

论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2023.20.015

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20231011.1635.006\(2023-10-13\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20231011.1635.006(2023-10-13))

学龄期 ADHD 儿童执行功能与运动协调和平衡功能的相关性研究*

崔雪莲,张瑜,谢凡,张一[△]

(常州市第一人民医院康复医学科,江苏常州 213003)

[摘要] **目的** 探索学龄期注意缺陷多动障碍(ADHD)儿童执行功能与运动协调功能和平衡功能之间的相关性,为临床干预提供思路。**方法** 纳入 2020 年 1 月至 2021 年 8 月该院儿童心理门诊确诊的 ADHD 学龄儿童 46 例(ADHD 组),另招募 45 名年龄、性别匹配的学龄期儿童 45 名(TD 组),所有受试者进行执行功能、运动协调功能和平衡功能评估,分析两组间评估结果的差异,以及 ADHD 儿童执行功能与运动协调功能和平衡功能的相关性。**结果** 两组刷新功能、抑制功能、平衡功能无明显差异($P>0.05$),威斯康星测试评估转换功能的正确应答数和规则坚持失败数两项有明显差异($P<0.05$),发育性运动协调障碍问卷(DCDQ)评估运动协调功能的 4 个独立因子均有明显差异($P<0.05$)。学龄期 ADHD 儿童刷新功能与协调功能呈低度相关;抑制功能与平衡功能呈低度相关;转换功能与运动协调功能和平衡功能呈低度至中度相关。**结论** 学龄期 ADHD 儿童的转换功能和运动协调功能明显降低,执行功能的分维度与运动协调和平衡功能相关,在临床工作中平衡和协调功能训练或可作为学龄期 ADHD 儿童执行功能障碍的非药物治疗方法。

[关键词] 注意缺陷多动障碍;执行功能;平衡功能;运动协调;相关性**[中图法分类号]** R749.94 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2023)20-3120-06

Correlation of executive function to motor coordination and balance function in school-age children with ADHD*

CUI Xuelian, ZHANG Yu, XIE Fan, ZHANG Yi[△]

(Department of Rehabilitation Medicine, The First People's Hospital of Changzhou, Changzhou, Jiangsu 213003, China)

[Abstract] **Objective** To explore the correlation of executive function to motor coordination function and balance function in school-age children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), and to provide ideas for clinical intervention. **Methods** A total of 46 school-age children with ADHD diagnosed in the Children's Psychological Clinic of the hospital from January 2020 to August 2021 were included (the ADHD group), and another 45 school-age children who were matched in age and gender were also recruited (the TD group). All subjects were evaluated for executive function, motor coordination function and balance function. The differences between the two groups and the correlation of executive function to motor coordination function and balance function of ADHD children were analyzed. **Results** There was no significant difference in refresh function, inhibition function and balance function between the two groups ($P>0.05$). There were significant differences in the number of correct responses and rule adherence failure in Wisconsin test assessment of conversion function between the two groups ($P<0.05$). There were significant differences in the four independent factors of motor coordination function assessed by Developmental Coordination Disorder Questionnaire (DCDQ) between the two groups ($P<0.05$). The refresh function was slightly correlated with the coordination function in school-age children with ADHD. The inhibitory function was slightly correlated with the balance function. The switching function was mildly to moderately correlated with the motor coordination and balance function. **Conclusion** The conversion function and motor coordination function of school-age children with ADHD are significantly reduced, and the sub-dimension of executive function is related to motor coordination and balance function. Balance and coordination function training in clinical work may be used as a non-

* 基金项目:儿童发展与学习科学教育部重点实验室(CDLS-2020-04)。 作者简介:崔雪莲(1994-),主管技师,学士,主要从事脑卒中患者的语言和认知功能障碍研究。 [△] 通信作者, E-mail: zhangyizhe1975@aliyun.com。

drug treatment for executive dysfunction of school-age children with ADHD.

[Key words] attention deficit and hyperactive disorder; executive function; balance function; motor coordination; correlation analysis

注意缺陷多动障碍(attention deficit hyperactivity disorder, ADHD)是常见的神经发育障碍性疾病,我国儿童 ADHD 患病率为 5.6%^[1],学龄儿童患病率为 4.2%~6.3%^[2]。ADHD 主要表现为与年龄不相符的注意缺陷、多动和冲动,常伴有执行功能障碍和运动功能障碍等。研究发现,执行功能减退是 ADHD 的核心缺陷之一^[3]。执行功能包括刷新、抑制和转换 3 个维度^[4-5],ADHD 儿童可因反应抑制能力缺陷而表现出冲动、固执、自控力差,因刷新功能障碍表现为目标指向行为、预备将来事件、时间意识和任务的管理困难,转换功能缺陷可表现为规则遵守困难等,这些障碍严重影响患儿的学习、社交和生活。学龄期 ADHD 儿童在日常生活中经常表现为行动笨拙、容易跌倒、精细动作差等,如书写或使用工具^[6]出现问题。有研究证实,执行功能与运动平衡功能和协调功能之间有一定的相关性^[7],运动干预(如游泳、瑜伽训练等^[8])在提高 ADHD 儿童运动能力的同时可改善抑制功能、工作记忆等^[9-10]。但执行功能的分维度与平衡和协调功能相关性的研究却鲜有报道。因此,本研究旨在探讨学龄期 ADHD 儿童执行功能 3 个维度与运动协调和平衡功能的相关性,为临床工作中 ADHD 儿童的干预提供思路,以制订精准的治疗方案。

1 资料与方法

1.1 一般资料

纳入 2020 年 1 月至 2021 年 8 月本院儿童心理门诊确诊的 ADHD 学龄儿童 46 例作为 ADHD 组。纳入标准:(1)经临床医师诊断符合精神疾病诊断统计手册第 4 版(DSM-IV)中 ADHD 诊断标准;(2)年龄 6~14 岁;(3)神经系统检查未见明显异常;(4)未使用过 ADHD 药物治疗。排除标准:(1)伴有影响平衡仪测试的躯体疾病,如眩晕及弱视、近视等其他眼科疾病;(2)有广泛性发育障碍、精神分裂症、癫痫及脑部器质性疾病史;(3)近 2 个月服用过精神活性药物;(4)经临床医师诊断符合 DSM-IV 中发育性协调障碍(developmental coordination disorder, DCD)诊断标准。另招募常州市学龄期儿童,年龄、性别与 ADHD 组相匹配,无神经系统疾病、神经发育障碍、精神障碍等神经精神疾病,且无眼科和躯体疾病等,最终纳入健康学龄儿童 45 名,作为 TD 组。

1.2 方法

对所有入组学龄期儿童均进行执行功能、运动协调功能和平衡功能的评估。

1.2.1 执行功能测试

(1)数字广度测验(digit span test, DST)评估刷新功能,测试者读出一组数字后受试者立即按照顺序

或倒序复述,完全复述正确则得分,以能正确复述的最高位数为得分。(2)华山医院版本的 Stroop 色词测验(stroop color and word test, SCWT)评估抑制功能,以色块命名、色字命字和色字命色的完成时间和正确数为测验指标。(3)威斯康星测试(Wisconsin card sorting test, WCST)评估转换功能,采用极智医疗认知评估与训练系统进行人机对话评估,要求受试者根据 4 张模板对 128 张卡片进行分类。本研究选用以下参数:总应答数、错误应答数和正确应答数、概括水平、非持续错误数、规则坚持失败、正确平均反应时、共用时、完成分类数、错误应答率及持续性应答数。

1.2.2 运动协调功能评估

选用汉译版儿童发育性运动协调障碍问卷(developmental coordination disorder, DCDQ),由 17 个与儿童年龄相关的动作协调发育项目组成,包括运动控制能力、精细运动/书写能力、粗大运动/计划能力和总体协调能力 4 个独立因子。

1.2.3 运动平衡功能测试

采用平衡功能测试仪(Balance Master 6.1 版,美国 Neuro Com 公司)定量评估受试者维持平衡的能力,分别评估在睁眼和闭眼状态下置于固定平面和海绵垫平面时的平衡功能,采用的参数包括固定平面睁眼(Firm-EO)、固定平面闭眼(Firm-EC)、海绵垫平面睁眼(Foam-EO)和海绵垫平面闭眼(Foam-EC)。

1.3 统计学处理

用 SPSS17.0 软件对数据进行处理,计数资料以例数或百分比表示,组间比较使用 χ^2 检验;符合正态分布的计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,经方差齐性(Levene 检验)检验后,两组间比较用独立样本 t 检验;不符合正态分布的计量资料用 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,两组间比较用秩和检验;相关分析采用 Pearson 相关分析法, $|r| \geq 0.8$ 为高度相关, $0.5 \sim < 0.8$ 为中度相关, $0.3 \sim < 0.5$ 为低度相关, < 0.3 为微弱相关。取双侧检验,检验水准 $\alpha = 0.05$,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组人口统计学资料比较

两组性别、年龄和年级比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

2.2 两组执行功能、运动协调功能和平衡功能比较

执行功能:两组 DST 和 SCWT 各项指标均无明显差异($P > 0.05$),而 WCST 的正确应答数和规则坚持失败数有明显差异($P < 0.05$),见表 2。运动协调功能与平衡功能:两组 DCDQ 中运动控制能力、精细运动/书写能力、粗大运动/计划能力及总体协调能力 4 个独立因子均有明显差异($P < 0.05$),而两组平衡

功能各参数均无明显差异($P>0.05$),见表 3。

2.3 学龄期 ADHD 儿童执行功能与运动协调功能和平衡功能的相关性分析

2.3.1 刷新功能与运动协调功能和平衡功能的相关性分析

刷新功能(顺序)与精细运动/书写能力呈低度正相关($r=0.307, P=0.038$),与平衡功能无明显相关性,见表 4。

表 1 两组人口统计学资料比较

组别	<i>n</i>	性别 (男/女, <i>n/n</i>)	年龄 ($\bar{x}\pm s$, 岁)	年级 [$M(Q_1, Q_3)$]
TD 组	45	24/21	9.42±1.84	4(2,5)
ADHD 组	46	20/26	8.74±1.47	3(2,3)
<i>t</i> / χ^2 / <i>Z</i>		0.885	1.960	-1.399
<i>P</i>		0.347	0.054	0.162

表 2 两组执行功能比较

项目	TD 组(<i>n</i> =45)	ADHD 组(<i>n</i> =46)	<i>t</i> / <i>Z</i>	<i>P</i>
DST				
顺序($\bar{x}\pm s$, 分)	8.53±1.42	8.15±1.01	1.475	0.144
倒序($\bar{x}\pm s$, 分)	4.96±1.97	4.48±1.53	1.294	0.199
SCWT				
卡片 A 用时($\bar{x}\pm s$, s)	27.98±7.86	30.70±7.79	-1.655	0.101
卡片 B 用时($\bar{x}\pm s$, s)	46.39±13.25	50.43±12.15	-1.514	0.134
卡片 C 用时($\bar{x}\pm s$, s)	88.14±28.47	89.76±20.58	-0.312	0.755
卡片 A 正确数($\bar{x}\pm s$)	49.22±1.66	49.37±1.18	-0.488	0.627
卡片 B 正确数($\bar{x}\pm s$)	48.11±2.04	47.63±2.92	0.908	0.366
卡片 C 正确数($\bar{x}\pm s$)	44.60±3.80	45.48±3.05	-1.217	0.227
干扰量耗时($\bar{x}\pm s$, s)	41.74±19.66	39.33±16.43	0.635	0.527
干扰量正确数($\bar{x}\pm s$)	-3.51±3.73	-2.15±3.35	-1.829	0.071
WCST				
总应答数($\bar{x}\pm s$)	108.60±19.57	115.28±17.05	-1.738	0.086
错误应答数($\bar{x}\pm s$)	35.49±17.35	37.41±17.58	-0.525	0.601
正确应答数($\bar{x}\pm s$)	72.67±10.80	77.87±12.29	-2.143	0.035
概括水平($\bar{x}\pm s$, %)	64.70±14.73	64.91±14.92	-0.068	0.946
非持续错误数($\bar{x}\pm s$)	27.04±14.62	28.04±16.48	-0.306	0.761
规则坚持失败数[$M(Q_1, Q_3)$]	1(0,2)	2(1,3)	-4.157	<0.001
正确平均反应时($\bar{x}\pm s$, s)	2.53±0.97	2.74±0.93	-1.035	0.304
共用时($\bar{x}\pm s$, s)	328.09±144.90	382.96±168.96	-1.661	0.100
完成分类数($\bar{x}\pm s$)	5.58±1.10	5.35±1.20	0.955	0.342
错误应答率($\bar{x}\pm s$, %)	32.11±11.70	31.30±12.04	0.324	0.747
持续性应答数[$M(Q_1, Q_3)$]	0(0,0)	0(0,0)	-1.010	0.312

表 3 两组运动协调功能与平衡功能比较($\bar{x}\pm s$)

项目	TD 组 (<i>n</i> =45)	ADHD 组 (<i>n</i> =46)	<i>t</i>	<i>P</i>
DCDQ(分)				
运动控制能力	4.43±0.74	4.03±0.97	2.188	0.031
精细运动/书写能力	4.34±0.56	3.70±1.16	3.359	0.001
粗大运动/计划能力	1.57±0.83	1.96±0.88	-2.201	0.030
总体协调	1.87±0.86	2.41±1.04	-2.694	0.008
平衡功能(°/s)				
Firm-EO	0.66±0.27	0.64±0.24	0.267	0.790

续表 3 两组运动协调功能与平衡功能比较($\bar{x}\pm s$)

项目	TD 组 (<i>n</i> =45)	ADHD 组 (<i>n</i> =46)	<i>t</i>	<i>P</i>
Firm-EC	0.66±0.30	0.72±0.27	-0.953	0.343
Foam-EO	1.04±0.39	1.08±0.31	-0.552	0.582
Foam-EC	1.77±0.52	1.92±0.57	-1.264	0.210

2.3.2 抑制功能与运动协调功能和平衡功能的相关性分析

抑制功能中卡片 B 用时与 Firm-EO($r=0.357, P=0.015$)和 Firm-EC($r=0.348, P=0.018$)呈低度

正相关,其余指标无明显相关性($P>0.05$),见表 5。

2.3.3 转换功能与运动协调功能和平衡功能的相关性分析

转换功能中规则坚持失败数、正确平均反应时和完成分类数与 Firm-EO 呈低度相关($0.3<|r|<0.5, P<0.05$),共用时与 Firm-EC 呈低度相关($0.3<|r|<0.5, P<0.05$),非持续错误数与 Foam-EO 呈低度相关($0.3<|r|<0.5, P<0.05$);转换功能与运动控制能力和精细运动/书写能力相关,其中,错误应答数、概括水平、非持续错误数、规则坚持失败数、共用时和错误应答率与运动控制能力呈低度相关($0.3<|r|<0.5, P<0.05$),完成分类数与运动控制能力呈中度相关($0.5<|r|<0.8, P<0.05$);错误应答数、概括水平、共用时和错误应答率与精细运动/书写能力呈低度相关($0.3<|r|<0.5, P<0.05$),持续

性应答数与精细运动/书写能力呈中度相关($0.5<|r|<0.8, P<0.05$),见表 6。

表 4 刷新功能与运动协调功能和平衡功能的相关性分析 [$n=46, r(P)$]

项目	DST 顺序	DST 倒序
运动控制能力	0.146(0.333)	0.004(0.977)
精细运动/书写能力	0.307(0.038)	-0.029(0.849)
粗大运动/计划能力	-0.025(0.871)	-0.229(0.125)
总体协调	-0.145(0.338)	0.038(0.802)
Firm-EO	-0.116(0.443)	-0.113(0.454)
Firm-EC	-0.115(0.448)	-0.018(0.905)
Foam-EO	-0.012(0.938)	-0.018(0.908)
Foam-EC	-0.039(0.797)	-0.044(0.770)

表 5 抑制功能与运动协调功能和平衡功能的相关性分析 [$n=46, r(P)$]

项目	卡片 A 用时	卡片 B 用时	卡片 C 用时	卡片 A 正确数	卡片 B 正确数	卡片 C 正确数	干扰量耗时	干扰量正确数
运动控制能力	0.032(0.831)	0.018(0.907)	-0.187(0.212)	-0.159(0.292)	0.142(0.346)	-0.011(0.945)	-0.248(0.097)	-0.134(0.376)
精细运动/书写能力	-0.129(0.391)	-0.104(0.491)	-0.194(0.196)	-0.087(0.567)	0.097(0.520)	0.168(0.265)	-0.166(0.269)	0.068(0.653)
粗大运动/计划能力	0.061(0.69)	-0.032(0.834)	0.203(0.177)	0.067(0.657)	0.122(0.420)	0.150(0.321)	0.277(0.062)	0.030(0.843)
总体协调	0.086(0.571)	0.169(0.262)	0.223(0.136)	0.147(0.331)	-0.047(0.755)	0.066(0.664)	0.154(0.305)	0.101(0.504)
Firm-EO	0.262(0.079)	0.357(0.015)	0.156(0.300)	0.092(0.542)	-0.003(0.984)	-0.229(0.125)	-0.069(0.651)	-0.206(0.169)
Firm-EC	0.193(0.198)	0.348(0.018)	0.210(0.162)	-0.025(0.869)	0.055(0.716)	0.045(0.767)	0.005(0.974)	-0.007(0.962)
Foam-EO	0.161(0.284)	0.271(0.068)	0.270(0.069)	0.131(0.385)	-0.028(0.853)	0.067(0.657)	0.138(0.361)	0.086(0.571)
Foam-EC	0.166(0.272)	0.187(0.214)	0.181(0.228)	0.054(0.720)	0.178(0.235)	0.162(0.282)	0.089(0.557)	-0.008(0.957)

表 6 转换功能与运动协调功能和平衡功能的相关性分析 [$n=46, r(P)$]

项目	总应答数	错误应答数	正确应答数	概括水平	非持续错误数	规则坚持失败数
运动控制能力	-0.285(0.058)	-0.398(0.007)	-0.034(0.825)	0.438(0.003)	-0.383(0.009)	-0.309(0.039)
精细运动/书写能力	-0.209(0.168)	-0.380(0.010)	-0.015(0.921)	0.324(0.030)	-0.249(0.099)	0.150(0.326)
粗大运动/计划能力	-0.019(0.900)	0.101(0.510)	-0.133(0.378)	-0.123(0.422)	0.004(0.979)	-0.170(0.264)
总体协调	0.148(0.333)	0.223(0.140)	-0.155(0.302)	-0.228(0.131)	0.200(0.187)	-0.176(0.248)
Firm-EO	0.117(0.444)	0.090(0.557)	0.123(0.414)	-0.114(0.456)	0.213(0.160)	0.334(0.025)
Firm-EC	-0.008(0.957)	-0.041(0.788)	0.102(0.501)	0.027(0.862)	0.061(0.692)	0.138(0.367)
Foam-EO	0.158(0.299)	0.207(0.173)	-0.106(0.483)	-0.170(0.265)	0.338(0.023)	0.190(0.212)
Foam-EC	0.042(0.783)	-0.028(0.856)	-0.071(0.640)	0(0.999)	0.004(0.979)	0.076(0.620)

项目	正确平均反应时	共用时	完成分类数	错误应答率	持续性应答数
运动控制能力	-0.105(0.492)	-0.403(0.003)	0.523(<0.001)	-0.306(0.041)	-0.012(0.939)
精细运动/书写能力	-0.162(0.289)	-0.338(0.021)	0.053(0.731)	-0.314(0.036)	-0.521(<0.001)
粗大运动/计划能力	-0.264(0.080)	0.184(0.222)	-0.018(0.905)	0.091(0.550)	-0.157(0.304)
总体协调	-0.222(0.143)	0.098(0.518)	-0.062(0.688)	0.210(0.167)	-0.044(0.772)
Firm-EO	0.369(0.013)	0.105(0.486)	-0.308(0.039)	-0.015(0.920)	0.034(0.824)
Firm-EC	0.186(0.220)	0.357(0.015)	-0.014(0.928)	-0.116(0.446)	0.206(0.175)
Foam-EO	0.244(0.106)	0.271(0.069)	-0.221(0.145)	0.097(0.524)	0.113(0.459)
Foam-EC	-0.137(0.371)	0.210(0.161)	-0.050(0.744)	-0.177(0.245)	-0.124(0.419)

3 讨 论

执行功能是大脑皮层对个体思想和行为进行控制的心理过程,包含抑制、刷新和转换 3 个维度。作为 ADHD 的核心缺陷之一,国内外学者对 ADHD 儿童执行功能损伤维度的研究存在争议。KOFLE 等^[11]发现 89% 的 ADHD 存在至少 1 个执行功能维度的缺陷,2 个或 3 个执行功能受损者占 35%。本研究采用 SCWT、DST 和 WCST 分别评估抑制、刷新和转换 3 个维度,发现 ADHD 儿童的转换功能受损,抑制和刷新功能未受损,与 PERUGINI 等^[12]的研究结果一致。可能是由于转换功能是一个需要抑制和刷新功能参与的过程^[13],其损害更为常见。两组儿童在平衡功能上无明显差异,但 ADHD 组儿童运动协调能力较 TD 组儿童差。有研究显示,ADHD 儿童的平衡功能较健康儿童差^[14],可能与平衡评估选用的 Y-平衡测试且 80% 的受试者为男孩有关。另有研究显示,约 5% 的 ADHD 儿童合并 DCD^[15],DCD 儿童常见的临床表现为运动技能和执行功能降低,尤其是协调性运动技能。本研究为排除 DCD 儿童执行功能和运动协调能力降低的影响,未纳入合并 DCD 的 ADHD 儿童。不同研究者使用的试验任务和纳入标准不同可能会影响研究结果的一致性^[16]。

ADHD 儿童存在小脑、前额叶、顶下小叶、丘脑等脑区受累^[17-18],以上脑区参与平衡、协调功能和执行功能等^[19],具备执行功能和平衡协调能力相关的解剖结构基础。本研究结果显示,学龄期 ADHD 儿童的刷新功能与精细运动/书写能力呈低度相关。ADHD 儿童的皮质-纹状体-丘脑-皮质环路存在异常,刷新功能依赖于额叶-纹状体等脑区的激活,精细运动的控制依赖于丘脑的完整性^[20],因此该环路的异常导致刷新功能与精细运动的损害^[21]。精细运动与刷新功能的相关性提示临床工作中精细运动可作为提高 ADHD 儿童执行功能的训练计划之一。

本研究学龄期 ADHD 儿童的抑制功能中卡片 B 用时与固定平面睁闭眼相关,表明抑制功能可影响 3 种感觉输入及视觉受干扰时的平衡状态,影响摇摆速率。小脑的主要功能是维持平衡,抑制功能的定位在解剖学上位于前额叶区域,并通过与基底神经节和小脑等连接发挥其功能^[22],形成重要的“大脑-小脑”环路。抑制功能与精细运动和总体协调无明显相关性。有研究证实抑制功能和工作记忆包含相同的神经基础^[23],刷新功能是抑制功能缺陷的上游^[24]。因刷新功能影响精细运动,使处于缺陷下游的抑制功能与协调和精细运动的联系不明显。本研究提示,抑制功能障碍的 ADHD 儿童应关注前庭系统和本体系统下的平衡维持训练,尤其重视视觉系统下平衡训练,如睁闭眼条件下的训练。因 ADHD 儿童需要通过视觉代偿维持平衡,因此视觉受干扰时的平衡训练或许可以更好地改善抑制功能。

转换功能是指在做任务和心理定势之间可以来回切换的能力,错误应答数、完成分类数和错误应答率是转换功能的重要指标,其与平衡功能和运动协调能力具有一定的相关性。首先,转换功能和平衡协调能力存在共同的中枢信息加工通路,前额叶皮质、右侧颞顶叶交界处与右后小脑连接起来,所以额叶颞顶叶区域的异常可能会出现转换功能和平衡协调障碍^[25]。其次,转换功能和平衡协调能力有共同的解剖基础,小脑不仅可以维持平衡,还有助于提高认知灵活性和促进对新刺激的注意^[26],与先前提及的“大脑-小脑”环路受损学说一致。转换功能作为执行功能最重要的一个分维度,它需要抑制和刷新功能的共同参与,所以转换功能与平衡和协调能力同时相关。因此,转换功能障碍的 ADHD 儿童需同时加入平衡功能和运动协调功能的训练。

此前大量研究证实 ADHD 儿童执行功能的改善得益于运动干预,如有氧运动^[27];同时,也有部分研究证实平衡和协调运动可使前额、扣带回、小脑、顶叶等脑区的功能网络连接增加,实现对抑制控制、刷新功能和转换功能的改善^[28]。既往研究均是较为粗略地分析执行功能与运动之间的联系,未细致划分执行功能和运动方式。本研究则将执行功能分为 3 个维度(刷新、抑制和转换功能),运动功能分为平衡和协调能力,详细探讨了二者之间的关系。研究发现,平衡和协调运动训练或可作为提高 ADHD 儿童执行功能干预的突破点,刷新功能的提高优先选择精细运动,抑制功能的提高优先选择平衡运动,而转换功能的改善需兼顾平衡和协调运动。因此,在临床工作中,对存在执行功能障碍的 ADHD 儿童可尽早开展有针对性的干预措施,给予更规范和专业化的康复方案。

本研究存在一定的局限性:(1) ADHD 儿童多合并其他障碍,尤其合并 DCD 的 ADHD 儿童在学龄期常见,但本研究未纳入该类型儿童,所以研究结果存在一定的局限性;(2) ADHD 儿童执行功能、平衡和运动协调能力会随着发育水平的提高而改善,本研究未进行纵向的比较;(3)选择的评估方法较为单一,尤其是运动协调功能和平衡功能的评估;(4)本次研究样本量较小,可能存在结果上的差异。

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] WANG T,LIU K,LI Z,et al. Prevalence of attention deficit/hyperactivity disorder among children and adolescents in China:a systematic review and meta-analysis[J]. BMC Psychiatry,2017,17(1):32.

- [3] LOVELL B, MOSS M, WETHERELL M A. The psychophysiological and health corollaries of child problem behaviours in caregivers of children with autism and ADHD[J]. *J Intellect Disabil Res*, 2015, 59(2):150-157.
- [4] 王鹏, 寇聪, 江家靖, 等. 注意缺陷多动障碍儿童的多维度工作记忆特点[J]. *中国心理卫生杂志*, 2019, 33(6):411-415.
- [5] FENOLLAR-CORTÉS J, GALLEGO-MARTÍNEZ A, FUENTES L J. The role of inattention and hyperactivity/impulsivity in the fine motor coordination in children with ADHD[J]. *Res Dev Disabil*, 2017, 69:77-84.
- [6] SCHAROUN S M, BRYDEN P J, OTIPKOVA Z, et al. Motor skills in Czech children with attention-deficit/hyperactivity disorder and their neurotypical counterparts[J]. *Res Dev Disabil*, 2013, 34(11):4142-4153.
- [7] VAN DER VEER G, KAMPHORST E, CANTHELL M, et al. Task-specific and latent relationships between motor skills and executive functions in preschool children[J]. *Front Psychol*, 2020, 11:2208.
- [8] SILVA L A D, DOYENART R, HENRIQUE SALVAN P, et al. Swimming training improves mental health parameters, cognition and motor coordination in children with attention deficit hyperactivity disorder[J]. *Int J Environ Health Res*, 2020, 30(5):584-592.
- [9] 张功. 儿童多动症运动干预疗法述评[J]. *内蒙古师范大学学报(教育科学版)*, 2019, 32(12):50-53.
- [10] VYSNIAUSKE R, VERBURGH L, OOSTERLAN J, et al. The effects of physical exercise on functional outcomes in the treatment of ADHD: a meta-analysis[J]. *J Atten Disord*, 2020, 24(5):644-654.
- [11] KOFLER M J, IRWIN L N, SOTO E F, et al. Executive functioning heterogeneity in pediatric ADHD[J]. *J Abnorm Child Psychol*, 2019, 47(2):273-286.
- [12] PERUGINI E M, HARVEY E A, LOVEJOY D W, et al. The predictive power of combined neuropsychological measures for attention-deficit/hyperactivity disorder in children[J]. *Child Neuropsychol*, 2000, 6(2):101-114.
- [13] VILGIS V, SILK T J, VANCE A. Executive function and attention in children and adolescents with depressive disorders: a systematic review[J]. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 2015, 24(4):365-384.
- [14] BUKER N, SALIK SENGUL Y, OZBEK A. Physical fitness and dynamic balance in medication naive Turkish children with ADHD[J]. *Percept Mot Skills*, 2020, 127(5):858-873.
- [15] PACCHIAROTTI I, KOTZALIDIS G D, MURRU A, et al. Mixed features in depression: the unmet needs of diagnostic and statistical manual of mental disorders fifth edition[J]. *Psychiatr Clin North Am*, 2020, 43(1):59-68.
- [16] FIRST M B. DSM-5 proposals for paraphilias: suggestions for reducing positives related to use of behavioral manifestations[J]. *Arch Sex Behav*, 2010, 39(6):1239-1244.
- [17] 郭润蒲, 杜亚松. 注意缺陷多动障碍相关脑网络结构及功能磁共振研究进展[J]. *中国神经精神疾病杂志*, 2016, 42(9):556-559.
- [18] 葛品, 刘桂华, 李国凯, 等. 箱庭疗法对学龄前注意缺陷多动障碍共患睡眠障碍患儿的疗效[J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2017, 32(24):1882-1886.
- [19] SOKOLOV A A, MIALL R C, IVRY R B. The cerebellum: adaptive prediction for movement and cognition[J]. *Trends Cogn Sci*, 2017, 21(5):313-332.
- [20] ATHANASIADOU A, BUITELAAR J K, BROVEDANI P, et al. Early motor signs of attention-deficit hyperactivity disorder: a systematic review[J]. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 2020, 29(7):903-916.
- [21] XIA S, LI X, KIMBALL A E, et al. Thalamic shape and connectivity abnormalities in children with attention-deficit/hyperactivity disorder[J]. *Psychiatry Res*, 2012, 204(2/3):161-167.
- [22] BARBAS H, ZIKOPOULOS B. The prefrontal cortex and flexible behavior[J]. *Neuroscientist*, 2007, 13(5):532-545.
- [23] HOU L, YANG J, XU L, et al. Activation of brain regions associated with working memory and inhibitory control in patients with attention-deficit/hyperactivity disorder in functional near-infrared spectroscopy: a systematic review[J]. *Curr Med Imaging*, 2023, 19(8):865-873.
- [24] PATROS C H, ALDERSON R M, LEA S E, et al. Visuospatial working memory underlies choice-impulsivity in boys with attention-deficit/hyperactivity disorder[J]. *Res Dev Disabil*, 2015, 38:134-144.

- endovascular therapy[J]. *Cureus*, 2020, 12(4): e7645.
- [11] BAIK S H, JUNG C, KIM B M, et al. Mechanical thrombectomy for acute posterior cerebral artery stroke; Feasibility and predictors of outcome[J]. *Neuroradiology*, 2022, 64(7): 1419-1427.
- [12] BHATIA K, BHAGAVAN S, BAINS N, et al. Current endovascular treatment of acute ischemic stroke[J]. *Mo Med*, 2020, 117(5): 480-489.
- [13] GOYAL M, MENON B K, VAN ZWAM W H, et al. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke; a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials [J]. *Lancet*, 2016, 387(10029): 1723-1731.
- [14] ZI W, WANG H, YANG D, et al. Clinical Effectiveness and safety outcomes of endovascular treatment for acute anterior circulation ischemic stroke in China [J]. *Cerebrovasc Dis*, 2017, 44(5/6): 248-258.
- [15] MARNAT G, GORY B, SIBON I, et al. Mechanical thrombectomy failure in anterior circulation strokes; outcomes and predictors of favorable outcome [J]. *Eur J Neurol*, 2022, 29(9): 2701-2707.
- [16] CAMPBELL B C, HILL M D, RUBIERA M, et al. Safety and efficacy of solitaire stent thrombectomy; individual patient data meta-analysis of randomized trials [J]. *Stroke*, 2016, 47(3): 798-806.
- [17] SIMONI-BAZZICONI L, AZRI-NEGADI F, MERRIEN F M, et al. Estimated number of eligible patients for mechanical thrombectomy based on NIHSS and population-based breast stroke registry [J]. *Rev Neurol*, 2022, 178(6): 546-557.
- [18] NAITO T, TAKEUCHI S, ARAI N. Exclusion of isolated cortical swelling can increase efficacy of baseline alberta stroke program early CT score in the prediction of prognosis in acute ischemic stroke patients treated with thrombolysis [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2015, 24(12): 2754-2758.
- [19] DESILLES J P, CONSOLI A, REDJEM H, et al. Successful reperfusion with mechanical thrombectomy is associated with reduced disability and mortality in patients with pretreatment diffusion-weighted imaging-alberta stroke program early computed tomography score ≤ 6 [J]. *Stroke*, 2017, 48(4): 963-969.
- [20] MANCEAU P F, SOIZE S, GAWLITZA M, et al. Is there a benefit of mechanical thrombectomy in patients with large stroke (DWF-ASPECTS ≤ 5)? [J]. *Eur J Neurol*, 2018, 25(1): 105-110.
- [21] LENG X, FANG H, LEUNG T W, et al. Impact of collaterals on the efficacy and safety of endovascular treatment in acute ischaemic stroke; a systematic review and meta-analysis [J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2016, 87(5): 537-544.

(收稿日期: 2023-01-18 修回日期: 2023-05-22)

(编辑: 石 芸)

(上接第 3125 页)

- [25] VAN OVERWALLE F, MARIËN P. Functional connectivity between the cerebrum and cerebellum in social cognition; a multi-study analysis [J]. *Neuroimage*, 2016, 124(Pt A): 248-255.
- [26] DICKSON P E, CAIRNS J, GOLDOWITZ D, et al. Cerebellar contribution to higher and lower order rule learning and cognitive flexibility in mice [J]. *Neuroscience*, 2017, 345: 99-109.
- [27] SILVA L A D, DOYENART R, HENRIQUESA LVAN P, et al. Swimming training improves mental health parameters, cognition and motor coordination in children with attention deficit hyperactivity disorder [J]. *Int J Environ Health Res*, 2020, 30(5): 584-592.
- [28] 蔡春先, 张运亮. 运动改善大脑执行功能机制的研究进展 [J]. *成都体育学院学报*, 2019, 45(6): 120-126.

(收稿日期: 2023-02-02 修回日期: 2023-06-29)

(编辑: 冯 甜)