

· 论 著 ·

注意缺陷多动障碍儿童优势反应抑制缺陷与注意缺陷、冲动行为的关联研究

何佳¹, 徐方忠^{1,2}, 汤路瀚², 余鸽², 韩煜昉¹

1. 浙江理工大学心理学系, 浙江 杭州 310018; 2. 浙江省立同德医院, 浙江 杭州 310012

摘要: **目的** 探讨注意缺陷多动障碍 (ADHD) 儿童优势反应抑制缺陷与注意缺陷、冲动行为的关系, 为 ADHD 反应抑制功能训练改善患儿临床症状提供依据。**方法** 选取 2022 年 3—12 月在杭州市某三甲医院临床心理科就诊的 ADHD 儿童 57 例纳入 ADHD 组, 按年龄、性别匹配从杭州市某小学选取正常儿童 55 人纳入对照组。采用抑制冲突任务评估优势反应抑制, 采用视觉持续性操作测验 (CPT) 评估注意缺陷, 采用相似图形匹配测验 (MFFT) 评估冲动行为。采用多重线性回归模型分析优势反应抑制缺陷与注意缺陷、冲动行为的关联, 采用受试者工作特征曲线 (ROC 曲线) 分析优势反应抑制缺陷对预测 ADHD 的价值。**结果** ADHD 组儿童年龄 (8.77 ± 1.60) 岁; 男童 44 例, 占 77.19%。对照组儿童年龄 (9.20 ± 1.77) 岁; 男童 42 人, 占 76.36%。ADHD 组儿童抑制冲突任务错误率、视觉 CPT 漏报率和 MFFT 错误数分别为 22.50% (12.50%)、24.00% (30.00%) 和 (8.67 ± 3.32) 个, 均高于对照组的 8.75% (7.00%)、7.50% (7.00%) 和 (4.47 ± 3.16) 个 (均 $P < 0.05$)。多重线性回归分析结果显示, 抑制冲突任务错误率与视觉 CPT 漏报率 ($R^2 = 0.092$, $\beta = 0.009$, $P < 0.001$)、MFFT 错误数 ($R^2 = 0.135$, $\beta = 0.091$, $P < 0.001$) 呈正向关联。ROC 曲线下面积为 0.891, 灵敏度为 93.00%, 特异度为 80.00%, 抑制冲突任务错误率临界值为 13.13%。**结论** ADHD 儿童优势反应抑制缺陷与注意缺陷、冲动行为存在正向关联。

关键词: 注意缺陷多动障碍; 优势反应抑制; 注意缺陷; 冲动行为; 儿童

中图分类号: R195 文献标识码: A 文章编号: 2096-5087 (2023) 09-0766-04

Association of deficits in prepotent response inhibition with attention deficit and impulsive behavior among children with attention deficit hyperactivity disorder

HE Jia¹, XU Fangzhong^{1,2}, TANG Luhan², YU Ge², HAN Yufang¹

1. Department of Psychology, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou, Zhejiang 310018, China;

2. Tongde Hospital of Zhejiang Province, Hangzhou, Zhejiang 310012, China

Abstract: Objective To investigate the associations of deficits in prepotent response inhibition with attention deficit and impulsive behavior in children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), so as to provide insights into response inhibition training in ADHD to relieve clinical symptoms. **Methods** From March to December 2022, 57 children with ADHD were selected from the clinical psychology department of a tertiary hospital in Hangzhou City as the ADHD group, and 55 normal children matched by age and gender were selected from a primary school as the control group. Prepotent response inhibition, attention deficit and impulsive behavior were assessed by inhibition conflict task, visual continuous performance test (CPT) and matching familiar figures test (MFFT), respectively. The associations of deficits in prepotent response inhibition with attention deficit and impulsive behavior were analyzed using multiple linear regression model, and the predictive value of deficits in prepotent response inhibition on ADHD was evaluated using re-

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2023.09.007

基金项目: 浙江省自然科学基金项目 (LQ20C090001); 浙江省中医药科技计划科研基金项目 (2022ZB062)

作者简介: 何佳, 硕士研究生在读

通信作者: 徐方忠, E-mail: fangzhongxu@163.com

ceiver operating characteristic (ROC) curve. **Results** The children included in the ADHD group had a mean age of (8.77±1.60) years and 44 males (77.19%), and the children included in the control group had a mean age of (9.20±1.77) years and 42 males (76.36%). The error rate of inhibition conflict task, missing report rate of visual CPT and the number of MFFT errors were higher in the ADHD group than in the control group [22.50% (12.50%) vs. 8.75% (7.00%), 24.00% (30.00%) vs. 7.50% (7.00%), 8.67±3.32 vs. 4.47±3.16; all $P<0.05$]. Multiple linear regression model showed that the error rate of inhibition conflict task was positively associated with the missing report rate of visual CPT ($R^2=0.135$, $\beta=0.091$, $P<0.001$) and the number of MFFT errors ($R^2=0.092$, $\beta=0.009$, $P<0.001$). The area under the ROC curve was 0.891, the sensitivity was 93.00%, the specificity was 80.00%, and the cut-off was 13.13%. **Conclusions** The deficits in prepotent response inhibition are positively associated with attention deficit and impulsive behavior.

Keywords: attention deficit hyperactivity disorder; prepotent response inhibition; attention deficit; impulsive behavior; child

注意缺陷多动障碍 (attention deficit hyperactivity disorder, ADHD) 被认为是一种神经发育障碍疾病, 主要特征为不分场合的注意力不集中、动作增多和易冲动。我国儿童 ADHD 患病率为 5.6%^[1]。研究显示, ADHD 儿童的执行功能存在缺陷^[2-3], 反应抑制是执行功能的核心能力^[4], 指通过转移注意、改变行为、调整思维和调节情绪等克服内部或外部的干扰刺激, 快速灵活地适应环境变化, 抑制不必要兴奋, 从而成功达到预期目标的能力。优势反应抑制是反应抑制的主要成分, 指抑制先前对某一事件已经形成的优势反应^[5]。BARKLEY^[5] 的反应抑制模型认为, ADHD 儿童的执行功能缺陷继发于反应抑制缺陷, 表现出的注意缺陷和冲动行为归因于反应抑制的潜在缺陷。ADHD 患儿的优势反应抑制与注意缺陷、冲动行为的关系尚存争议^[6-7]。本研究探讨 ADHD 儿童优势反应抑制缺陷与注意缺陷、冲动行为之间的关系, 分析优势反应抑制缺陷的临界值, 为 ADHD 反应抑制功能训练改善临床症状提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象

选取 2022 年 3—12 月在杭州某三甲医院临床心理科就诊的 ADHD 儿童为 ADHD 组。纳入标准: (1) 年龄 6~14 岁; (2) 由临床心理科主任医师根据美国《精神障碍诊断与统计手册 (第五版)》(DSM-5)^[8] 诊断为 ADHD。排除标准: (1) 严重精神障碍; (2) 严重的脑外伤、神经系统疾病或其他躯体疾病; (3) 色盲、色弱。按性别和年龄匹配, 选取同期杭州某小学发育正常的儿童为对照组。纳入标准: (1) 经教师确认儿童无注意力问题, 学习成绩在班级处于中上水平, 且采用儿童日常心理行为评定量表 (家长卷)^[9] 和 SNAP-IV 量表 (The Swanson, Nolan and Pelham, version IV scale)^[10] 评估未出现明显异常;

(2) 年龄 6~15 岁; (3) 无 ADHD、其他神经发育障碍及精神疾病。排除标准: (1) 严重精神障碍; (2) 严重的脑外伤、神经系统疾病或者其他躯体疾病; (3) 色盲、色弱。两组儿童的视力及矫正视力正常, 均为右利手, 其家长均签署知情同意书。本研究经浙江省立同德医院医学伦理会审查, 审批号: KSTC021。

1.2 方法

由经过统一培训的调查人员通过家长调查儿童的年龄和性别。采用专业的心理学软件 E-Prime 2.0 编写并运行优势反应抑制、注意缺陷、冲动行为评估 3 个任务。实验材料为画图软件绘制的蓝色和绿色方块, 使用的计算机显示器分辨率为 1 280×768。儿童端坐于计算机前, 眼睛与屏幕的距离约 60 cm, 在亮度、温度适宜, 安静的实验室单独开展实验。

1.2.1 优势反应抑制评估

采用抑制冲突任务^[11] 评估优势反应抑制。先向儿童说明指导语, 然后在屏幕中央呈现 500 ms 的红色注视点“+”, 紧接着呈现蓝色或绿色方块, 要求儿童判断方块的颜色, 蓝色方块按“v”键, 绿色方块按“n”键, 反应后出现 500 ms 的空屏。此部分正确率达到 90%, 形成优势反应, 即可进入第二部分。第二部分出现蓝色方块按“n”键, 出现绿色方块按“v”键。计算第二部分的错误率, 错误率 (%) = (按错次数/总按键次数) × 100%。

1.2.2 注意缺陷评估

采用视觉持续性操作测验 (continuous performance test, CPT)^[12] 评估注意缺陷。视觉 CPT 是在显示器屏幕中央呈现一系列刺激 (如数字), 儿童需要对预先指定的目标刺激 (数字) 做出相应的反应。先向儿童说明指导语, 然后呈现红色目标数字 600 ms, 红色注视点“+” 500 ms, 随后随机呈现一个黑色数字 100 ms, 最后出现 1 200 ms 的反应界

面,若在 1 200 ms 内无反应则进入下一试次。计算 CPT 的漏报率,漏报率 (%) = (未对目标数字按键次数/实际需要按键的目标数字总数) × 100%。

1.2.3 冲动行为评估

采用相似图形匹配测验 (matching familiar figures test, MFFT)^[13] 评估冲动行为,该测试包括 20 张熟悉物体的图片,每张图片有 6 种变体,要求儿童从 6 个变体选项中选择与原始图片相似的一个,计算 MFFT 错误数 (即 20 个题目中答错的个数)。

1.3 统计分析

采用 SPSS 23.0 软件统计分析。定量资料服从正态分布的,采用均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 描述,组间比较采用 *t* 检验;不服从正态分布的采用中位数和四分位数间距 [$M(Q_R)$] 描述,组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。定性资料采用相对数描述,组间比较采用 χ^2 检验。ADHD 优势反应抑制缺陷与注意缺陷、冲动行为的相关性采用 Spearman 秩相关分析。采用多重线性回归模型和受试者工作特征曲线 (receiver operating characteristic curve, ROC 曲线) 分析优势反应抑制缺陷对 ADHD 注意缺陷、冲动行为的预测价值。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 两组儿童基本情况

ADHD 组儿童 57 例,年龄 (8.77 ± 1.60) 岁;男童 44 例,占 77.19%;女童 13 例,占 22.81%。对照组儿童 55 人,年龄 (9.20 ± 1.77) 岁;男童 42 人,占 76.36%;女童 13 人,占 23.64%。两组性别、年龄差异均无统计学意义 ($\chi^2=0.011$, $P=0.917$; $t=-1.343$, $P=0.182$)。

2.2 两组儿童优势反应抑制、注意缺陷和冲动行为评估结果

ADHD 组儿童的抑制冲突任务错误率、视觉 CPT 漏报率和 MFFT 错误数分别为 22.50% (12.50%)、24.00% (30.00%) 和 (8.67 ± 3.32) 个,对照组儿童分别为 8.75% (7.00%)、7.50% (7.00%) 和 (4.47 ± 3.16) 个。ADHD 组儿童 3 个任务的成绩均高于对照组儿童 ($Z=6.497$, $P<0.001$; $Z=6.028$, $P<0.001$; $t=6.844$, $P<0.001$)。

2.3 ADHD 儿童优势反应抑制与注意缺陷、冲动行为的关系分析

Spearman 秩相关分析结果显示,ADHD 组儿童的抑制冲突任务错误率与视觉 CPT 漏报率、MFFT 错误数呈正相关 ($r_s=0.430$ 、 0.465 , 均 $P<0.001$)。

分别以视觉 CPT 漏报率对数值、MFFT 错误数为因变量,以年龄、性别和抑制冲突任务错误率为自变量进行多重线性回归分析。结果显示,抑制冲突任务错误率与视觉 CPT 漏报率 ($R^2=0.092$, $\beta=0.009$, $P<0.001$)、MFFT 错误数 ($R^2=0.135$, $\beta=0.091$, $P<0.001$) 呈正向关联,即优势反应抑制解释了注意缺陷 9.2%、冲动行为 13.5% 的变异量,优势反应抑制错误率可预测 ADHD 儿童的注意缺陷和冲动行为。

2.4 ADHD 儿童抑制冲突任务错误率的临界值

以 ADHD 为因变量,抑制冲突任务错误率为自变量绘制 ROC 曲线。结果显示,ADHD 组儿童的 ROC 曲线下面积为 0.891,灵敏度为 93.00%,特异度为 80.00%,临界值为 13.13%。见图 1。

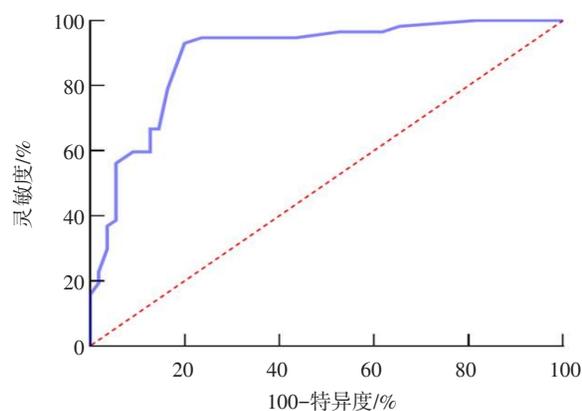


图 1 ADHD 儿童抑制冲突任务错误率的 ROC 曲线

Figure 1 ROC curve of inhibition conflict task error among children with ADHD

3 讨论

研究结果显示,ADHD 组儿童的抑制冲突任务错误率高于对照组儿童,表明 ADHD 儿童存在优势反应抑制缺陷,与 BROCKI 等^[14] 研究结果一致。李建英等^[15] 使用 Go/No-go 任务考察 ADHD 儿童的优势反应抑制能力,发现 ADHD 儿童完成视听觉的 Go/No-go 任务所犯的的错误数要比正常儿童多。JIMÉNEZ-FIGUEROA 等^[16] 研究发现,ADHD 儿童的优势反应抑制漏报数高于对照组,且反应时间低于对照组。SOLTANINEJAD 等^[17] 利用经颅直流电刺激可明显改善 ADHD 青少年的优势反应抑制能力。但 BUENO 等^[7] 发现 ADHD 儿童和正常儿童的随机数字生成任务成绩没有明显差异,可能是使用范式不同导致了结果的不一致。

ADHD 儿童优势反应抑制缺陷与注意缺陷、冲动行为呈正相关,优势反应抑制缺陷能解释注意缺陷

9.2%、冲动行为 13.5% 的变异量,表明通过抑制冲突任务可初步预测 ADHD 儿童的注意缺陷、行为障碍程度。结合神经影像学技术研究 ADHD 反应抑制的结果也支持反应抑制与注意缺陷具有相关性,可能 ADHD 存在脑结构和功能的改变^[18-19]。此外,事件相关电位(event-related potentials, ERP)研究证实右侧额下回和辅助运动区等脑区参与反应抑制^[20],右侧额下回又与右侧腹侧注意网络相关联^[21],说明反应抑制与注意具有重叠的脑区。有学者发现 ADHD 儿童的抑制冲突任务错误率与多动冲动分相关^[6],与本研究结果一致,提示优势反应抑制与冲动行为存在关联。

采用优势反应抑制错误率预测 ADHD 的 ROC 曲线下面积为 0.891,灵敏度为 93.00%,特异度为 80.00%,可达到一定筛查目的;当优势反应抑制错误率达到临界值 13.13% 时,考虑为 ADHD,这在最佳水平上降低了误诊率和漏诊率,为 ADHD 临床诊断提供参考。

本研究结果显示 ADHD 儿童优势反应抑制缺陷与注意缺陷、冲动行为呈正向关联,在某种程度上论证了 Barkley 的反应抑制模型。临床上通过反应抑制训练改善注意缺陷和冲动行为症状有望成为 ADHD 非药物干预的方法之一。本研究存在样本量较少,未将 ADHD 细分为不同亚型等不足,研究可以结合脑电、脑影像学与眼动技术探讨 ADHD 儿童的优势反应抑制,深入了解其神经机制,并区分不同 ADHD 亚型的优势反应抑制及其与注意缺陷、冲动行为之间的关系,更有助于 ADHD 儿童治疗。

参考文献

- [1] 李世明,冯为,方芳,等.中国儿童注意缺陷多动障碍患病率 Meta 分析[J].中华流行病学杂志,2018,39(7):993-998.
- [2] FERNÁNDEZ-ANDRÉS M I, TEJERO P, VÉLEZ-CALVO X. Visual attention, orthographic word recognition, and executive functioning in children with ADHD, dyslexia, or ADHD + dyslexia [J]. J Atten Disord, 2021, 25(7): 942-953.
- [3] FERNANDEZ-RUIZ J, HAKVOORT SCHWERDTFEGER R M, ALAHYANE N, et al. Dorsolateral prefrontal cortex hyperactivity during inhibitory control in children with ADHD in the antisaccade task [J]. Brain Imaging Behav, 2020, 14(6): 2450-2463.
- [4] GILBERT S J, BURGESS P W. Executive function [J]. Curr Biol, 2008, 18(3): 110-114.
- [5] BARKLEY R A. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD [J]. Psychol Bull, 1997, 121(1): 65-94.
- [6] 韩煜昉. ADHD 儿童认知功能损害与临床症状严重程度的相关性研究[D].杭州:浙江理工大学,2019.
- [7] BUENO V F, DA SILVA M A, ALVES T M, et al. Fractionating executive functions of adults with ADHD [J]. J Atten Disord, 2017, 21(11): 944-955.
- [8] American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5 [M]. Washington D.C.: American Psychiatric Association, 2013.
- [9] 汤路瀚,徐方忠.儿童多动症行为家长评定量表结构效度初步分析[J].中国现代医生,2015,53(32):22-26.
- [10] 周晋波,郭兰婷,陈颖.中文版注意缺陷多动障碍 SNAP-IV 评定量表-父母版的信效度[J].中国心理卫生杂志,2013,27(6):424-428.
- [11] SLAATS-WILLEMSE D, SWAAB-BARNEVELD H, DE SONN-EVILLE L, et al. Deficient response inhibition as a cognitive endophenotype of ADHD [J]. J Am Acad Child Psy, 2003, 42(10): 1242-1248.
- [12] KLEE S H, GARFINKEL B D. The computerized continuous performance task, a new measure of inattention [J]. J Abnorm Psychol, 1983, 11(4): 487-495.
- [13] BUELA-CASAL G, CARRETERO-DIOS H, LOS SANTOS-ROIG D, et al. Psychometric properties of a Spanish adaptation of the matching familiar figures test (MFFT-20) [J]. Eur J Psychol Assess, 2003, 19(2): 151-159.
- [14] BROCKI K C, RANDALL K D, BOHLIN G, et al. Working memory in school-aged children with attention-deficit/hyperactivity disorder combined type: are deficits modality specific and are they independent of impaired inhibitory control? [J]. J Clin Exp Neuropsych, 2008, 30(7): 749-759.
- [15] 李建英,邹小兵,静进,等.注意缺陷多动障碍儿童执行功能特征[J].中国心理卫生杂志,2005,19(3):162-165.
- [16] JIMÉNEZ-FIGUEROA G, ARDILA-DUARTE C, PINEDA D A, et al. Prepotent response inhibition and reaction times in children with attention deficit/hyperactivity disorder from a Caribbean community [J]. Atten Defic Hyperact Disord, 2017, 9(4): 199-211.
- [17] SOLTANINEJAD Z, NEJATI V, EKHTIARI H. Effect of anodal and cathodal transcranial direct current stimulation on DLPFC on modulation of inhibitory control in ADHD [J]. J Atten Disord, 2019, 23(4): 325-332.
- [18] KOLODNY T, MEVORACH C, STERN P, et al. Fronto-parietal engagement in response inhibition is inversely scaled with attention-deficit/hyperactivity disorder symptom severity [J]. Neuroimage Clin, 2020, 25: 102-119.
- [19] KIBBY M Y, DYER S M, LEE S E, et al. Frontal volume as a potential source of the comorbidity between attention-deficit/hyperactivity disorder and reading disorders [J]. Behav Brain Res, 2020, 381: 112-382.
- [20] ARON A R. The neural basis of inhibition in cognitive control [J]. Neuroscientist, 2007, 13(3): 214-228.
- [21] HAMPSHIRE A, CHAMBERLAIN S R, MONTI M M, et al. The role of the right inferior frontal gyrus: inhibition and attentional control [J]. Neuroimage, 2010, 50(3): 1313-1319.

收稿日期:2023-03-06 修回日期:2023-07-01 本文编辑:田田