·儿童发育与康复·

运动-认知双重任务训练对改善发育性协调障碍儿童步态效果和平衡能力的研究

包子涵[1]，李梓阳[1]，高佳文[1]，王舜[1]，刘凤虎[2]，王训令[1]，孙慧[3]

1. 淮北师范大学体育学院，安徽 淮北　235000；2. 山东体育学院运动休闲学院；3. 淮北市中医医院

摘　要：目的　探讨运动-认知双重任务训练对发育性协调障碍（DCD）儿童平衡能力与步态参数的干预效果，并与运动任务训练及感觉统合训练进行比较，为 DCD 儿童康复提供科学依据。**方法**　2025 年 6—7 月，在淮北市招募 5～8 岁 DCD 儿童 78 例，随机分为运动-认知双重任务组、运动任务组和感觉统合组，每组 26 例，干预周期 12 周，每周 3 次，每次 60 min。干预前后采用儿童运动测试成套工具（第二版）（MABC-2）评估平衡能力，利用 GAITRite 系统测量步态参数。**结果**　干预前，3 组平衡与步态参数差异无统计学意义（$P>0.05$）。干预后，3 组 MABC-2 平衡评分均较干预前提高（$P<0.001$），且干预后组间差异有统计学意义（$F=4.854$，$P=0.010$）。步态方面，双重任务组的步幅（$F=4.231$）、步频（$F=3.195$）、步速（$F=4.335$）、双支撑期（$F=8.323$）及单支撑期（$F=5.583$）改善方面均优于运动任务组和感觉统合组（$P<0.05$），但 3 组步态周期改善差异无统计学意义（$P>0.05$）。**结论**　与单一的运动任务训练和感觉统合训练相比，运动-认知双重任务训练在提升 DCD 儿童平衡能力及优化步态参数方面具有显著优势，可为 DCD 儿童康复训练方案的选择提供参考。

关键词：　双重任务训练；发育性协调障碍；步态；平衡；儿童

中图分类号：R179　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1008-6579(2026)11-1257-06　　doi:10.11852/zgetbjzz2025-1218

Effects of motor-cognitive dual-task training on improving gait and balance abilities in children with developmental coordination disorder

BAO Zihan[1], LI Ziyang[1], GAO Jiawen[1], WANG Shun[1], LIU Fenghu[2], WANG Xunling[1], SUN Hui[3]

1. School of Physical Education, Huaibei Normal University, Huaibei, Anhui 235000, China;

2. School of Sports and Leisure, Shandong Sport University;

3. Huaibei Municipal Hospital of Traditional Chinese Medicine

Corresponding author: LIU Fenghu, E-mail: 67839417@qq.com

Abstract:　Objective　To investigate the effects of motor-cognitive dual-task training on balance and gait parameters in children with developmental coordination disorder (DCD), and to compare these effects with those of motor task training and sensory integration training, thereby providing evidence for the rehabilitation of children with DCD. **Methods**　From June to July 2025, a total of 78 children with DCD aged 5 - 8 years were recruited in Huaibei and randomly assigned to a motor-cognitive dual-task group, a motor task group, or a sensory integration group, with 26 children in each group. The intervention lasted 12 weeks and was conducted three times per week for 60 min per session. Balance was assessed using the Movement Assessment Battery for Children-Second Edition (MABC-2), and gait parameters were measured using the GAITRite system before and after the intervention. **Results**　Before the intervention, no statistically significant differences were observed among the three groups in balance scores or gait parameters ($P>0.05$). After the intervention, MABC-2 balance scores increased significantly from baseline in all three groups ($P<0.001$), and the between-group difference after the intervention was statistically significant ($F=4.854$, $P=0.010$). Regarding gait parameters, the motor-cognitive dual-task group showed significantly greater improvements in stride length ($F=4.231$), cadence ($F=3.195$), gait speed ($F=4.335$), double-support phase ($F=8.323$), and single-support phase ($F=5.583$) than the motor task and sensory integration groups ($P<0.05$), whereas gait cycle improvement did not differ significantly among the three groups ($P>0.05$). **Conclusions**　Compared with motor task training and sensory integration training alone, motor-cognitive dual-task training has significant advantages in improving balance and optimizing gait parameters in children with DCD and may provide reference for selecting rehabilitation programs for DCD children.

Keywords:　dual-task training; developmental coordination disorder; gait; balance; children

基金项目：国家社科基金一般项目（25BTY032）

作者简介：包子涵（2002—），男，硕士研究生在读，主要研究方向为儿童体质健康、运动营养与健康。

通信作者：刘凤虎，E-mail：67839417@qq.com

发育性协调障碍(developmental coordination disorder,DCD)是一种神经发育障碍,其核心特征为运动协调能力显著落后于年龄预期,具体表现包括精细运动、粗大运动及平衡能力等方面的协调障碍[1]。DCD 在儿童期的患病率约为 5%～6%,是目前与日常功能活动密切相关的最常见运动障碍之一[2-3],且与注意缺陷多动障碍等疾病共患率较高[4]。这不仅影响儿童的运动表现,还会导致其学习能力受限、运动计划障碍以及社会交往和心理行为问题[5]。

DCD 儿童受损的多种运动能力中,平衡控制缺陷被认为是其运动功能障碍的核心之一[6]。这类儿童在静态站立和动态行走等基础任务中常表现出步态不稳定、前馈性控制不足,以及感觉信息处理与整合能力较弱等问题[7]。这意味着其平衡问题不仅是纯粹的运动控制障碍,还涉及认知加工的参与[8]。虽然结合核心稳定性训练与任务导向训练可以在较短时间内提升 DCD 儿童的身体功能,还能进一步改善其活动与参与表现[9]。但是将认知训练任务整合入运动干预过程中,即实施运动-认知双重任务训练(dual-task training)可能会对 DCD 儿童带来更好的效果[10-11]。因此,本研究将运动-认知双重任务训练应用于 DCD 儿童,比较 3 种训练方式的效果,探索适宜 DCD 儿童步态效果和平衡能力的干预方法。

1 对象和方法

1.1 对象 2025 年 6—7 月从淮北市儿童评估中心和医院招募 DCD 儿童 78 例,采用随机数字表法随机分为运动-认知双重任务组(双重任务组)、运动任务组和感觉统合组 3 组,每组 26 例。纳入标准:1)根据《精神疾病诊断与统计手册》第 5 版修订版(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition, Text Revision, DSM-5-TR)被正式诊断为发育协调障碍;2)年龄 5～8 岁;3)常规教育框架中就读;4)无智力障碍(IQ＞70)。排除标准:1)智力障碍、先天性疾病或其他并发症;2)明显的运动障碍;3)正在接受物理或职业治疗训练;4)有严重的破坏性行为;5)指令依从性差、理解能力差,不能完全遵循指示。3 组儿童基本情况比较差异无统计学意义(P＞0.05)。见表 1。本研究经山东体育学院运动科学伦理委员会审批通过(伦审号:2024069),所有受试患儿的法定监护人签署知情同意书。

表 1 儿童基本情况($\bar{x}\pm s$)

Tab. 1 Basic characteristics of children($\bar{x}\pm s$)

项目	双重任务组(n=26)	运动任务组(n=26)	感觉统合组(n=26)	F 值	P 值
年龄(岁)	6.73±1.04	6.46±1.24	6.57±1.10	0.371	0.691
身高(cm)	121.10±9.49	119.65±8.26	123.14±8.68	1.025	0.364
体重(kg)	23.54±4.92	25.19±5.11	25.95±5.58	1.445	0.242
BMI(kg/m^2)	16.40±4.68	17.73±3.83	17.38±4.61	0.636	0.532
IQ	86.02±6.45	85.13±6.03	82.94±6.72	1.593	0.210
体力活动水平(MET·h/week)	18.32±13.76	18.36±8.52	20.36±12.08	0.260	0.772

1.2 方法 3 组患儿正常维持日常生活与学校体育课程安排,期间记录其体力活动频次及形式,研究期间要求确保无额外运动或康复治疗行为发生。各类日常体力活动的代谢当量参考《2011 年身体活动代谢当量汇编》[12]。感觉统合组进行感觉统合训练,运动任务组进行运动任务训练,双重任务组进行运动-认知双重任务训练。研究团队由 1 名医生、2 名康复治疗师及 3 名研究生组成。医生负责质量控制与安全管理;康复治疗师根据儿童功能水平制定并实施训练方案;研究生在康复治疗师指导下参与干预实施与记录,协助完成评估工作。干预前,团队讨论拟定训练措施,并进行 1 周的同质化培训。干预过程中,严格按照既定方案实施训练,并持续跟踪儿童的参与和效果表现。3 组的训练周期、频率与时长均为 12 周,每周 3 次,每次 60min[13]。

1.2.1 感觉统合训练 感觉统合分为感觉注册及调节、感觉分析及感觉动作协调[14]。本研究在感觉注册及调节中,通过触觉、前庭觉及本体觉刺激提升儿童对环境刺激适应性;感觉分析中,结合触觉辨别、听觉节奏模仿、视觉空间任务及多感觉整合,训练儿童感觉甄别与加工能力;感觉动作协调中,开展单脚站立、平衡行走、侧向摸膝、跳跃及熊爬,以促进感觉信息向有效动作输出转化。

1.2.2 运动任务训练 运动任务干预策略依据《国际功能、残疾和健康分类》框架制定[15]。在此基础上,结合核心稳定性训练(桥式、平衡球支撑、健身球支撑滚动、四点支撑交替抬手/腿)与任务导向训练(单脚站立、平衡行走、跨越障碍、双脚及单脚跳跃、

钻爬及翻滚、以及软球抛接和踢球），以提升患儿的运动协调与平衡控制。

1.2.3　运动-认知双重任务训练　双重任务训练在运动任务训练的基础上增加认知训练。运动任务包括站姿、卧姿和坐姿动作；认知任务部分涵盖记忆力、注意力、逻辑推理等。干预过程中，运动与认知任务同时进行。通过双重任务设计训练儿童注意分配、执行功能与动态姿势控制能力，促进运动与认知的协同发展。见表 2。

表 2　运动-认知双重任务训练干预方案

Tab. 2　Protocol of motor-cognitive dual-task training intervention

序号	体位	身体运动任务	认知干预任务
1	站姿	热身激活：双臂伸直向前做环绕运动 5 圈，逆时针/顺时针交替重复 3 组。保持站立姿势，双手抱球转体，左右各 10 次，重复 3 组。	数字计数：0 开始，每个数字加 2（如 0，2，4……），随后反向从 30 减 2 倒数（30，28，26……）。
2	站姿	热身激活：保持半蹲位，过程中结合半垂直跳与蹲起交替动作，每组 10 次，共 3 组。	反应力训练：根据指令做出相应动作（如“红-跳”“绿-站”）。
3	俯卧	俯卧滚球：两人面对面俯卧进行跪姿平板支撑，互相滚动海绵球，每组 20 次，共 3 组。	记忆训练：训练者说出 4 个颜色或动物，儿童需在球传递时复述并倒背。
4	坐姿	坐姿交叉抬腿：配合两腿左右交替，上肢将障碍锥左右对侧摆放。两腿交替算 1 次，每组 10 次，重复 2 组。	注意力训练：摆放的同时听词进行（如听到“动物”类词汇时正常进行，听到“家具”则停止摆放）。
5	站姿	平衡步道行走：沿地面胶带（宽 10cm）前后走，保持平衡，不踏出，手握弹力球，交替换手；每组来回 3 次。	方向判断：听到“左前方”“右后方”等方向，儿童指向相应方向或脚步调整。
6	站姿	单脚站立投接球：一人单脚站立 5s＋接软球 10 次，左右腿交替进行。	空间记忆：在地板上摆放 4 件物品，儿童观察 5s 后闭眼说出物品顺序。
7	站姿	障碍绕行跑：绕 3 个圆锥（Z 形路线）小步跑，练习启动与变向，每轮 3 次。	语言流畅度：尽可能多说出“与水有关的词”，记录词数。
8	坐姿	坐姿转体：坐位扭转身体触摸归纳相应物品，每组 10 次，工 3 组。	图形识别：儿童身体两侧放置 3 种积木图形（△○□），训练者发出相关图形口令，儿童边做边把物品放入盒中。
9	站姿	站立抬腿拍膝：左腿抬起同时右手拍左膝，反之亦然。每组 20 次，共 3 组。	数列推理：听到数列说出接下来 2 个数字，并倒数从 30 回到起点。
10	站姿	走-停指令：听训练者指令快走/慢走/急停，训练反应控制。每轮 1min，共 3 轮。	抑制控制：听到“红色”时停下，听到“蓝色”继续走，进行刺激-反应配对训练。

1.2.4　平衡测试　以儿童运动测试成套工具（第二版）（Movement Assessment Battery for Children-Second Edition，MABC-2）测试作为平衡能力的评价指标。该测试根据年龄分为 3 个评估年龄带（3～6 岁、7～10 岁、11～16 岁）。其中，3～6 岁组为垫上单脚站立、踮脚走平衡步道和垫上双脚跳跃；7～10 岁组为垫上单脚站立、脚跟对脚尖走直线、垫上单脚跳跃。每项任务先获得原始分后，再依据 MABC-2 评分手册按年龄转换为标准分值（1～19 分），分值越高表示平衡能力越强。

1.2.5　步态分析　采用 GAITRite 步态分析系统评估 DCD 儿童在干预前后步态表现。具体测量指标包括：步幅、步频、步速、步态周期、双支撑期百分比以及单支撑期百分比（双支撑期百分比降低、单支撑期百分比升高均为积极变化，分别提示双脚共同支撑依赖降低以及单腿支撑稳定性增强）。测试过程中，儿童在自然步态下进行步行测试，每项测试进行 3 次，取平均值进行分析。

1.3　质量控制　所有参与研究的评估人员及干预人员均接受统一规范化培训。测试前由研究人员向患儿及其监护人详细讲解测试流程与注意事项，通过示范、引导及鼓励等方式提高儿童配合度，所有测试均在相同环境下完成，并由固定人员按照统一流程实施，以保证一致性和依从性。研究数据采用双人双录入法并交叉核查，对不一致数据及时溯源修正，有效降低录入误差，以保证研究数据的准确性、完整性和可靠性。

1.4　统计学方法　运用 SPSS 26.0 进行统计分析，符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示。正态性检验采用 Shapiro-Wilk 法，组间比较使用单因素方差分析、组间两两比较采用 Bonferroni 事后检验，组内比较采用配对 t 检验。$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结　果

2.1　双重任务组、运动任务组和感觉统合组干预前

后平衡能力比较　干预前，3 组儿童间 MABC-2 平衡能力评分比较差异无统计学意义（$P=0.672$）。干预后，双重任务组平衡评分显著高于运动任务组与感觉统合组（$P<0.05$）。3 组干预前后平衡评分差异有统计学意义（$P<0.001$）。见表 3。

2.2　双重任务组、运动任务组和感觉统合组干预前后步态分析比较　干预前，3 组儿童各项步态测量结果差异均无统计学意义（$P<0.05$）。干预后，双重任务组与运动任务组步幅、步频与步速均较干预前显著提高，步态周期缩短，双支撑期百分比显著下降且单支撑期百分比显著上升（$P<0.05$）。感觉统合组干预后步幅、步速显著提高、双手支撑期比例显著下降，单支撑期比例显著上升（$P<0.05$）。干预后组间比较显示，除步态周期外双重任务组各步态测量结果改善效果显著（$P<0.05$），提示运动-认知双重任务训练主要通过改善步态的空间特征及步态周期内部的时相分配，促进 DCD 儿童步行功能的改善。见表 4。

表 3　双重任务组、运动任务组和感觉统合组干预前后平衡能力比较（分，$\bar{x}\pm s$）

Tab. 3　Comparison of balance ability before and after intervention among the dual-task group, motor task group and sensory integration group (score, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	干预前	干预后	t 值	P 值
双重任务组	26	5.75±1.95	10.29±2.38	−19.842	<0.001
运动任务组	26	5.28±2.21	9.09±1.82	−13.851	<0.001
感觉统合组	26	5.47±1.87	8.40±2.37	−8.727	<0.001
F 值		0.400	4.854		
P 值		0.672	0.010		

表 4　双重任务组、运动任务组和感觉统合组干预前后步态分析比较（$\bar{x}\pm s$）

Tab. 4　Comparison of gait analysis before and after intervention among the dual-task group, motor task group and sensory integration group ($\bar{x}\pm s$)

指标	组别	例数	干预前	干预后	t 值	P 值
步幅(m)	双重任务组	26	0.42±0.08	0.50±0.07	−20.055	<0.001
	运动任务组	26	0.41±0.06	0.47±0.06	−13.411	<0.001
	感觉统合组	26	0.39±0.06	0.45±0.06	−8.033	<0.001
	F 值		0.687	4.231		
	P 值		0.506	0.018		
步频(min)	双重任务组	26	106.77±13.24	122.50±15.23	−5.786	<0.001
	运动任务组	26	111.15±10.86	118.44±11.73	−2.829	0.009
	感觉统合组	26	109.23±15.07	113.29±12.26	−1.370	0.183
	F 值		0.724	3.195		
	P 值		0.488	0.047		
步速(m/s)	双重任务组	26	0.86±0.15	1.04±0.17	−4.615	<0.001
	运动任务组	26	0.88±0.12	0.97±0.13	−3.081	0.005
	感觉统合组	26	0.85±0.17	0.92±0.14	−2.145	0.042
	F 值		0.318	4.335		
	P 值		0.729	0.017		
步态周期(s)	双重任务组	26	1.03±0.12	0.94±0.11	2.462	0.021
	运动任务组	26	0.98±0.10	0.92±0.09	2.181	0.039
	感觉统合组	26	1.00±0.15	0.94±0.10	1.506	0.145
	F 值		1.041	0.330		
	P 值		0.358	0.720		
双支撑期比例(%)	双重任务组	26	26.38±2.92	22.15±2.74	5.293	<0.001
	运动任务组	26	25.85±1.73	24.07±2.43	2.670	0.013
	感觉统合组	26	27.53±3.19	25.48±3.57	2.206	0.037
	F 值		2.642	8.323		
	P 值		0.078	0.001		
单支撑期比例(%)	双重任务组	26	32.30±2.70	37.06±2.14	−6.173	<0.001
	运动任务组	26	33.14±2.61	36.31±2.22	−4.808	<0.001
	感觉统合组	26	31.24±3.16	35.00±2.37	−4.876	<0.001
	F 值		2.952	5.583		
	P 值		0.058	0.005		

3　讨　论

3.1　运动-认知双重任务训练对发育性协调障碍儿童平衡能力的影响　本研究结果显示，干预后双重任务组 DCD 儿童平衡能力显著高于运动任务组与感觉统合组。其原因可能与 DCD 儿童的姿势控制机制以及双重任务训练特点有关。DCD 儿童在维持平衡过程中普遍存在多模态感觉整合效率低下，并伴随感觉输入利用不足及注意资源分配受限等问题，这些问题导致其在平衡任务中的稳定性显著弱于典型发育儿童[16]。相较于单纯运动任务或感统训练，运动-认知双重任务训练在维持姿势平衡的同时引入注意分配、抑制控制和工作记忆等认知负荷，要求儿童同步处理姿势调节与认知加工，从而增强前额叶、顶叶及小脑网络间的协同调控，更有效地促进前馈姿势调节能力提升[17]。此外，有研究表明，双重任务训练可针对 DCD 儿童高度依赖注意资源的特征进行补偿性强化，从而在注意资源受限的情况下维持姿势稳定性[18]。因此，与仅关注身体协调或感觉刺激的训练相比，运动-认知双重任务训练通过同步强化 DCD 儿童所依赖的感觉-运动整合与认知调节机制，更有效地促进平衡能力的提升。

3.2　运动-认知双重任务训练对发育性协调障碍儿童步态效果的影响　本研究发现，运动-认知双重任务训练干预后的 DCD 儿童步频和步速提高、步幅增加，同时双支撑期比例下降、单支撑期比例上升。这表明，DCD 儿童能够通过加快行走节奏和增加单步推进距离来提高步行速度，同时减少对双足支撑的时间依赖。具体来说，步频与步速的提升体现了步态节律生成与下肢运动时序协调能力的改善，提示其在行走过程中节奏控制与相位同步性得到强化[19-20]。步幅增加、单支撑期比例上升和双支撑期缩短表明儿童步态稳定性增强与更高的自动化水平，这种变化反映了其运动控制策略正由外部注意依赖向内部前馈调节的转化[10]。值得注意的是，尽管双重任务组干预后步态周期较干预前缩短，但干预后三组间比较差异无统计学意义，说明三种干预在完整跨步时间方面的相对差异有限，但步态周期内部的支撑时相可能发生了调整。整体而言，双重任务训练通过在运动中引入认知负荷，促进 DCD 儿童的注意资源分配与感觉-运动信息整合，优化步态时空参数及支撑时相分配[21]。

综上，运动-认知双重任务训练同时整合了动作执行与认知加工要求，其训练形式更贴近日常生活情境，是一种兼具神经可塑性基础与临床应用潜力的康复策略。未来研究可结合脑功能成像、神经生理监测及人工智能辅助运动分析等技术，从认知神经机制层面深入揭示运动-认知双重任务干预的作用路径，为 DCD 儿童康复提供更为精准和循证的干预方案。

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] Blank R，Barnett AL，Cairney J，et al. International clinical practice recommendations on the definition，diagnosis，assessment，intervention，and psychosocial aspects of developmental coordination disorder[J]. Dev Med Child Neurol，2019，61(3)：242-285.

[2] Karras HC，Morin DN，Gill K，et al. Health-related quality of life of children with developmental coordination disorder[J]. Res Dev Disabil，2019，84：85-95.

[3] 刘振寰. 发育性运动协调障碍儿童的早期筛查与干预[J]. 中国儿童保健杂志，2024，32(5)：475-479.
Liu ZH. Early screening and intervention of children with developmental coordination disorder[J]. Chin J Child Health Care，2024，32(5)：475-479.(in Chinese)

[4] Pranjić M，Rahman N，Kamenetskiy A，et al. A systematic review of behavioral and neurobiological profiles associated with coexisting attention-deficit/hyperactivity disorder and developmental coordination disorder[J]. Neurosci Biobehav Rev，2023，153：105389.

[5] 花静. 儿童发育性协调障碍的早期识别和共病问题[J]. 中国儿童保健杂志，2025，33(5)：465-471.
Hua J. Early identification and comorbidity of developmental coordination disorders in children[J]. Chin J Child Health Care，2025，33(5)：465-471.(in Chinese)

[6] Verbecque E，Johnson C，Rameckers E，et al. Balance control in individuals with developmental coordination disorder：A systematic review and Meta-analysis[J]. Gait Posture，2021，83：268-279.

[7] Geuze RH. Postural control in children with developmental coordination disorder[J]. Neural Plast，2005，12(2-3)：183-272.

[8] Schott N，El-Rajab I，Klotzbier T. Cognitive-motor interference during fine and gross motor tasks in children with developmental coordination disorder (DCD)[J]. Res Dev Disabil，2016，57：136-148.

[9] 中华预防医学会儿童保健分会，中国妇幼保健协会儿童早期发展专业委员会，中国康复医学会儿童康复专业委员会发育

性协调障碍学组. 儿童发育性协调障碍的筛查、评估和诊断指南(2025)[J]. 中华儿科杂志, 2025, 63(5): 444-453.
Child Health Branch, Chinese Preventive Medicine Association; Child Early Development Committee, Chinese Maternal and Child Health Association; Developmental Coordination Disorder Group, Pediatric Rehabilitation Committee, Chinese Association of Rehabilitation Medicine. Guideline for screening, assessment and diagnosis of developmental coordination disorder in children (2025)[J]. Chin J Pediatr, 2025, 63(5): 444-453. (in Chinese)

[10] Subara-Zukic E, McGuckian TB, Cole MH, et al. Locomotor-cognitive dual-tasking in children with developmental coordination disorder[J]. Front Psychol, 2024, 15: 1279427.

[11] Gao J, Yang Y, Xu X, et al. Motor-based interventions in children with developmental coordination disorder: A systematic review and Meta-analysis of randomised controlled trials[J]. Sports Med Open, 2025, 11(1): 59.

[12] Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, et al. 2011 compendium of physical activities: A second update of codes and MET values[J]. Med Sci Sports Exerc, 2011, 43(8): 1575-1581.

[13] 中国康复医学会儿童康复专业委员会发育性协调障碍学组, 中国妇幼保健协会儿童康复专业委员会, 中国优生优育协会儿童生长与康复专业委员会, 等. 《儿童发育性协调障碍的早期干预和康复指南》计划书[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2025, 40(1): 9-11.
Developmental Coordination Disorder Group, Pediatric Rehabilitation Committee, Chinese Association of Rehabilitation Medicine; Pediatric Rehabilitation Committee, Chinese Maternal and Child Health Association; Children's Growth and Rehabilitation Committee, Chinese Association for Improving Birth Outcome and Child Development, et al. Guideline for early intervention and rehabilitation of developmental coordination disorder in children: A protocol[J]. Chin J Appl Clin Pediatr, 2025, 40(1): 9-11. (in Chinese)

[14] 杨志勇, 何彦璐, 陈玮锭, 等. 平衡仪训练对发育性协调障碍儿童平衡能力的影响[J]. 中国妇幼保健, 2021, 36(9): 2051-2054
Yang ZY, He YL, Chen WD, et al. Effect of balance instrument training on balance ability of children with developmental coordination disorder[J]. Matern Child Health Care China, 2021, 36(9): 2051-2054. (in Chinese)

[15] World Health Organization. Internationalclassification of functioning, disability, and health: Children and youth version: ICF-CY[M]. World Health Organization, 2007. extension://ngbkcglbmlglgldjfcnhaijeecaccgfi/https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/81e04699-2930-4da2-ac97-76725c7dcc07/content

[16] Cheng YTY, Tsang WWN, Schooling CM, et al. Reactive balance performance and neuromuscular and cognitive responses to unpredictable balance perturbations in children with developmental coordination disorder[J]. Gait Posture, 2018, 62: 20-26.

[17] Huang Q, Yeung MK, Fong KNK, et al. Cortical activity during online motor control in children with and without developmental coordination disorder: A cross-sectional functional near-infrared spectroscopy study[J]. J Neuroeng Rehabil, 2024, 21(1): 160.

[18] Jelsma LD, Geuze RH, Fuermaier ABM, et al. Effect of dual tasking on a dynamic balance task in children with and without DCD[J]. Hum Mov Sci, 2021, 79: 102859.

[19] Goetschalckx M, Feys P, Rameckers E, et al. Auditory-motor synchronization in developmental coordination disorder: Effects on interlimb coordination during walking and running[J]. Ann N Y Acad Sci, 2024, 1540(1): 307-323.

[20] Kuijpers R, Smulders E, Groen BE, et al. Walking adaptability improves after treadmill training in children with developmental coordination disorder: A proof-of-concept study[J]. Gait Posture, 2022, 92: 258-263.

[21] Al-Yahya E, Esser P, Weedon BD, et al. Motor learning in developmental coordination disorder: Behavioral and neuroimaging study[J]. Front Neurosci, 2023, 17: 1187790.

收稿日期: 2025-10-28 **修回日期**: 2026-06-10 **本文编辑**: 李少闻

关爱儿童健康 促进全面发展