

DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20230642

• 短篇论著 •

# 学龄期中度孤独症儿童基本动作技能与社会交往能力的关系及执行功能的中介作用

王 强<sup>1</sup>, 赵津磊<sup>2</sup>, 贾舒祺<sup>1</sup>, 蔡治东<sup>3</sup>, 江婉婷<sup>1</sup>, 刘伟志<sup>4</sup>, 王 兴<sup>1\*</sup>

1. 上海体育大学体育教育学院, 上海 200438

2. 上海立信会计金融学院体育与健康学院, 上海 200135

3. 苏州科技大学体育部, 苏州 215101

4. 海军军医大学(第二军医大学)心理系基础心理学教研室, PTSD防护实验室, 上海 200433

**【摘要】目的** 探讨学龄期中度孤独症儿童基本动作技能与社会交往能力的关系, 以及执行功能的中介作用和实现路径。**方法** 本研究为横断面设计, 于2020年9月至2020年12月招募117名学龄期中度孤独症儿童作为被试, 采用大肌肉动作发展测试(TGMD)测评基本动作技能水平, 用执行功能行为评定量表(BRIEF)评估执行功能受损程度, 用社交反应量表第2版(SRS-2)评估社交障碍情况。采用Pearson相关分析探讨各指标间的相互关系, 应用结构方程模型探讨路径关系。**结果** 学龄期中度孤独症儿童基本动作技能水平与SRS-2得分呈负相关( $r=-0.312, P<0.001$ ), 基本动作技能水平与BRIEF的抑制( $r=-0.336, P<0.001$ )、转换( $r=-0.325, P<0.001$ )、情感控制( $r=-0.338, P<0.001$ )、任务启动( $r=-0.240, P=0.009$ )、工作记忆( $r=-0.278, P=0.002$ )、计划( $r=-0.224, P=0.015$ )因子得分呈负相关, SRS-2得分与BRIEF的抑制( $r=0.378, P<0.001$ )、转换( $r=0.299, P=0.001$ )、情感控制( $r=0.417, P<0.001$ )、任务启动( $r=0.246, P=0.007$ )、工作记忆( $r=0.409, P<0.001$ )、监控( $r=0.258, P=0.005$ )因子得分呈正相关。执行功能在基本动作技能与社会交往能力之间起完全中介作用( $B=-1.912, 95\% CI -3.116 \sim -1.069$ )。**结论** 在学龄期中度孤独症儿童中, 执行功能与社会交往能力随基本动作技能水平发生正向改变; 基本动作技能可以通过执行功能的中介作用对社会交往能力产生影响, 其中抑制和情感控制是重要实现路径。

**【关键词】** 基本动作技能; 社会交往能力; 执行功能; 孤独症

**【引用本文】** 王强, 赵津磊, 贾舒祺, 等. 学龄期中度孤独症儿童基本动作技能与社会交往能力的关系及执行功能的中介作用[J]. 海军军医大学学报, 2024, 45(10): 1316-1322. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20230642.

## Relationship between basic motor skills and social interaction ability in school-age children with moderate autism and mediating role of executive function

WANG Qiang<sup>1</sup>, ZHAO Jinlei<sup>2</sup>, JIA Shuqi<sup>1</sup>, CAI Zhidong<sup>3</sup>, JIANG Wanting<sup>1</sup>, LIU Weizhi<sup>4</sup>, WANG Xing<sup>1\*</sup>

1. School of Physical Education, Shanghai University of Sport, Shanghai 200438, China

2. School of Sports and Health, Shanghai Lixin University of Accounting and Finance, Shanghai 200135, China

3. Department of Sports, Suzhou University of Science and Technology, Suzhou 215101, Jiangsu, China

4. Department of Basic Psychology, Lab for Post-Traumatic Stress Disorder, Faculty of Psychology, Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

**【Abstract】Objective** To explore the relationship between basic motor skills and social interaction ability in school-age children with moderate autism, and the mediating role of executive function and the realization path. **Methods** A cross-sectional design was used to investigate 117 school-age children with autism from Sep. to Dec. 2020. The level of basic motor skills was assessed by the test of gross motor development (TGMD), the impairment of executive function was assessed by the behavior rating inventory of executive function (BRIEF), and the social disorder was assessed by the social responsive scale-second edition (SRS-2). Pearson correlation analysis was used to explore the interrelationship, and structural equation modeling was applied to explore the path relationship. **Results** There was a significant negative correlation between the level of basic motor skills and SRS-2 scores ( $r=-0.312, P<0.001$ ). There were significant negative correlations between the level of basic motor skills and the BRIEF scores of inhibition

[收稿日期] 2023-11-20

[接受日期] 2024-03-18

[基金项目] 上海市重点实验室项目(11DZ2261100). Supported by Shanghai Key Laboratory Project (11DZ2261100).

[作者简介] 王 强, 博士生. E-mail: 415342555@qq.com

\*通信作者( Corresponding author ). Tel: 021-65507125, E-mail: 597310817@qq.com

( $r=-0.336$ ,  $P<0.001$ ), switching ( $r=-0.325$ ,  $P<0.001$ ), affective control ( $r=-0.338$ ,  $P<0.001$ ), task initiation ( $r=-0.240$ ,  $P=0.009$ ), working memory ( $r=-0.278$ ,  $P=0.002$ ), and planning ( $r=-0.224$ ,  $P=0.015$ ). The SRS-2 score was positively correlated with the BRIEF scores of inhibition ( $r=0.378$ ,  $P<0.001$ ), switching ( $r=0.299$ ,  $P=0.001$ ), affective control ( $r=0.417$ ,  $P<0.001$ ), task initiation ( $r=0.246$ ,  $P=0.007$ ), working memory ( $r=0.409$ ,  $P<0.001$ ), and monitoring ( $r=0.258$ ,  $P=0.005$ ). Executive function played a complete intermediary role between basic motor skills and social interaction ability ( $B=-1.912$ , 95% confidence interval:  $-3.116$  to  $-1.069$ ). **Conclusion** In school-age children with moderate autism, executive function and social interaction ability change positively with the level of basic motor skills. Basic motor skills can affect social interaction ability through the mediating role of executive function, and inhibition and affective control are important pathways to achieve this.

[ **Key words** ] basic motor skills; ability of social interaction; executive function; autism

[ **Citation** ] WANG Q, ZHAO J, JIA S, et al. Relationship between basic motor skills and social interaction ability in school-age children with moderate autism and mediating role of executive function[J]. Acad J Naval Med Univ, 2024, 45(10): 1316-1322. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20230642.

社会交往障碍是孤独症患者的核心症状之一, 主要包括社交互动中的非言语交际行为及关系发展、维护和理解方面的缺陷, 使患者不能以适合其智龄的方式与同龄人建立伙伴关系<sup>[1]</sup>, 导致患者产生严重心理疾病、刻板行为和攻击行为。近年来孤独症全球发病率不断上升, 发达国家整体患病率约为 1.5%<sup>[2]</sup>, 我国孤独症的患病率也达到 0.7%<sup>[3]</sup>。

孤独症患儿存在不同程度的运动功能、执行功能和社会交往能力缺陷, 但三者之间的关系有待进一步验证。证据显示, 孤独症儿童往往伴随运动障碍, 并且这种运动障碍与社会交往能力差相关<sup>[4]</sup>。能力动机理论认为, 如果一个人相信自己有能力完成某些行为, 就会倾向参与其中, 这种自信能极大地提高儿童的参与动机<sup>[5]</sup>, 促进社会交往。此外, 孤独症儿童社会交往障碍可能与执行功能受损相关。孤独症儿童的执行功能在学龄前期往往表现出缺陷问题<sup>[6]</sup>, 主要表现在工作记忆、抑制能力、自我控制能力等方面受损<sup>[7-8]</sup>。在社会交往中, 孤独症儿童表现出即时注意和快速阅读能力缺陷, 词汇、句法和语用障碍, 共同注意的发起和响应障碍, 冲动情绪、攻击行为、失控行为, 以及判断说话者意图障碍(如演绎推理、推理)等<sup>[9-11]</sup>, 涉及执行功能的多个因子。

基本动作技能是人体基本动作的协调运用能力, 是进行复杂身体活动的基础, 与运动技能密切相关。研究发现, 运动能力的提高可对儿童执行功能和社会交往产生有益影响<sup>[12-15]</sup>。网状 meta 分析显示, 多数研究认可运动干预对孤独症儿童、青少年社交障碍具有积极作用<sup>[16]</sup>。基于此, 本文采用横断面研究设计, 分析中度孤独症儿童基本动作技

能、执行功能和社会交往能力之间的关系, 探讨基本动作技能影响社会交往障碍的可能通路, 为临床运动方案的制定提供参考。

## 1 对象和方法

### 1.1 被试招募

1.1.1 样本量估算与被试选取 使用 G\*Power 3.1 软件估算样本量。设定  $\alpha$  值为 0.05, 检验效度为 0.8。效应量源于相关研究<sup>[17]</sup>, 为了提高检验效度, 代入中等效应量 0.30。经计算所需最小样本量为 82 人。假设样本流失率为 20%, 则需招募至少 98 人。本研究拟招募样本量为 110 人。

采用方便抽样法在广州、深圳、珠海、佛山、中山等珠三角城市的特殊教育学校招募研究对象, 纳入中度孤独症儿童过程中发现仅个别儿童为女童, 为了控制性别带来的影响, 在数据分析时排除了女性孤独症儿童, 最终纳入 117 名男性孤独症儿童为被试。测试前患儿和家长均知晓测量流程及可能存在的风险, 由家长签署知情同意书。本研究获上海体育学院伦理委员会审查批准(102772020RT061)。

1.1.2 纳入和排除标准 纳入标准: (1) 符合《中国精神障碍分类与诊断标准第三版(精神障碍分类)》中中度孤独症的诊断标准<sup>[18]</sup>, 且儿童的行为表现为中度障碍, 级别为 II 级, 即需要较多支持; (2) 所在学段为一至六年级。排除标准: (1) 在教师的支持与帮助下无法完成基本动作技能及健康体适能测试; (2) 共病癫痫、听觉障碍、视觉障碍等其他疾病, 不适宜参与体育运动; (3) 具有攻击性行为, 影响研究顺利开展。

1.2 基本信息采集 在测试前,采用自制一般资料调查表获取人口学信息(性别、年级等)和常规生理信息(体重、BMI、肺活量及握力等)。

### 1.3 测量指标与方法

1.3.1 基本动作技能评估 用大肌肉动作发展测试(test of gross motor development, TGMD)评估儿童基本动作技能水平。TGMD由美国密西根大学的Dale A. Ulrich教授研发, TGMD-3包括移动和球技2个分测试,共13项测试动作<sup>[19]</sup>。移动测试(位移技能)包括跑、马步跳、单脚连续跳、跨步跳、立定跳、侧滑步6项动作,球技测试(物体操作技能)包括双手持棒击打定位球、单手持拍击打反弹球、单手原地拍球、双手接球、踢定位球、过肩投球、下手抛球7项动作。这13项测试动作中,每个动作都有3~5项具体的完成标准,能够按照标准完成则每项标准计1分,不能完成则为0分。每个动作重复测量2次,2次得分之和为该动作的最终得分。TGMD-3总分为0~100分,其中移动测试总分为0~46分,球技测试总分为0~54分。测试由华南理工大学经过培训的体育教育专业研究生及特殊教育学校的一线体育教师共同配合完成。测试时先由测试人员示范动作2~3次,然后由孤独症儿童模仿练习2次,熟悉之后再完成该动作的2次正式测试。整个测试过程使用摄像机进行录像。测试完成后由2名研究人员通过观看录像进行独立评分,2名评分人员评分的均值为基本动作技能的最终得分。对于有异议的动作评分,请第3人进行复评,以保证评分的客观性和准确性。

1.3.2 执行功能评估 用执行功能行为评定量表(behavior rating inventory of executive function, BRIEF)评估执行功能障碍情况。BRIEF用于评估6~18岁的儿童在学校(教师版)和家里(父母版)的执行功能情况,得分越高表示执行功能障碍越严重。钱英和王玉凤<sup>[20]</sup>对学龄儿童BRIEF教师版做了本土化的修订并验证了量表的信效度,各因子和总量表内部一致性较高, Cronbach's  $\alpha$ 系数为0.73~0.98,重测信度为0.65~0.86,总体具有良好的信效度,可用于评定在学校环境中学龄儿童日常执行功能水平及区分执行功能缺陷者和正常人群,适用于中国文化背景。BRIEF教师版包括行为管理和元认知2个维度,行为管理维度包括抑制、转换、情感控制3个因子,元认知维度包括任务启

动、工作记忆、计划、组织和监控5个因子。

1.3.3 社会交往能力评估 社交反应量表第2版(social responsiveness scale-second edition, SRS-2)是一个常用于测量孤独症儿童社会交往能力的工具。SRS-2将社会交往能力量化,旨在评估孤独症儿童的社交障碍,得分越高表示社会交往能力越差。SRS-2适用于中国孤独症儿童社交能力的评估,各因子及总量表内部一致性较高,总量表Cronbach's  $\alpha$ 系数为0.946,重测信度分别为0.828~0.936<sup>[21]</sup>。

1.4 测试流程 本测试抽样时间为2020年9月至2020年12月。测试前与特殊教育学校体育教师进行充分沟通交流,确保纳入的测试对象在教师的支持与帮助下能够完成基本动作技能测试、健康体适能测试及相对简单的体育活动。所有测试均取得患儿及其家长同意,并在班级任课教师的帮助下利用非教学时间完成。测试前24 h不进行剧烈运动,且禁止饮用含咖啡因或酒精的饮品,测试时避免空腹或过饱。基本信息采集和基本动作技能、执行功能、社会交往能力评估均于14:30—16:30时段进行。评估流程见图1。

1.5 统计学处理 采用SPSS 24.0和Amos 24.0软件进行数据分析。本研究基本动作技能水平采用三等分法进行分组,首先将TGMD-3得分从低到高排序,然后按照数据个数的1/3和2/3位置进行划分,即得到基本动作技能低下、低中、低上水平组。符合正态分布或近似正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用单因素方差分析;明显偏态分布的计量资料以中位数(下四分位数,上四分位数)表示,组间比较采用Kruskal-Wallis  $H$ 检验或 $\chi^2$ 检验。运用线性回归分析或Pearson相关分析探究基本动作技能、社会交往能力、执行功能之间的关系。所有参数统计推断均采用双侧检验,检验水准( $\alpha$ )为0.05。运用Harman单因素检验法检验共同方法偏差效应,建立结构方程模型考察执行功能各因子在中度孤独症儿童基本动作技能水平和社会交往能力之间的作用。所有变量均在建模前进行标准化,模型评价指标选用近似误差均方根(root mean square error of approximation, RMSEA)、拟合优度指数(goodness of fit index, GFI)、规范拟合指数(normed fit index, NFI)、比较拟合指数(comparative fit index, CFI);路径分析参数估

计采用非参数百分位 Bootstrap 方法（对变量分布不作严格要求），抽样次数设为 5 000 次，以介导

路径乘积的偏差校正 95% CI 不含 0 定义中介效应应具有统计学意义。

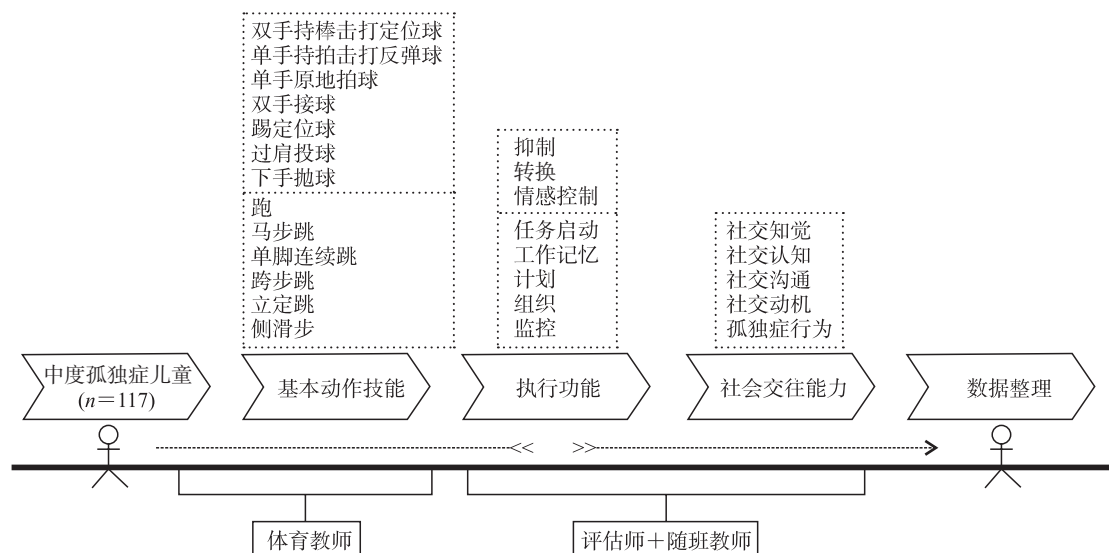


图 1 中度孤独症儿童基本动作技能、社会交往能力及执行功能评估流程

## 2 结果

2.1 不同基本动作技能水平中度孤独症儿童的基本信息、执行功能和社会交往能力的差异 共纳入 117 例中度孤独症儿童, 均为男童, 年龄为( 10.25±1.48 ) 岁, BMI 为( 18.21±3.80 ) kg/m<sup>2</sup>, 肺活量为( 521.86±147.02 ) mL, 握力为( 7.06±2.26 ) kg, TGMD-3 得分为( 22.11±1.54 ) 分, BRIEF 得分为( 214.21±7.10 ) 分, SRS-2 得分为( 142.88±10.90 ) 分。117 例中度孤独症儿童中基本动作技能水平低

下、低中、低上组分别有 42、57、18 人, TGMD-3 得分分别为( 20.52±0.671 )、( 22.49±0.504 )、( 24.61±0.916 ) 分。由表 1 可见, 肺活量在不同基本动作技能水平组间的差异无统计学意义(  $P>0.05$  ); 年级、年龄、BMI、握力随基本动作技能水平的升高而提高, 在 3 组间差异有统计学意义( 均  $P<0.01$  ); 而 BRIEF、SRS-2 得分随基本动作技能水平的升高而降低, 在 3 组间差异有统计学意义( 均  $P<0.01$  )。

表 1 不同基本动作技能水平中度孤独症儿童的基本信息、执行功能和社会交往能力

| 变量                                        | 全体 $n=117$    | 低下水平组 $n=42$  | 低中水平组 $n=57$  | 低上水平组 $n=18$  | 统计值        | $P$ 值    |
|-------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|----------|
| 年级, $M(Q_L, Q_U)$                         | 3 (2, 5)      | 2 (1, 3)      | 4 (2, 5)      | 5 (3, 5)      | $H=21.670$ | $<0.001$ |
| 年龄/岁, $\bar{x}\pm s$                      | 10.25±1.48    | 8.74±0.86     | 10.52±0.60    | 11.79±0.86    | $F=80.725$ | $<0.001$ |
| BMI/(kg·m <sup>-2</sup> ), $\bar{x}\pm s$ | 18.21±3.80    | 17.02±2.62    | 18.30±3.46    | 20.68±5.72    | $F=6.397$  | 0.002    |
| 肺活量/mL, $\bar{x}\pm s$                    | 521.86±147.02 | 498.71±167.57 | 506.04±136.45 | 567.50±120.93 | $F=1.512$  | 0.225    |
| 握力/kg, $\bar{x}\pm s$                     | 7.06±2.26     | 5.99±1.74     | 7.44±2.38     | 8.34±2.01     | $F=9.581$  | $<0.001$ |
| BRIEF 得分, $\bar{x}\pm s$                  | 214.21±7.10   | 217.50±6.37   | 213.11±6.71   | 210.06±6.98   | $F=9.485$  | $<0.001$ |
| SRS-2 得分, $\bar{x}\pm s$                  | 142.88±10.90  | 147.63±11.84  | 140.53±9.92   | 139.28±7.80   | $F=6.919$  | 0.001    |

BMI: 体重指数; BRIEF: 执行功能行为评定量表; SRS-2: 社交反应量表第 2 版;  $M(Q_L, Q_U)$ : 中位数(下四分位数, 上四分位数)。

2.2 中度孤独症儿童的基本动作技能、执行功能与社会交往能力的相关性 线性回归分析显示, 中度孤独症儿童基本动作技能水平与 SRS-2 得分呈负相关(  $r=-0.312$ ,  $P<0.001$  ), 提示中度孤独症儿童基本动作技能水平越高社交障碍程度越

低。中度孤独症儿童 BRIEF 各因子得分分别为抑制( 47.66±2.35 ) 分、转换( 27.38±1.47 ) 分、情感控制( 33.18±1.90 ) 分、任务启动( 22.85±0.99 ) 分、工作记忆( 27.79±1.40 ) 分、计划( 16.33±1.01 ) 分、组织( 30.94±1.56 ) 分、监控( 8.08±

0.66) 分。Pearson 相关分析显示, 抑制 ( $r=0.378$ ,  $P<0.001$ )、转换 ( $r=0.299$ ,  $P=0.001$ )、情感控制 ( $r=0.417$ ,  $P<0.001$ )、任务启动 ( $r=0.246$ ,  $P=0.007$ )、工作记忆 ( $r=0.409$ ,  $P<0.001$ )、监控 ( $r=0.258$ ,  $P=0.005$ ) 得分均与 SRS-2 得分呈正相关, 而抑制 ( $r=-0.336$ ,  $P<0.001$ )、转换 ( $r=-0.325$ ,  $P<0.001$ )、情感控制 ( $r=-0.338$ ,  $P<0.001$ )、任务启动 ( $r=-0.240$ ,  $P=0.009$ )、工作记忆 ( $r=-0.278$ ,  $P=0.002$ )、计划 ( $r=-0.224$ ,  $P=0.015$ ) 得分均与基本动作技能水平呈负相关, 提示抑制、转换、情感控制、任务启动、工作记忆是基本动作技能和社交障碍共同的执行功能特异性指标。

**2.3 中度孤独症儿童基本动作技能、执行功能与社会交往能力指标结构关系的构建与验证** 以中度孤独症儿童基本动作技能、执行功能、社会交往能力的相互关系为基础, 采用 Harman 单因素检验法, 对基本动作技能、SRS-2 得分及与两者均显著相关的 BRIEF 各因子得分进行探索性因子分析, 得到 2 个特征根大于 1 的因子, 第一因子解释的变异量为 39.29%, 小于 40% 的临界值, 共同方法偏差的影响在可接受范围内。以基本动作技能水平为自变量, SRS-2 得分为因变量, BRIEF 得分分为中介变量, 建立结构方程, 模型拟合度良好

( $\chi^2/df=1.233$ ,  $RMSEA=0.045$ ,  $GFI=0.963$ ,  $NFI=0.916$ ,  $CFI=0.982$ )。路径分析如图 2 所示, 中介效应检验结果见表 2。基本动作技能水平对 SRS-2 得分具有 13.3% 的直接效应 ( $B=-0.294$ ,  $95\% CI -1.503\sim 1.060$ ), 即基本动作技能水平越高 SRS-2 得分越低, 但直接效应无统计学意义; BRIEF 得分作为潜变量介导 86.7% 的中介效应 ( $B=-1.912$ ,  $95\% CI -3.116\sim -1.069$ ), 抑制、转换、情感控制、任务启动、工作记忆路径系数均有统计学意义 (均  $P<0.05$ ), 且抑制和情感控制的路径系数更高。这一结果表明, 执行功能可介导基本动作技能水平与 SRS-2 得分的关系, 为完全中介作用, 且抑制和情感控制的作用更强。

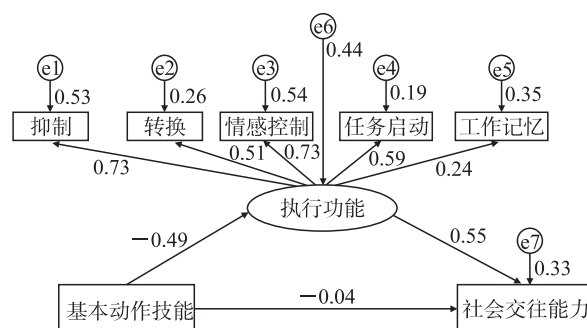


图 2 中度孤独症儿童基本动作技能、社会交往能力及执行功能特异性指标的结构关系

抑制、转换、情感控制、任务启动、工作记忆路径系数均有统计学意义 ( $P<0.05$ )。

表 2 中介效应 Bootstrap 检验结果

| 效应类型 | 中介效应系数 | 偏差校正 95% 置信区间    | P 值    | 标准误   | 效应占比/% |
|------|--------|------------------|--------|-------|--------|
| 总效应  | -2.206 | (-3.364, -1.121) | <0.001 | 0.567 | 100.0  |
| 直接效应 | -0.294 | (-1.503, 1.060)  | 0.698  | 0.652 | 13.3   |
| 中介效应 | -1.912 | (-3.116, -1.069) | <0.001 | 0.513 | 86.7   |

### 3 讨论

本研究结果显示, 中度孤独症儿童的基本动作技能水平与执行功能、社会交往能力之间存在相互关系, 基本动作技能水平越高执行功能与社会交往能力越好, 此结果进一步验证了大肌肉运动对执行功能与社会交往能力的改善作用; 执行功能与社会交往能力存在正相关性, 其中抑制、情感控制及工作记忆因子与社会交往能力达到中等程度相关 ( $r=0.378$ 、 $0.417$ 、 $0.409$ , 均  $P<0.001$ ), 而计划、组织因子与社会交往能力无关; 执行功能可介导基本动作技能与社会交往能力之间的关系, 且执行功

能各因子中介效果不一。

本研究发现, 执行功能可介导基本动作技能与社会交往能力之间的关系。基本动作技能的发展在儿童社会化中具有重要的地位<sup>[22]</sup>, 儿童整个动作能力的发展与技能的掌握需要以大肌肉运动发展为基础<sup>[23-24]</sup>。然而, 基本动作技能对社会交往能力的影响并不是直接作用的, 它需要通过执行功能的介导产生影响。研究表明, 运动可影响前额叶、扣带回等脑区不同部位的激活程度和范围, 通过增加相关脑区之间功能网络连接等方式来改善执行功能<sup>[25]</sup>, 这为基本动作技能对执行功能的作用提供了生理学通路。此外, 运动协调功能缺陷和社交能

力均与镜像神经元系统的功能有关,该系统涉及动作观察和模仿,以及对行为背后的意图和情绪的选择,这些均涉及执行功能的作用<sup>[26]</sup>。运动诱导的神经可塑性不仅存在于大脑中服务于运动功能的区域,还可增强执行功能<sup>[27]</sup>。因此,鉴于执行功能与社会交往能力之间的密切关系,以及与社会交往能力相关的大脑机制和基本动作技能改善作用之间的重叠,在探究基本动作技能与社会交往能力之间的关系时应着重关注执行功能的中介作用。

本研究还发现,执行功能中的抑制、转换、情感控制、任务启动和工作记忆因子是发挥中介作用的路径。一方面,适当地根据情感反应调控行为、合理的情感分配、主动抑制冲动反应、控制攻击行为、共同注意的发起和响应、自如的转换视角等与情感控制、抑制和转换关系密切<sup>[6,8,10,28-30]</sup>,这些表现是同伴互动的基础,加速了个体、行为、环境间三元互动,促进了行为管理的完善。另一方面,工作记忆和任务启动过程支持了识别情绪和进行社会推断的能力<sup>[31]</sup>,可以调节目标导向的思想和行动<sup>[32-33]</sup>,促进元认知的发展。然而,本研究中元认知方面的监控、计划和组织功能并未表现出与基本动作技能和社会交往能力具有相关性,这可能与中度孤独症儿童发展阶段有关,未来可进一步探究其原因。值得注意的是,执行功能不同因子间的组合作用可能促进了社会交往能力的发展,这为明确执行功能对社会交往能力的影响提供了更有利的证据,为基本动作技能改善社会交往能力提供了实现路径。

总之,在学龄期中度孤独症儿童中,执行功能与社会交往能力随着基本动作技能水平发生正向改变;基本动作技能可以通过执行功能的中介作用对社会交往能力产生影响,其中抑制和情感控制是重要实现路径,这为临床运动处方的制定提供了参考。本研究采用横断面研究设计,因果推断能力有限,纳入的研究对象均为学龄期男性中度孤独症儿童,均可能对研究结果带来一定影响。未来可进一步对不同性别孤独症儿童、学龄前期孤独症儿童进行研究,以完善研究结论;还可开展纵向研究,探索基本动作技能干预与运动技能发展的联系,进一步验证本研究所提出的执行功能介导基本动作技能对孤独症儿童社交障碍影响的可能通路。此外,本研究所采用的执行功能与社会交往能力评估方法均

为主观量表评定,未来可以进一步探索适用于孤独症儿童的客观指标。

## 〔参考文献〕

- [1] SHARMA S R, GONDA X, TARAZI F I. Autism spectrum disorder: classification, diagnosis and therapy[J]. *Pharmacol Ther*, 2018, 190: 91-104. DOI: 10.1016/j.pharmthera.2018.05.007.
- [2] SALARI N, RASOULPOOR S, RASOULPOOR S, et al. The global prevalence of autism spectrum disorder: a comprehensive systematic review and meta-analysis[J]. *Ital J Pediatr*, 2022, 48(1): 112. DOI: 10.1186/s13052-022-01310-w.
- [3] ZHOU H, XU X, YAN W, 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. DOI: 10.1007/s12264-020-00530-6.
- [4] CRAIG F, CRIPPA A, RUGGIERO M, et al. Characterization of autism spectrum disorder (ASD) subtypes based on the relationship between motor skills and social communication abilities[J]. *Hum Mov Sci*, 2021, 77: 102802. DOI: 10.1016/j.humov.2021.102802.
- [5] 徐君,蔡玉军,马晓然,等.儿童青少年基本动作技能、感知运动能力、身体活动的相关关系研究:回顾、解释及启示[J]. *首都体育学院学报*, 2021, 33(6): 686-696. DOI: 10.14036/j.cnki.cn11-4513.2021.06.014.
- [6] FRIEDMAN L, STERLING A. A review of language, executive function, and intervention in autism spectrum disorder[J]. *Semin Speech Lang*, 2019, 40(4): 291-304. DOI: 10.1055/s-0039-1692964.
- [7] KENNY L, CRIBB S J, PELLICANO E. Childhood executive function predicts later autistic features and adaptive behavior in young autistic people: a 12-year prospective study[J]. *J Abnorm Child Psychol*, 2019, 47(6): 1089-1099. DOI: 10.1007/s10802-018-0493-8.
- [8] 李美华,白学军.执行功能中认知灵活性发展的研究进展[J]. *心理学探新*, 2005, 25(2): 35-38, 43. DOI: 10.3969/j.issn.1003-5184.2005.02.008.
- [9] TSERMENTSELI S, TABARES J F, KOUKLARI E C. The role of every-day executive function in social impairment and adaptive skills in autism spectrum disorder with intellectual disability[J]. *Res Autism Spectr Disord*, 2018, 53: 1-6. DOI: 10.1016/j.rasd.2018.05.006.
- [10] PUGLIESE C E, ANTHONY L G, STRANG J F, et al. Longitudinal examination of adaptive behavior in autism spectrum disorders: influence of executive function[J]. *J Autism Dev Disord*, 2016, 46(2): 467-477. DOI: 10.1007/s10803-015-2584-5.
- [11] ZIMMERMAN D L, OWNSWORTH T, O'DONOVAN A,

- et al. Independence of hot and cold executive function deficits in high-functioning adults with autism spectrum disorder[J]. *Front Hum Neurosci*, 2016, 10: 24. DOI: 10.3389/fnhum.2016.00024.
- [12] HUSEYIN O. The impact of sport activities on basic motor skills of children with autism[J]. *Pedagog Psychol Med Biol Probl Phys Train Sports*, 2019, 23(3): 138-144. DOI: 10.15561/18189172.2019.0305.
- [13] WANG L A L, PETRULLA V, ZAMPELLA C J, et al. Gross motor impairment and its relation to social skills in autism spectrum disorder: a systematic review and two meta-analyses[J]. *Psychol Bull*, 2022, 148(3/4): 273-300. DOI: 10.1037/bul0000358.
- [14] 董良山, 卜瑾, 沈波, 等. 10周运动干预对自闭症儿童基本动作技能与社会交往能力的影响[J]. *中国运动医学杂志*, 2021, 40(3): 171-180. DOI: 10.16038/j.1000-6710.2021.03.002.
- [15] ZHOU B, XU Q, LI H, et al. Motor impairments in Chinese toddlers with autism spectrum disorder and its relationship with social communicative skills[J]. *Front Psychiatry*, 2022, 13: 938047. DOI: 10.3389/fpsy.2022.938047.
- [16] 陈甜, 古松, 苏玉莹. 运动干预对孤独症谱系障碍儿童青少年社交障碍影响的网状meta分析[J]. *中国康复医学杂志*, 2023, 38(12): 1719-1727. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2023.12.014.
- [17] 齐军慧, 刘靖, 李雪, 等. 孤独症儿童社会交往能力发展与执行功能和心理推理能力的关系[J]. *中国心理卫生杂志*, 2017, 31(3): 219-224. DOI: 10.3969/j.issn.1000-6729.2017.03.008.
- [18] 中华医学会精神病学分会. 中国精神障碍分类与诊断标准第三版(精神障碍分类)[J]. *中华精神科杂志*, 2001, 34(3): 59-63.
- [19] ALLEN K A, BREDERO B, VAN DAMME T, et al. Test of gross motor development-3 (TGMD-3) with the use of visual supports for children with autism spectrum disorder: validity and reliability[J]. *J Autism Dev Disord*, 2017, 47(3): 813-833. DOI: 10.1007/s10803-016-3005-0.
- [20] 钱英, 王玉凤. 学龄儿童执行功能行为评定量表教师版信效度[J]. *中国心理卫生杂志*, 2009, 23(10): 742-747. DOI: 10.3969/j.issn.1000-6729.2009.10.014.
- [21] 陈亮亮, 舒艳, 刘欣, 等. 社交反应量表简版在中国孤独症儿童中的适用性研究[J]. *教育生物学杂志*, 2019, 7(2): 80-85. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4301.2019.02.004.
- [22] 王俊, 蔡玉军, 陈思同, 等. 不同理论对基本动作技能干预研究的述评、比较与启示[J]. *体育科学*, 2020, 40(6): 72-82. DOI: 10.16469/j.css.202006009.
- [23] 吴升扣, 姜桂萍, 刘威彤, 等. 韵律性身体活动促进3~6岁感觉统合失调幼儿粗大动作发展水平的实证研究[J]. *天津体育学院学报*, 2015, 30(4): 317-320, 363. DOI: 10.13297/j.cnki.issn1005-0000.2015.04.009.
- [24] JIA S, GUO C, LI S, et al. The effect of physical exercise on disordered social communication in individuals with autism Spectrum disorder: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Front Pediatr*, 2023, 11: 1193648. DOI: 10.3389/fped.2023.1193648.
- [25] 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. DOI: 10.15942/j.jcsu.2019.06.020.
- [26] GAI X, XU J, YAN Y, et al. Exergame can improve children's executive function: the role of physical intensity and cognitive engagement[J]. *Acta Psychol Sin*, 2021, 53(5): 505. DOI: 10.3724/sp.j.1041.2021.00505.
- [27] FESTA F, MEDORI S, MACRÌ M. Move your body, boost your brain: the positive impact of physical activity on cognition across all age groups[J]. *Biomedicines*, 2023, 11(6): 1765. DOI: 10.3390/biomedicines11061765.
- [28] TORSKE T, NÆRLAND T, ØIE M G, et al. Metacognitive aspects of executive function are highly associated with social functioning on parent-rated measures in children with autism spectrum disorder[J]. *Front Behav Neurosci*, 2017, 11: 258. DOI: 10.3389/fnbeh.2017.00258.
- [29] VAIDYA C J, YOU X, MOSTOFISKY S, et al. Data-driven identification of subtypes of executive function across typical development, attention deficit hyperactivity disorder, and autism spectrum disorders[J]. *J Child Psychol Psychiatry*, 2020, 61(1): 51-61. DOI: 10.1111/jcpp.13114.
- [30] PELLICANO E. The development of executive function in autism[J]. *Autism Res Treat*, 2012, 2012: 146132. DOI: 10.1155/2012/146132.
- [31] 蔡可龙, 陈爱国, 朱丽娜, 等. 体育运动与孤独症康复: 来自“脑智”视角下的证据[J]. *科技导报*, 2022, 40(10): 67-77. DOI: 10.3981/j.issn.1000-7857.2022.10.007.
- [32] IVERSEN R K, LEWIS C. Executive function skills are linked to restricted and repetitive behaviors: three correlational meta analyses[J]. *Autism Res*, 2021, 14(6): 1163-1185. DOI: 10.1002/aur.2468.
- [33] 阳雨露, 李雪, 刘靖, 等. 高功能孤独症患者刻板重复行为与认知灵活性和抑制控制能力的关系研究[J]. *中国全科医学*, 2019, 22(8): 983-988. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2019.00.051.

[本文编辑] 孙 岩