extensive executive dysfunction.

Keywords: attention-deficit/hyperactivity disorder; anxiety; executive function; neuropsychological tests

注意缺陷多动障碍(attention-deficit/hyperactivity disorder, ADHD)是一种常见的神经发育障碍,在中国 6~16 岁儿童青少年中患病率约为 6%~7%^[1],其核心症状包括注意力不集中、多动及冲动,严重影响学业与社会功能^[2]。

执行功能指个体为实现目标而协调多个认知加工过程的能力,主要包括计划、工作记忆、抑制控制、持续注意和认知灵活性等。神经心理学研究表明,ADHD 患儿与健康对照相比,在持续注意、反应抑制、空间工作记忆等多个执行功能领域存在功能受损^[3]。ADHD 儿童执行功能受损具有异质性,其中 62% 表现为工作记忆受损,27% 为抑制控制受损,38% 为认知灵活性受损^[4]。ADHD 儿童执行功能受损情况常常与其临床症状严重程度^[4]、情绪和行为特质^[5]和共患病^[6]等情况有关。

在 ADHD 患儿中,各种情绪和行为问题多发,其中各类焦虑障碍终身共患率约为 35%^[7]。即便是未确诊任何一种焦虑障碍,ADHD 患儿仍普遍表现出较高的焦虑水平,高焦虑水平 ADHD 患儿出现更多情绪和行为问题^[8],加剧其社会功能损害^[9]。目前有关焦虑情绪是否影响 ADHD 患者的执行功能研究结论尚不一致,Castagna 等^[10]对来自社区的 142 名儿童青少年进行执行功能测验和行为评估,结果提示在高焦虑水平个体中,注意力缺陷带来的执行功能受损更加突出;而在大学生样本中,结果发现注意力缺陷个体在高焦虑水平下反而表现出更好的执行功能^[11]。这些结果的不一致可能与受试者年龄和评估工具差异有关。目前仍缺乏在 ADHD 临床样本中系统探讨焦虑水平对其执行功能的影响。因此,本研究旨在综合运用多个执行功能测试工具,系统探究伴不同焦虑水平的 ADHD 患儿及健康对照在智力结构和核心执行功能领域的损害特征及其特异性表现,尤其关注焦虑水平对 ADHD 执行功能损害的潜在调节作用,并探讨传统纸笔测验与剑桥自动化神经心理测验在区分不同焦虑水平 ADHD 表型中的敏感性差异。研究结果有望深化

对伴高焦虑水平 ADHD 这一复杂表型的神经心理机制的理解,为临床实践中该群体的精准评估及鉴别诊断提供实证依据。本研究假设,焦虑症状水平会影响 ADHD 儿童的执行功能损害模式,且这种调节作用在不同类型的神经心理测验中可能具有差异性。

1 对象和方法

1.1 对象 本研究采用横断面设计。研究对象为 2017 年 1 月—2024 年 12 月期间就诊于深圳市儿童医院儿童保健与心理健康中心心理科门诊的 ADHD 患儿 394 例,以及通过深圳市普通中小学招募并经筛查的健康儿童 90 名,年龄 7~14 岁。ADHD 的诊断由临床医生根据《精神障碍诊断与统计手册》第五版(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5th Edition, DSM-5)^[12]进行临床诊断,并经专业培训的精神科医师采用《学龄儿童情感障碍与精神分裂症问卷目前与终生版》(Kiddie Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia for School-aged Children Present and Lifetime Version, K-SADS-PL)^[13]半结构化访谈标准确认诊断。本研究根据 Conners 父母评定量表(Conners' Parent Rating Scale, CPRS)焦虑因子得分,将得分高于同龄常模均值+1 个标准差的(1s) ADHD 儿童定义为“伴高焦虑水平组(ADHD+ANX, $n=100$)”,得分低于同龄常模-1 个标准差的(1s) ADHD 儿童定义为“伴低焦虑水平组(ADHD-ANX, $n=294$)”。

ADHD 组 纳入标准:1)年龄 7~14 岁;2)智力水平在正常范围[中国儿童韦氏智力量表第四版(Wechsler Intelligence Scale for Children-Fourth Edition, WISC-IV)全量表 $IQ \geq 80$];3)临床精神专科医生根据 DSM-5 诊断标准确认诊断 ADHD,并经 K-SADS-PL 确认诊断。排除标准:1)患有广泛性焦虑障碍、抑郁障碍、双相情感障碍、躁狂发作、创伤后应激障碍、物质依赖、精神分裂症、孤独症谱系障碍、智力障碍等精神障碍;2)重大躯体疾病或感官

缺陷影响测评;3)曾使用 ADHD 相关治疗药物或者其他精神类药品。

健康对照组 纳入标准:1)年龄 7~14 岁;2)由经培训合格的精神科医师使用 K-SADS-PL 排除 ADHD 及其他目前或既往精神障碍;3)就读普通小学或初中。排除标准:与 ADHD 组排除标准相同。

本研究经深圳市儿童医院伦理委员会审批(批号:201701801;202311201),所有受试者的监护人均签署书面知情同意书。

1.2 评估工具

1.2.1 学龄儿童情感障碍与精神分裂症问卷目前与终生版(K-SADS-PL) 该量表适用于 6~18 岁儿童青少年,是一种半结构化诊断访谈工具,基于 DSM 诊断标准设计。中文版 K-SADS-PL 已验证具有较高信效度,可用于中国儿童精神障碍的诊断与分型^[14]。

1.2.2 Conners 父母评定量表(CPRS) 该量表适用于 3~17 岁儿童青少年,共 48 个条目,包括品行问题、学习问题、心身障碍、冲动-多动、焦虑问题及多动指数 6 个因子。因子分数与症状严重度正相关。中文版同质信度为 0.932,分半信度为 0.900,

重测信度为 0.323~0.782,临床应用广泛^[15]。

1.2.3 中国儿童韦氏智力量表第四版(WISC-IV)

该量表适用于 6~16 岁儿童青少年,由 10 个核心分测验和 4 个补充分测验构成,用于评估言语理解、知觉推理、工作记忆、加工速度 4 个指数及全量表智商,见表 1。各指数内部一致性 Cronbach's α 系数为 0.88~0.93,重测信度 0.82~0.89^[16]。

1.2.4 连线测验 用于检测个体的空间知觉、手眼协调能力及注意能力,测试含甲乙两套。记录完成时间和连接错误次数^[17],其中完成甲乙两套测试的时间之差反映认知灵活性,差值越大表示任务转换能力越差。见表 1。

1.2.5 Stroop 色词测验 主要用于评估个体的认知控制能力、选择性注意和抑制习惯性反应的能力。记录反应时与错误数,反应时越长或错误越多,提示抑制控制能力越差^[18]。见表 1。

1.2.6 剑桥自动化神经心理测验 剑桥自动化神经心理测验(Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery, CANTAB)^[19]是一套基于触屏平板的自动化神经认知成套测验,由英国剑桥大学开发。本研究采用了以下几个子模块,具体见表 1。

表 1 各项认知任务指标汇总表

Tab. 1 Summary of cognitive task measures

测试系统	任务模块	指标名称	缩写	认知意义
WISC-IV	—	言语理解指数	VCI	语言推理、概念形成和言语
		直觉推理指数	PRI	非语言推理、视觉信息处理和抽象思维
		工作记忆指数	WMI	注意力和暂时存储信息能力
		加工速度指数	PSI	快速扫描、识别和处理简单视觉信息
		总智商	FSIQ	整体执行功能
连线测验	—	转换	—	认知灵活性
Stroop 测验	—	颜色干扰	—	抑制控制
	—	字义干扰	—	抑制控制
CANTAB	快速视觉信息处理(RVP)	指标敏感度	RVPA	持续注意力
		正确识别率	RVPPH	注意力的有效性
		虚假警报率	RVPPFA	冲动控制
		平均延迟	RVPMDL	信息处理速度
		空间工作记忆(SWM)	SWMBE	工作记忆能力
	空间工作记忆(SWM)	组内错误数	SWMWE	工作记忆能力
		策略	SWMS	解决问题策略运用
		停止信号任务(SST)	SSTSSRT	反应抑制能力
	停止信号任务(SST)	停止信号试次错误数	SSTDES	反应抑制能力
		非停止信号试次错误数	SSTDEG	注意力维持
		反应时间(RTI)	RTISMDMT	运动执行速度
	反应时间(RTI)	简单模式运动时间	RTISMDRT	简单反应速度
		五选择模式运动时间	RTIFMDMT	复杂模式运动执行速度
		五选择模式反应时间	RTIFMDRT	在复杂选择下的决策速度

1.3 质量控制 所有访谈与认知评估均由经统一培训并通过一致性考核的研究人员完成;问卷填写由研究助理现场指导并进行完整性与逻辑检查。

数据采用双人独立录入并交叉核对,以确保数据质量。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 26.0 软件进行统计

分析。对符合正态分布且方差齐性的连续性变量采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用协方差分析(ANCOVA),并将年龄和性别作为协变量,比较三组间各认知指标的差异;对不符合正态分布的变量(如连线测验转换时间、Stroop 干扰时、RVPPH 等)采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,通过以年龄和性别为自变量的线性回归模型提取残差以控制其影响,随后对残差采用 Kruskal-Wallis 秩和检验进行三组间比较,并进一步进行两两比较以明确差异方向。所有多重比较均采用 Bonferroni 方法进行校正。双侧检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 基本资料 394 例 ADHD 患儿中 ADHD 伴低焦虑水平组(ADHD-ANX)294 例,ADHD 伴高焦虑水平组(ADHD+ANX)100 例,ADHD-ANX 组的入组年龄低于对照组[(8.66 ± 1.64)岁 vs. (9.26 ± 1.33)岁],健康对照组男童比例(61.00%)显著低于

ADHD-ANX 组(86.74%)和 ADHD+ANX 组(81.00%),差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 2。

2.2 不同焦虑水平 ADHD 儿童及健康对照组智力水平功能比较 在 WISC-IV 智力测评中,三组在言语理解、知觉推理、工作记忆、加工速度及全量表智商得分差异均有统计学意义($P < 0.001$)。其中健康对照组在上述所有指标中得分显著高于 ADHD-ANX 组及 ADHD+ANX 组($P < 0.01$),而 ADHD-ANX 与 ADHD+ANX 组间差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 3。

2.3 不同焦虑水平 ADHD 儿童及健康对照组认知灵活性和抑制控制功能比较 在连线测验和 Stroop 色词测验中,三组在转换、色词干扰、字义干扰得分差异均有统计学意义($P < 0.01$)。健康对照组在三项指标的表现均显著优于 ADHD-ANX 及 ADHD+ANX 组($P < 0.05$),而 ADHD-ANX 与 ADHD+ANX 两组之间差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 4。

表 2 ADHD-ANX 组、ADHD+ANX 组和健康对照组儿童基本资料比较($\bar{x} \pm s$)

Tab. 2 Comparison of demographic characteristics among ADHD-ANX group, ADHD+ANX group and healthy controls($\bar{x} \pm s$)

项目	ADHD-ANX ^① (n=294)	ADHD+ANX ^② (n=100)	健康对照组 ^③ (n=90)	F/ χ^2 值	P 值	两两比较
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	8.66 ± 1.64	9.05 ± 1.66	9.26 ± 1.33	5.831 ^a	0.003 [*]	① < ③
男性(%)	255(86.74)	81(81.00)	55(61.11)	29.15 ^b	<0.001 [*]	① > ③, ② > ③

注:^aF 值, ^b χ^2 值; * 经 Bonferroni 校正后 $P < 0.05$ 。

表 3 ADHD-ANX 组、ADHD+ANX 组和健康对照组儿童智力水平的比较(韦氏智力测验, $\bar{x} \pm s$)

Tab. 3 Comparison of intellectual level among ADHD-ANX group, ADHD+ANX group and healthy controls(WISC-IV, $\bar{x} \pm s$)

项目	ADHD-ANX ^① (n=294)	ADHD+ANX ^② (n=100)	健康对照组 ^③ (n=90)	F 值	P 值	两两比较
VCI	97.05 ± 10.48	94.74 ± 11.48	101.99 ± 10.71	9.424	<0.001 [*]	① < ③, ② < ③
PRI	101.15 ± 11.86	100.59 ± 11.82	106.63 ± 11.30	6.940	<0.001 [*]	① < ③, ② < ③
WMI	90.13 ± 10.44	89.49 ± 10.77	97.75 ± 10.02	16.841	<0.001 [*]	① < ③, ② < ③
PSI	94.38 ± 11.09	94.56 ± 12.58	106.68 ± 11.23	34.562	<0.001 [*]	① < ③, ② < ③
FSIQ	94.96 ± 10.14	93.83 ± 11.23	104.52 ± 9.56	27.981	<0.001 [*]	① < ③, ② < ③

注: * 经 Bonferroni 校正后 $P < 0.05$ 。

表 4 ADHD-ANX 组、ADHD+ANX 组和健康对照组儿童认知灵活性和抑制控制功能比较(连线测验和 Stroop 测验)[$M(P_{25}, P_{75})$]

Tab. 4 Comparison of cognitive flexibility and inhibitory control among ADHD-ANX group, ADHD+ANX group and healthy controls (Trail Making Test and Stroop Test)[$M(P_{25}, P_{75})$]

测试系统	指标	ADHD-ANX ^① (n=294)	ADHD+ANX ^② (n=100)	健康对照组 ^③ (n=90)	H 值	P 值	两两比较
连线测验	转换时间	114.00(-47.67, 53.08)	115.00(-26.86, 51.08)	67.00(-78.98, -4.28)	23.536	<0.001 [*]	① > ③, ② > ③
Stroop	色词干扰时	4.00(-3.53, 3.66)	3.00(-4.03, 3.31)	2.00(-5.15, 0.77)	8.461	0.001 [*]	① > ③, ② > ③
	字义干扰时	25.00(-6.80, 6.79)	24.00(-7.89, 7.76)	19.00(-10.63, 0.18)	11.418	0.003 [*]	① > ③, ② > ③

注:转换,色词干扰,字义干扰为控制年龄和性别后的回归残差; * 经 Bonferroni 校正后 $P < 0.05$ 。

2.4 执行功能水平比较 在 CANTAB 任务中,三组在除 RVPPH、RVPPFA、SWMS 之外所有指标上差异均具有统计学意义($P < 0.05$)。事后比较显示,健康对照组在 RVPMDL、SWMBE、SSTSSRT、

RTISMDRT 以及 RTIFMDRT 指标上均优于 ADHD-ANX 组($P < 0.05$),在 SSTDES 指标上优于 ADHD+ANX 组。ADHD-ANX 与 ADHD+ANX 两组之间多数指标差异无统计学意义($P >$

0.05)。见表 5。

综合 CANTAB 结果可见,不同焦虑症状水平对 ADHD 儿童的执行功能表现产生了特异性影响。低焦虑水平 ADHD 儿童在信息处理速度、空间工作记忆、反应抑制及反应速度等多个维度上表现显著

差于健康对照;相比之下,高焦虑水平 ADHD 儿童仅在停止信号任务的错误数上差于健康对照,在其他多项执行功能指标上与健康对照差异无统计学意义($P>0.05$)。

表 5 ADHD-ANX 组、ADHD+ANX 组和健康对照组儿童执行功能比较(CANTAB 测验, $\bar{x} \pm s$)

Tab. 5 Comparison of executive function performance among ADHD-ANX group, ADHD+ANX group and healthy controls (CANTAB, $\bar{x} \pm s$)

任务模块	指标	ADHD-ANX ^① (n=294)	ADHD+ANX ^② (n=100)	健康对照组 ^③ (HC, n=90)	F/H 值	P 值	两两比较
CANTAB -RVP	RVPA	0.74±0.09	0.75±0.10	0.79±0.09	7.473 ^a	0.001 [*]	①<③, ②<③
	RVPPH	0.44	0.50	0.50	3.521 ^b	0.172	
	[M(P ₂₅ , P ₇₅)]	(-0.19, 0.16)	(-0.20, 0.15)	(-0.12, 0.21)			
	RVPPFA	0.14	0.09	0.07	1.397 ^b	0.497	
CANTAB -SWM	[M(P ₂₅ , P ₇₅)]	(-0.19, 0.14)	(-0.19, 0.16)	(-0.17, 0.12)			
	RVPMDL	565.67±200.61	538.16±169.38	488.49±113.99	5.545 ^a	0.004 [*]	①>③
	SWMS	8.80±1.83	8.41±1.88	8.52±2.02	1.374 ^a	0.336	
	SWMBE	20.67±8.17	18.61±8.83	17.38±8.72	4.917 ^a	0.008 [*]	①>③
CANTAB -SST	SWMWE	0.00	1.00	0.00	5.998 ^b	0.050 [*]	
	[M(P ₂₅ , P ₇₅)]	(-1.39, -0.19)	(-1.32, 1.64)	(-1.34, -0.08)			
	SSTSSRT	375.93±79.03	370.72±88.42	347.84±83.43	3.264 ^a	0.040 [*]	①>③
	SSTDES	49.79±7.84	52.08±9.11	47.36±8.20	5.667 ^a	0.004 [*]	②>③
CANTAB -RTI	SSTDEG	30.51±31.98	34.51±31.86	15.30±17.17	9.458 ^a	<0.001 [*]	①>③, ②>③
	RTISMDMT	201.73±70.19	209.03±51.09	162.99±55.58	10.884 ^a	<0.001 [*]	①>③, ②>③
	RTISMDRT	443.46±136.22	434.30±77.27	384.66±63.87	6.593 ^a	0.002 [*]	①>③
	RTIFMDMT	242.36±59.94	243.55±50.71	220.30±57.03	4.034 ^a	0.019 [*]	①>③
CANTAB -RTI	RTIFMDRT	498.97±100.14	497.43±85.09	430.93±64.83	14.843 ^a	<0.001 [*]	①>③, ②>③

注:RVPPH, RVPPFA, SWMWE 为控制年龄和性别后的回归残差;^aF 值, ^bH 值; * 经 Bonferroni 校正后 $P<0.05$ 。

3 讨 论

3.1 不同焦虑水平 ADHD 儿童的认知与执行功能特征 本研究揭示了 ADHD 患儿焦虑水平与其执行功能表现之间存在复杂的关联。在整体智力水平和传统纸笔测验(如 Stroop、连线测验)中,无论焦虑水平高低,ADHD 患儿的表现均差于健康对照,且两组 ADHD 患儿间无显著差异。然而,在更为精细的计算机化测验(CANTAB)中,焦虑水平的影响变得显著:低焦虑 ADHD 患儿在信息处理速度、工作记忆和反应抑制等多个维度上均表现出损害;而高焦虑 ADHD 患儿则仅在特定的错误监控任务上表现不佳,在其他核心执行功能上与健康对照无显著差异。这一模式提示,焦虑水平可能以一种任务特异性的方式调节 ADHD 儿童的认知表现。

3.2 ADHD 伴高焦虑水平共患焦虑的临床特征 ADHD 与焦虑障碍的高共病率已被广泛证实。即使在未达到临床诊断标准的 ADHD 患儿中,其焦虑水平也显著高于健康同龄人^[20-22]。美国一项基于社区的大样本研究显示,ADHD 儿童出现高焦虑水平的风险约为健康对照的 2 倍^[22]。本研究的发现与

此高度一致,在临床样本中约有 25% 的 ADHD 患儿表现出临床显著的高焦虑水平。这一高比例凸显了在 ADHD 的临床评估和干预中,常规筛查和关注患儿焦虑情绪的重要性,也为后续探讨其对核心认知功能的影响提供了现实依据。

3.3 焦虑水平对 ADHD 儿童执行功能的调节作用及其可能机制 目前关于焦虑对 ADHD 执行功能的影响,研究结论尚不一致。部分研究发现共患焦虑障碍会加重 ADHD 成人的执行功能损害^[23],但也有研究未发现二者相关^[24]。值得注意的是,多项针对儿童、青少年及大学生的研究发现,高焦虑水平反而与更好的工作记忆和注意力表现相关^[11, 25-26]。这些不一致可能源于样本特征(如年龄、是否达到临床诊断标准)的差异。本研究支持后一种观点,即在未达到焦虑障碍诊断标准的 ADHD 患儿中,高焦虑水平并未导致更广泛的执行功能损害,反而在多个认知维度上表现出优于低焦虑同伴的趋势。

本研究进一步提示,焦虑对 ADHD 认知功能的影响具有任务特异性,这一现象可以用耶克斯-多德森定律来解释。适度的焦虑唤醒可能帮助低唤醒水平的 ADHD 儿童提高警觉性,增强对简单任务(如

反应速度)的投入,从而使其表现接近健康儿童水平。然而,当任务要求更高的错误监控和抑制控制能力时(如 SST 任务),过高的焦虑水平可能占用有限的认知资源,干扰执行控制过程,导致错误数(SSTDES)显著增加。这表明,焦虑对认知的影响并非单向的“好”或“坏”,而是在不同认知过程中扮演着复杂的调节角色。

3.4 不同执行功能评估工具的敏感性差异及其临床意义 本研究中,传统纸笔测验(WISC-IV、连线测验、Stroop 测验)未能区分不同焦虑水平的 ADHD 患儿,而计算机化的 CANTAB 则敏感地捕捉到了两组患儿在执行功能上的差异。这一结果凸显了不同评估工具在敏感性和特异性上的差异。CANTAB 作为一种标准化、自动化的评估工具,能够精确记录反应时和错误类型等精细指标,减少人为误差,从而更有效地揭示 ADHD 患儿潜在的、多维度的执行功能异质性^[26-28]。

这一发现具有重要的临床意义。它提示临床医生和研究人员,单一的评估工具可能无法全面描绘 ADHD 患儿的认知轮廓。对于伴有高焦虑的 ADHD 患儿,常规测验可能仅显示其“看似正常”的表现,而更敏感的计算机化测验则能揭示其在特定领域(如错误监控)的潜在脆弱性。因此,结合传统和计算机化等多维度的神经心理评估,有助于实现更精准的表型分析,为制定兼顾情绪调节与特定认知训练的个体化干预方案提供关键依据。

3.5 研究局限与未来研究方向 本研究为横断面设计,无法推断因果关系,未来研究应结合纵向随访设计,追踪焦虑水平与执行功能动态变化的相互关系。本研究发现高焦虑水平 ADHD 儿童在多个认知任务中表现优于低焦虑水平 ADHD 儿童,可在未来的临床评估中同步关注焦虑水平。对于伴有高焦虑水平的 ADHD 儿童,干预策略需兼顾其情绪调节困难和在特定认知任务(如抑制控制)上的额外挑战,并采用多维度的认知评估。未来研究可进一步结合神经影像与基因检测技术,为分型评估和精准干预提供靶点。

利益冲突声明 本文不存在利益冲突

数据可用性声明 本研究数据包含了参与者的个人信息、健康状况等敏感内容。在整个研究过程中,研究团队采取了多重数据保护措施,如数据加密、匿名化处理等,以确保数据的安全性和保密性。鉴于数据的敏感性质,无法公开原始数据。

参考文献

- [1] Liu J, Jiang Z, Li F, et al. Prevalence and comorbidity of attention deficit hyperactivity disorder in Chinese school-attending students aged 6-16: A national survey[J]. *Ann Gen Psychiatry*, 2025, 24(1): 23.
- [2] Frank B, Michelini G, Asherson P, et al. Live fast, die young? A review on the developmental trajectories of ADHD across the lifespan[J]. *Eur Neuropsychopharmacol*, 2018, 28(10): 1059-1088.
- [3] Pineda-Alhucema W, Aristizabal E, Escudero-Cabarcas J, et al. Executive function and theory of mind in children with ADHD: A systematic review[J]. *Neuropsychol Rev*, 2018, 28(3): 341-358.
- [4] Kofler MJ, Irwin LN, Soto EF, et al. Executive functioning heterogeneity in pediatric ADHD[J]. *J Abnorm Child Psychol*, 2019, 47(2): 273-286.
- [5] Tye C, Bedford R, Asherson P, et al. Callous-unemotional traits moderate executive function in children with ASD and ADHD: A pilot event-related potential study[J]. *Dev Cogn Neurosci*, 2017, 26: 84-90.
- [6] Hobson CW, Scott S, Rubia K. Investigation of cool and hot executive function in ODD/CD independently of ADHD[J]. *J Child Psychol Psychiatry*, 2011, 52(10): 1035-1043.
- [7] Gnanavel S, Sharma P, Kaushal P, et al. Attention deficit hyperactivity disorder and comorbidity: A review of literature[J]. *World J Clin Cases*, 2019, 7(17): 2420-2426.
- [8] Wu ZM, Wang P, Liu J, et al. Behavioral and brain functional characteristics of children with attention-deficit/hyperactivity disorder and anxiety trait[J]. *Brain Imaging Behav*, 2022, 16(6): 2657-2665.
- [9] 张琳琳, 吴赵敏, 王鹏. 高焦虑水平注意缺陷多动障碍儿童社会功能损害特征[J]. *中国儿童保健杂志*, 2024, 32(6): 597.
- [9] Zhang LL, Wu ZM, Wang P. Impact of anxiety traits on social impairments in children with attention-deficit/hyperactivity disorder[J]. *Chin J Child Health Care*, 2024, 32(6): 597. (in Chinese)
- [10] Castagna PJ, Calamia M, Roye S, et al. The effects of childhood inattention and anxiety on executive functioning: Inhibition, updating, and shifting[J]. *Atten Defic Hyperact Disord*, 2019, 11(4): 423-432.
- [11] Prevatt F, Dehili V, Taylor N, et al. Anxiety in college students with ADHD: Relationship to cognitive functioning[J]. *J Atten Disord*, 2015, 19(3): 222-230.
- [12] American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders, 5th edition, and clinical utility[J]. *J Nerv Ment Dis*, 2013, 201(9): 727-729.
- [13] Matuschek T, Jaeger S, Stadelmann S, et al. Implementing the K-SADS-PL as a standard diagnostic tool: Effects on clinical diagnoses[J]. *Psychiatry Res*, 2016, 236: 119-124.
- [14] 刘豫鑫, 刘津, 王玉凤. 简明儿童少年国际神经精神访谈(父母版)的信效度[J]. *中国心理卫生杂志*, 2010, 24(12): 921-925.
- [14] Liu YX, Liu J, Wang YF. Reliability and validity of Chinese version of the Mini-International Neuropsychiatric Interview for Children and Adolescents (Parent Version)[J]. *Chinese Mental Health Journal*, 2010, 24(12): 921-925. (in Chinese)

(下转第 696 页)

- [31] Blanco B, Lloyd-Fox S, Begum-Ali J, et al. Cortical responses to social stimuli in infants at elevated likelihood of ASD and/or ADHD: A prospective cross-condition fNIRS study[J]. *Cortex*, 2023, 169: 18-34.
- [32] Piatti A, Van der Paelt S, Warreyn P, et al. Neural correlates of response to joint attention in 2-to-5-year-olds in relation to ASD and social-communicative abilities: An fNIRS and behavioral study [J]. *Autism Res*, 2024, 17 (6): 1106-1125.
- [33] Zhou X, Hong X, Wong PCM. Autistic traits modulate social synchronizations between school-aged children: Insights from three fNIRS hyperscanning experiments[J]. *Psychol Sci*, 2024, 35(8): 840-857.
- [34] Deng J, Lei T, Du X. Effects of sensory integration training on balance function and executive function in children with autism spectrum disorder: Evidence from footscan and fNIRS[J]. *Front Psychol*, 2023, 14: 1269462.
- [35] Chen H, Liang Q, Wang B, et al. Sports game intervention aids executive function enhancement in children with autism-An fNIRS study [J]. *Neurosci Lett*, 2024, 822: 137647.
- [36] Li G, Wei D, Lyu Z, et al. Prefrontal blood flow activity during drawing intervention in school-age children with autism: An fNIRS hyperscanning study[J]. *Brain Sci*, 2025, 15(5): 438.
- [37] Su WC, Tsuzuki D, Srinivasan S, et al. Neural effects of creative movement, general movement, and sedentary play interventions on interpersonal synchrony in children with autism spectrum disorder: A preliminary fNIRS study[J]. *Brain Sci*, 2025, 15(7): 683.

收稿日期:2026-04-10 修回日期:2026-04-25 本文编辑:杨媛媛

(上接第 635 页)

- [15] 范娟,杜亚松,王立伟. Conners 父母用症状问卷的中国城市常模和信度研究[J]. *上海精神医学*, 2005, 17 (6): 321-323.
- Fan J, Du YS, Wang LW. The norm and reliability of the Conners Parent Symptom Questionnaire in Chinese urban children[J]. *Shanghai Archives of Psychiatry*, 2005, 17 (6): 321-323. (in Chinese)
- [16] 张厚粲. 韦氏儿童智力量表第四版(WISC-IV)中文版的修订[J]. *心理科学*, 2009, 32(5): 1177-1179.
- Zhang HC. The Revision of WISC-IV Chinese version[J]. *Psychological Science*, 2009, 32(5): 1177-1179. (in Chinese)
- [17] 陈美蓉,郭起浩,刘晓红. 正常老年人中 Stroop 色词干扰测验和连线测验稳定性的 2 年随访观察研究[J]. *诊断学理论与实践*, 2015, 14(5): 446-450.
- Chen MR, Guo QH, Liu XH. Study on stability of Stroop color word test and trail making test in normal elder people: A 2-year follow-up[J]. *J Diagn Concepts Pract*, 2015, 14(5): 446-450. (in Chinese)
- [18] Scarpina F, Tagini S. The Stroop Color and Word Test[J]. *Front Psychol*, 2017, 8: 557.
- [19] Hu LF, Zhong YY, Wang P, et al. White matter microstructural subgroups of children with ADHD: Similar clinical presentations and distinct neuropsychological profiles [J]. *J Psychiatr Res*, 2025, 183: 197-203.
- [20] O'Rourke SR, Bray AC, Anastopoulos AD. Anxiety symptoms and disorders in college students with ADHD[J]. *J Atten Disord*, 2020, 24(12): 1764-1774.
- [21] Liu TL, Yang P, Ko CH, et al. Association between ADHD symptoms and anxiety symptoms in Taiwanese adolescents [J]. *J Atten Disord*, 2014, 18(5): 447-455.
- [22] Tremblay S, Willcutt EG. Implications of co-occurrence between ADHD and anxiety in a community-based child sample[J]. *J Atten Disord*, 2025, 29(11): 911-923.
- [23] Jarrett MA. Attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms, anxiety symptoms, and executive functioning in emerging adults [J]. *Psychol Assess*, 2016, 28 (2): 245-250.
- [24] Adamo N, Michelini G, Cheung CHM, et al. Does co-occurring anxiety modulate ADHD-related cognitive and neurophysiological impairments? [J]. *J Atten Disord*, 2021, 25(8): 1135-1145.
- [25] Ferrin M, Vance A. Differential effects of anxiety and depressive symptoms on working memory components in children and adolescents with ADHD combined type and ADHD inattentive type[J]. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 2014, 23(12): 1161-1173.
- [26] Ruf BM, Bessette KL, Pearlson GD, et al. Effect of trait anxiety on cognitive test performance in adolescents with and without attention-deficit/hyperactivity disorder[J]. *J Clin Exp Neuropsychol*, 2017, 39(5): 434-448.
- [27] 董超,张琳琳,钟蕴瑜,等. 利用剑桥自动化神经心理测验包探查注意缺陷多动障碍儿童多维度执行功能缺陷[J]. *中国儿童保健杂志*, 2024, 32(10): 1149-1154.
- Dong C, Zhang LL, Zhong YY, et al. Multidimensional executive function deficits in children with attention deficit hyperactivity disorder assessed by Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery[J]. *Chin J Child Health Care*, 2024, 32(10): 1149-1154. (in Chinese)
- [28] Toussaint-Thorin M, Marchal F, Benkhaled O, et al. Executive functions of children with developmental dyspraxia: Assessment combining neuropsychological and ecological tests[J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2013, 56(4): 268-287.

收稿日期:2025-09-26 修回日期:2026-02-11 本文编辑:杨媛媛