·科研论著·

镜像神经元康复训练系统对学龄前发育性协调障碍儿童手灵巧性及精细运动功能的影响

葛向阳[1]，王飞英[1]，徐仁杰[2]，顾秋燕[1]，倪钰飞[1]

1. 南通大学附属妇幼保健院(南通市妇幼保健院)，江苏 南通　226001；2. 昆山市康复医院

摘　要：目的　观察镜像神经元康复训练系统(MNST)对学龄前发育性协调障碍(DCD)儿童手灵巧性及精细运动功能的影响，为 DCD 儿童的康复治疗提供参考依据。**方法**　选取 2021 年 6 月—2023 年 4 月就诊于南通大学附属妇幼保健院的 DCD 儿童 56 例，按随机数字表法分为治疗组和对照组，失访 5 例，最终治疗组 26 例，对照组 25 例。两组儿童均给予常规康复治疗，治疗组在对照组基础上联合采用 MNST 训练。治疗前及治疗 12 周后，比较两组儿童的儿童运动协调能力评估量表第二版(MABC-2)手灵巧度因子量表、Peabody 精细运动发育量表(PDMS-FM)和儿童功能独立性评定量表(WeeFIM)得分。**结果**　治疗前，两组儿童的 MABC-2 手灵巧度量表评分、PDMS-FM 发育商评分和 WeeFIM 评分组间比较，差异均无统计学意义($P>0.05$)。治疗后，两组儿童 MABC-2 手灵巧度量表评分、PDMS-FM 发育商评分和 WeeFIM 评分均较组内治疗前显著改善(治疗组：$t=35.620$、42.084、40.072，对照组：$t=14.000$、12.017、14.054，$P<0.001$)，且治疗组各项评分均优于对照组($t=2.611$、3.120、2.331，$P<0.05$)。**结论**　镜像神经元康复训练系统联合常规康复训练能够更明显地改善 DCD 儿童的手灵巧性和精细运动功能，并提高其日常生活活动能力。

关键词： 镜像神经元；发育性协调障碍；精细运动；运动想象；动作观察

中图分类号：R493；R749.94　**文献标识码：**A　**文章编号：**1008-6579(2024)05-0491-05　doi:10.11852/zgetbjzz2023-0798

Effects of mirror neuron system theory on hand dexterity and fine motor function in preschool children with developmental coordination disorder

GE Xiangyang[1], WANG Feiying[1], XU Renjie[2], GU Qiuyan[1], NI Yufei[1]

1. Affiliated Maternity and Child Health Care Hospital of Nantong University, Nantong, Jiangsu 226001, China;

2. Kunshan Rehabilitation Hospital

Corresponding author: WANG Feiying, E-mail: 946923407@qq.com

Abstract: Objective　To observe the effects of mirror neuron system theory(MNST) on hand dexterity and fine motor function in preschool children with developmental coordination disorder (DCD), so as to provide reference for the rehabilitation of children with DCD. **Methods**　A total of 51 children with DCD treated at Nantong Maternal and Child Health Care Hospital from June 2021 to April 2023 were enrolled in this study, and were randomly assigned to treatment group ($n=26$) and control group ($n=25$) except for 5 cases who missed in the follow-up. Both groups received conventional rehabilitation training, while the treatment group received MNST additionally. The hand dexterity and fine motor function of both groups were assessed using the hand dexterity subscale of the Movement Assessment Battery for Children-Second Edition (MABC-2), Peabody Developmental Motor Scale-Fine Motor (PDMS-FM), and Function Independence Measure for Children (WeeFIM) before and after 12 weeks of treatment. **Results**　Before treatment, there were no significant differences in hand dexterity subscale of MABC-2, PDMS-FM, and WeeFIM scores between the two groups ($P>0.05$). After treatment, both groups showed improvements in hand dexterity subscale of MABC-2, PDMS-FM, and WeeFIM scores (treatment group: $t=35.620$, 42.084, 40.072; control group: $t=14.000$, 12.017, 14.054, $P<0.001$), with the treatment group showing significantly greater improvements compared to the control group ($t=2.611$, 3.120, 2.331, $P<0.05$). **Conclusion**　MNST combined with conventional rehabilitation training can enhance hand dexterity and fine motor function in children with DCD, thereby improving children's activities of daily living.

Keywords: mirror neurons; developmental coordination disorder; fine motor function; motor imagery; action observation

基金项目：南通市科技局科技计划项目(MSZ2022032)；南通市卫生健康委员会面上项目(MS2022075)；南通大学临床医学专项(2022LQ008)

作者简介：葛向阳(1994-)，男，主管治疗师，硕士学位，主要研究方向为儿童发育障碍性疾病的康复治疗与研究。

通信作者：王飞英，E-mail：946923407@qq.com

发育性协调障碍(developmental coordination disorder, DCD)是学龄前儿童最常见的神经发育障碍性疾病之一,主要表现为儿童不能获得与其年龄相匹配的运动技能[1]。欧美各国 DCD 发病率报道不一,我国学者调查报道的国内学龄前儿童 DCD 发病率集中在 5%～10%[2-4]。尽管病因尚不清楚,但 DCD 儿童的核心特征较为明确,表现为精细运动和粗大运动协调能力障碍[1,5]。学龄前 DCD 儿童的手精细运动功能缺陷会延续至学龄期,并与学龄期书写障碍的发生高度相关[5],不仅严重影响其在校学习表现,还会对未来的日常生活和职业追求有长远负面影响[6]。

研究表明,基于镜像神经元理论的运动想象和动作观察疗法,可以通过提高 DCD 儿童的预测性运动控制以及运动规划能力来改善其受损的精细协调功能[7]。镜像神经元康复训练系统(mirror neuron system theory, MNST)是基于镜像神经元理论"动作观察-运动想象-模仿执行"联合训练机制而开发的新型康复训练系统。目前国内尚缺乏 MNST 应用于治疗 DCD 儿童精细运动功能的临床对照研究[6]。本研究采用 MNST 治疗 DCD 儿童,观察其对患儿手灵巧性及精细运动功能的影响,为 DCD 儿童康复治疗提供参考。

1 对象和方法

1.1 对象 选取 2021 年 6 月—2023 年 4 月在南通大学附属妇幼保健院儿童康复科和儿童保健科就诊的 DCD 儿童 56 例,按随机数字表法分为治疗组 28 例和对照组 28 例,参照 Wilson 等[7]研究结果选取本次试验样本量。所有儿童均由同一名经过培训且经验丰富的儿童保健科副主任医师进行临床诊断,且均符合美国《精神障碍诊断与统计手册》第 5 版(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder, 5th ed, DSM-5)中 DCD 诊断标准。入选标准:1)年龄 3～6 岁;2)儿童运动协调能力评估量表第二版(Movement Assessment Battery for Children-Second Edition, MABC-2)的手灵巧度子量表得分百分位数小于 15%;3)能理解、执行指令;4)自愿加入研究并由儿童监护人签署知情同意书。排除标准:1)合并脑性瘫痪、精神发育迟滞、孤独症、注意缺陷多动障碍等其它躯体或精神障碍类疾病者;2)不能完成各项训练方案及中途退出者。本研究获南通市妇幼保健院医学伦理委员会审核批准(Y2021058)。

1.2 方法 两组儿童均给予常规康复治疗,治疗组在常规康复治疗基础上给予 MNST 训练。

1.2.1 常规康复治疗[1] 基于儿童当前的手精细运动能力水平设计任务导向性训练活动,引导儿童完成难度递增的活动目标,以增强 DCD 儿童的精细运动功能,主要包括各类手指分化及精细运动训练活动(如折纸、仿画、拼图以及各种纸牌游戏等)。常规康复治疗每次 40min,每天 1 次,每周 4d,连续 12 周。

1.2.2 MNST 训练[7] 采用广州产 SHXF-102 型镜像神经元康复训练系统进行 MNST 训练,该系统包含动作训练、口型训练、动作-口型混合训练 3 种治疗模式,系统内置了 600 余条训练方案,其中针对上肢和手精细功能的训练条目超过 300 条,涵盖日常所需的精细抓握、手眼协调等相关功能性动作。本次研究中所有 DCD 儿童均选用动作训练治疗模式,每项动作的训练视频重复播放 3 次,每次间隔 5s,要求儿童认真观察视频动作,并于间隔期间回想刚刚观察到的动作,最后模仿执行该动作,依次进行全部训练内容。MNST 训练每次 30min,每天 1 次,每周 4d,连续 12 周。

1.3 评价方法 分别于治疗前、治疗 12 周后,由经过专业培训且不了解分组情况的专业医师进行疗效评定。

1.3.1 儿童运动协调能力评估量表第二版[8]的手灵巧度子量表 采用 MABC-2 手灵巧度子量表来评估 DCD 儿童手灵巧性操作情况,该测评量表在中国大陆儿童群体中具有良好的信度和效度,被认为是儿童动作协调能力测评的黄金标准[8],适用于 3～6、7～10、11～16 岁 3 个年龄阶段,本研究采用 3～6 岁年龄阶段测试。其中,手灵巧度子量表包括投硬币、穿珠、描画轨迹 3 个项目,将各项目测得最佳原始分转化为 1～19 标准分值,得分越高表明儿童手灵巧性越好;

1.3.2 Peabody 精细运动发育量表[9] 采用 Peabody 精细运动发育量表(Peabody Developmental Motor Scale-Fine Motor, PDMS-FM)评估 DCD 儿童精细运动功能及上肢协调性,杨红等[9]的研究表明中文版 PDMS 量表应用于测量 0～6 岁儿童的相关运动能力以及早期识别运动缺陷具有良好的信度和效度。PDMS-FM 分为抓握、视觉-运动整合两个部分,共 98 条评估项目,每项 0～2 分,总分 196,查附表将所得原始总分通过标准分转化为精细运动商,PDMS-FM 精细运动商值越高表明儿童精细运动功能越好。

1.3.3 儿童功能独立性评定量表 儿童功能独立

性评定量表[10](Function Independence Measure for Children, WeeFIM)适用于 DCD 儿童的功能独立性和日常生活活动能力评定。多项心理测量学研究结果表明,WeeFIM 在 6 个月～7 岁正常儿童以及 6 个月～21 岁的功能残障或发育落后者中,具有良好的信度、效度和临床应用价值[10]。该量表共 18 项内容,每项按依赖程度由高到低分为 1～7 分,总分 126 分,得分越高说明功能独立性和日常生活活动能力越好。

1.4　统计学方法　采用 SPSS 22.0 版软件对数据进行统计分析。计量资料采用 $\bar{x}\pm s$ 表示。经方差齐性检验后,符合正态分布的计量资料组间比较采用独立样本 t 检验,组内比较采用配对样本 t 检验。计数资料采用 χ^2 检验。$P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2　结　果

2.1　治疗组和对照组儿童基线资料比较　由于儿童转学、家庭变迁、肺炎住院等原因,治疗组和对照组分别有 2 例和 3 例儿童退出本次研究。最终治疗组(26 例)和对照组(25 例)儿童性别、年龄、体重、身高等基线资料比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。见表 1。

表 1　治疗组和对照组儿童一般资料比较($\bar{x}\pm s$)

Tab. 1　Comparison of general data between treatment group and control group($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	性别(n) 男	女	年龄(月)	体重(kg)	身高(cm)
治疗组	26	17	9	57.46±9.21	18.47±2.43	109.74±5.92
对照组	25	15	10	58.12±9.32	19.03±2.37	110.80±6.53
χ^2/t 值		0.158[a]		0.254[b]	0.826[b]	0.607[b]
P 值		0.691		0.801	0.413	0.547

注:[a]χ^2 值,[b]t 值。

2.2　治疗组和对照组儿童干预前后 MABC-2 手灵巧度标准分比较　治疗前两组 MABC-2 手灵巧度标准分差异无统计学意义($P>0.05$)。治疗后,两组 MABC-2 手灵巧度标准分均显著提高($P<0.05$),且治疗组较对照组提高更显著($P<0.05$)。见表 2。

2.3　治疗组和对照组儿童干预前后 PDMS-FM 精细运动商比较　治疗前两组 PDMS-FM 精细运动商差异无统计学意义($P>0.05$)。治疗后,两组 PDMS-FM 精细运动商均显著提高($P<0.05$),且治疗组较对照组提高更显著($P<0.05$)。见表 3。

表 2　治疗组和对照组儿童治疗前后 MABC-2 手灵巧度标准分比较($\bar{x}\pm s$)

Tab. 2　Comparison of MABC-2 between treatment group and control group before and after treatment($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗后	t 值	P 值
治疗组	26	3.62±1.27	6.42±1.33	35.620	<0.001
对照组	25	4.04±1.40	5.44±1.36	14.000	<0.001
t 值		1.137	2.611		
P 值		0.261	0.012		

表 3　治疗组和对照组儿童治疗前后 PDMS-FM 精细运动商值比较($\bar{x}\pm s$)

Tab. 3　Comparison of PDMS-FM between treatment group and control group before and after treatment($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗后	t 值	P 值
治疗组	26	72.50±6.18	86.92±5.80	42.084	<0.001
对照组	25	74.16±6.36	81.28±7.07	12.017	<0.001
t 值		0.945	3.120		
P 值		0.349	0.003		

2.4　治疗组和对照组儿童干预前后 WeeFIM 比较　治疗前两组 WeeFIM 评分差异无统计学意义($P>0.05$)。治疗后,两组 WeeFIM 评分均显著提高($P<0.05$),且治疗组较对照组提高更显著($P<0.05$)。见表 4。

表 4　治疗组和对照组儿童治疗前后 WeeFIM 评分比较($\bar{x}\pm s$)

Tab. 4　Comparison of WeeFIM between treatment group and control group before and after treatment($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗后	t 值	P 值
治疗组	26	97.38±6.47	111.50±7.06	40.072	<0.001
对照组	25	99.20±7.21	106.64±7.82	14.054	<0.001
t 值		0.947	2.331		
P 值		0.348	0.024		

3　讨　论

3.1　DCD 儿童精细功能障碍的临床表现　近三十年来,国外研究基于 DCD 儿童的不同特征总结了多种 DCD 临床亚型,其中精细运动控制缺陷型是所有研究均明确指出的一种类型,该类 DCD 儿童以手灵巧性下降、精细运动协调性受损为主要特征[11]。研究表明,DCD 儿童的精细运动协调性缺陷很难随年龄的增长而自发改善,这些功能障碍往往会延续到青春期甚至成年后,并且可能会在缺乏适当干预的情况下进一步发展成为严重的继发性残疾[11-12]。

3.2　基于镜像神经元的康复疗法应用于 DCD 儿童的研究进展　近年来,国外研究提出基于镜像神经元理论的运动想象和动作观察疗法可以通过提高 DCD 儿童的预测性运动控制以及运动规划能力来

改善其受损的精细协调功能[7,13-16]。镜像神经元系统(mirror neuron system, MNS)主要由中枢神经系统中额叶和顶叶等高级感觉运动皮质区的分布式神经网络构成,当人类观察、想象、执行和模仿某一动作时,MNS 即自动激发,并在以上运动过程中起到耦合作用,是人类通过观察模仿来学习运动技能的重要路径[17-20]。研究发现,DCD 儿童对运动的预测性规划和执行以及在运动过程中对动作的自发调节,主要由 MNS 的额-顶运动皮质区调控[18]。神经影像学研究也显示,与正常发育儿童相比,DCD 儿童在上肢和手功能活动中,其额下回、额中回、额上回、小脑、缘上回、运动前皮质区和顶下小叶等经典 MNS 脑区的激活程度较低[12-13,19]。运动过程中 MNS 皮质区的结构活化不足且处于低激活状态构成了 DCD 的神经学缺陷基础[14-15,18-19]。而动作观察和运动想象能够激活运动前皮质区、辅助运动区、顶上小叶和顶下小叶、基底节、小脑和左侧扣带回等与 DCD 神经学缺陷相重叠的大脑区域[21]。因此,基于 MNS 的动作观察疗法和运动想象疗法逐渐成为近年来 DCD 临床干预的研究热点之一[13-16]。

3.3 MNST 对 DCD 儿童手灵巧性及精细运动功能的作用机制及疗效分析 本研究显示,在常规康复训练基础上辅以 MNST 治疗 DCD 儿童 12 周后,治疗组儿童的 MABC-2 手灵巧度分量表评分、PDMS-FM 精细运动商和 WeeFIM 评分均较组内治疗前以及对照组的各项得分显著提升($P<0.05$),提示基于镜像神经元理论的 MNST 治疗联合常规康复训练能进一步改善 DCD 儿童手灵巧性、精细运动功能及日常生活活动能力。国外学者 Wilson 等[7,22]的临床对照研究均发现,经过 5 周和 9 周的镜像神经元运动想象训练,实验组学龄期(7～12 岁)DCD 儿童的 MABC-2 评分均较对照组改善更显著,这与本研究结果一致。国内学者耿姗姗等[23]较早在大陆地区开展 DCD 诊疗和临床研究工作,并提出 DCD 儿童的早期(学龄前期)干预效果明显优于学龄期。由于运动想象需要一定的认知理解能力,且通常在 7～12 岁之间快速提升,而 3～6 岁的学龄前期儿童受限于认知水平,单纯的运动想象训练效果不如"动作观察-运动想象-模仿执行"的联合训练方案[16]。因此,本课题组率先将融合了"动作观察-运动想象-模仿执行"联合训练机制的 MNST 应用于 3～6 岁学龄前 DCD 儿童的精细功能训练中,并发现 MNST 联合常规康复训练能够更显著改善 DCD 儿童手灵巧性和精细运动功能($P<0.05$)。同时,本研究团队在临床工作中也发现,仅仅通过给予 DCD 儿童口头的指令和反馈,来纠正其动作缺陷是十分困难的。而本研究中治疗组儿童接受 MNST 训练时,不需要依赖治疗师的口头指令,而是通过对播放的每一条动作视频先进行充分的动作观察,并在播放间隔期间回想刚刚观察到动作要素,最后再模仿执行该动作,最终取得了满意的效果。可能的作用机制是:在常规康复训练基础上,给予融合了"动作观察-运动想象-模仿执行"联合训练机制的 MNST 治疗,可以充分激活 DCD 儿童处于低兴奋状态的镜像神经元神经网络,弥补了 DCD 儿童 MNS 脑区结构活化不足的神经学缺陷,从而进一步改善 MNS 支持的预测性运动规划能力以及运动过程中动作自发性调控功能。

综上所述,MNST 治疗联合常规康复训练能更明显地改善 DCD 儿童手灵巧性和精细运动功能,为临床康复治疗提供了一定的借鉴。由于本研究纳入样本量偏少且未进行远期疗效随访,未来仍需多中心、高质量随机对照试验来进一步验证上述结果。

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 Neuol, 2019, 61(3): 242-285.

[2] 花静,孟炜,吴擢春,等. 苏州城区幼儿园学龄前儿童发育性运动协调障碍的环境影响因素研究[J]. 中华儿科杂志, 2014, 52(8): 590-595.
Hua J, Meng W, Wu ZC, et al. Environmental influencing factors of developmental motor coordination disorder in preschool children in Suzhou city[J]. Chin J Pediatr, 2014, 52(8): 590-595. (in Chinese)

[3] 鲁兰,王玉美,于建娟,等. 学龄前 1 700 名儿童发育性协调障碍的调查[J]. 中国儿童保健杂志, 2016, 24(4): 416-418, 442.
Lu L, Wang YM, Yu JJ, et al. Investigation of developmental coordination disorder in 1 700 preschool children[J]. Chin J Child Health Care, 2016, 24(4): 416-418, 442. (in Chinese)

[4] 苏亭娟,孙玉叶,章景丽,等. 扬州市城区学龄前儿童发育性协调障碍的流行病学调查[J]. 中华疾病控制杂志, 2017, 21(2): 183-186.
Su TJ, Sun YY, Zhang JL, et al. Epidemiological investigation of preschool children with developmental coordination disorder in Yangzhou city[J]. Chin J Disease Control Prev, 2017, 21(2): 183-186. (in Chinese)

[5] Lopez C, Hemimou C, Golse B, et al. Developmental dysgraphia is often associated with minor neurological dysfunction in children with developmental coordination disorder (DCD)[J]. Neurophysiol Clin, 2018, 48(4): 207-217.

[6] 吕臻,黄美欢,康贝贝,等. 美国物理治疗学会发育性协调障碍的物理治疗管理循证实践指南(2020 版)解读[J]. 中华实

用儿科临床杂志,2021,36(22):1710-1715.
Lyu Z, Huang MH, Kang BB, et al. Interpretation on physical therapy management of children with developmental coordination disorder: An evidence-based clinical practice guideline from the Academy of Pediatric Physical Therapy of the American Physical Therapy Association in 2020[J]. Chin J Appl Clin Pediatr, 2021, 36(22): 1710-1715. (in Chinese)

[7] Wilson PH, Adams IL, Caeyenberghs K, et al. Motor imagery training enhances motor skill in children with DCD: A replication study[J]. Res Dev Disabil, 2016, 57: 54-62.

[8] 花静,吴擢春,古桂雄,等. 儿童运动协调能力成套评估工具的应用性研究[J]. 中华流行病学杂志, 2012, 33(10): 1010-1015.
Hua J, Wu ZC, Gu GX, et al. Application of the motor coordination assessment battery for children[J]. Chin J Epidemiol, 2012, 33(10): 1010-1015. (in Chinese)

[9] 杨红,史惟,王素娟,等. Peabody 运动发育量表在婴幼儿评估中的信度和效度研究[J]. 中国儿童保健杂志, 2010, 18(2): 121-123.
Yang H, Shi W, Wang SJ, et al. Reliability and validity of Peabody Developmental Motor Scale in assessment of infants and toddlers[J]. Chin J Child Health Care, 2010, 18(2): 121-123. (in Chinese)

[10] Van Der Linde BW, Van Netten JJ, Otten E, et al. A systematic review of instruments for assessment of capacity in activities of daily living in children with developmental coordination disorder[J]. Child Care Health Dev, 2015, 41(1): 23-34.

[11] Aertssen W, Bonney E, Ferguson G, et al. Subtyping children with developmental coordination disorder based on physical fitness outcomes[J]. Hum Mov Sci, 2018, 60: 87-97.

[12] Irie K, Matsumoto A, Zhao S, et al. Neural basis and motor imagery intervention methodology based on neuroimaging studies in children with developmental coordination disorders: A review[J]. Front Hum Neurosci, 2021, 15: 620599.

[13] Subara-Zukic E, Cole MH, McGuckian TB, et al. Behavioral and neuroimaging research on developmental coordination disorder (DCD): A combined systematic review and meta-analysis of recent findings[J]. Front Psychol, 2022, 13: 809455.

[14] Biotteau M, Chaix Y, Blais M, et al. Neural signature of DCD: A critical review of MRI neuroimaging studies[J]. Front Neurol, 2016, 7: 227.

[15] Wilson PH, Smits-Engelsman B, Caeyenberghs K, et al. Cognitive and neuroimaging findings in developmental coordination disorder: New insights from a systematic review of recent research[J]. Dev Med Child Neurol, 2017, 59(11): 1117-1129.

[16] Steenbergen B, Krajenbrink H, Lust J, et al. Motor imagery and action observation for predictive control in developmental coordination disorder[J]. Dev Med Child Neurol, 2020, 62(12): 1352-1355.

[17] Reynolds JE, Billington J, Kerrigan S, et al. Mirror neuron system activation in children with developmental coordination disorder: A replication functional MRI study[J]. Res Dev Disabil, 2019, 84: 16-27.

[18] Fuelscher I, Caeyenberghs K, Enticott PG, et al. Differential activation of brain areas in children with developmental coordination disorder during tasks of manual dexterity: An ALE meta-analysis[J]. Neurosci Biobehav Rev, 2018, 86: 77-84.

[19] Lust JM, van Schie HT, Wilson PH, et al. Activation of mirror neuron regions is altered in developmental coordination disorder (DCD)-neurophysiological evidence using an action observation paradigm[J]. Front Hum Neurosci, 2019, 13: 232.

[20] 葛向阳,倪钰飞,顾秋燕,等. 基于镜像神经元理论的语音训练对儿童功能性构音障碍的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2022, 44(6): 493-496.
Ge XY, Ni YF, Gu QY, et al. Speech training based on mirror neuron theory can improve children's functional articulation disorders[J]. Chin J Phys Med Rehabil, 2022, 44(6): 493-496. (in Chinese)

[21] Hardwick RM, Caspers S, Eickhoff SB, et al. Neural correlates of action: Comparing meta-analyses of imagery, observation, and execution[J]. Neurosci Biobehav Rev, 2018, 94: 31-44.

[22] Adams ILJ, Smits-Engelsman B, Lust JM, et al. Feasibility of motor imagery training for children with developmental coordination disorder-a pilot study[J]. Front Psychol, 2017, 8: 1271.

[23] 耿姗姗,戴霄天,王天景,等. 中文版小龄发育性协调障碍问卷信效度初步研究[J]. 临床儿科杂志, 2020, 38(12): 921-924.
Geng SS, Dai XT, Wang TJ, et al. The preliminary study on the reliability and validity of the Chinese version of the little Developmental Coordination Disorder Questionnaire[J]. J Clin Pediatr, 2020, 38(12): 921-924. (in Chinese)

收稿日期:2023-08-08　**修回日期**:2023-09-15　**本文编辑**:杨媛媛