

# 轮椅辅助上肢运动联合多维认知训练 对脑卒中偏瘫伴认知障碍患者的干预效果

甄月阳<sup>1</sup>,王鸿滨<sup>1</sup>,田苗苗<sup>2</sup>,梁超<sup>3</sup>,郭全荣<sup>1</sup>,郝习君<sup>1</sup>

(1.华北理工大学 护理与康复学院,河北 唐山 063210;2.济南市中医院 外科,山东 济南 250012;  
3.泰和康复医院 康复治疗科,河北 保定 071000)

**【摘要】目的** 探讨轮椅辅助上肢运动联合多维认知训练对脑卒中偏瘫伴认知障碍患者上肢运动、静态平衡和认知功能的影响,为加速患者的康复进程提供新的治疗方法。**方法** 2022年10月至2023年9月,采用便利抽样选取在某医院住院的某医院康复科住院的脑卒中偏瘫伴认知障碍患者119例为研究对象,按随机数字表法将其分为A组( $n=40$ )、B组( $n=39$ )和C组( $n=40$ ),三组患者均接受常规治疗,B组增加轮椅辅助上肢训练,C组在B组基础上增加多维认知训练,共4周。分别于干预前、后采用Fugl-Meyer评定量表、蒙特利尔认知评估量表对3组患者的运动、平衡和认知功能进行评定。**结果** 干预4周后,B组、C组上肢运动功能、平衡功能和认知功能评分均高于A组,且C组高于B组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ );主效益及交互效应均有统计学意义(均 $P<0.05$ )。**结论** 轮椅辅助上肢运动联合多维认知训练,能有效提升脑卒中偏瘫伴认知障碍患者的上肢运动、静态平衡和认知功能。

**【关键词】** 脑卒中;轮椅辅助;多维认知训练

doi:10.3969/j.issn.2097-1826.2024.06.003

**【中图分类号】** R473.74 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 2097-1826(2024)06-0010-04

## Effects of Wheelchair-assisted Upper Limb Movement Combined with Multi-dimensional Cognitive Training in Hemiplegia Stroke Patients with Cognitive Impairment

ZHEN Yueyang<sup>1</sup>,WANG Hongbin<sup>1</sup>,TIAN Miaomiao<sup>2</sup>,LIANG Chao<sup>3</sup>,GUO Quanrong<sup>1</sup>,HAO Xijun<sup>1</sup>(1.College of Nursing and Rehabilitation,North China University of Science and Technology,Tangshan 063210,Hebei Province,China;2.Department of Surgery,Jinan Hospital of Traditional Chinese Medicine,Jinan 250012,Shandong Province,China;3.Department of Rehabilitation,Taihe Rehabilitation Hospital,Baoding 071000,Hebei Province,China)

Corresponding author:GUO Quanrong,Tel:0315-8805127

**【Abstract】Objective** To explore the effects of wheelchair-assisted upper limb movement combined with multi-dimensional cognitive training on upper limb movement,static balance,and cognitive function in hemiplegia stroke patients with cognitive impairment,and to provide new methods to accelerate the rehabilitation process.**Methods** From October 2022 to September 2023,119 hemiplegia stroke patients with cognitive impairment hospitalized in the Rehabilitation Department of a hospital were selected by the convenience sampling method as study objects,and were divided into group A( $n=40$ ),group B ( $n=39$ ) and group C( $n=40$ ) according to random number table method.All patients in the 3 groups received conventional treatment.Group B added wheelchair-assisted upper limb training,while group C added multidimensional cognitive training on the basis of group B,in 4 weeks.Fugl-Meyer Assessment (FMA) and Montreal Cognitive Assessment (MoCA) were used to evaluate their motor,balance and cognitive functions before and after the interventions.**Results** After 4 weeks of intervention,the scores of upper limb motor function,balance function and cognitive function in groups B and C were higher than those in group A,and group C was higher than group B,the differences were statistically significant (all  $P<0.05$ ).The main benefit and interaction effect were statistically significant (all  $P<0.05$ ).**Conclusion** Wheelchair-assisted upper limb movement combined with multi-dimensional cognitive training can effectively improve the upper limb movement,static balance and cognitive function of stroke patients with hemiplegia and cognitive impairment.

**【Key words】** cerebral apoplexy;wheelchair-assistance;multi-dimensional cognitive training

**【收稿日期】** 2023-10-16 **【修回日期】** 2024-04-26

[Mil Nurs,2024,41(06):10-13]

**【基金项目】** 河北省重点研发计划项目(21377748D);河北省医学科研课题(20231580);河北省重点实验室项目(SZX202327)

**【作者简介】** 甄月阳,硕士在读,护师,电话:0315-8805127

**【通信作者】** 郭全荣,电话:0315-8805127

据报道<sup>[1]</sup>,超过50%的脑卒中患者会遗留有不同程度的上肢运动、平衡和认知功能障碍,对患者日常生活造成严重影响。目前,针对卒中后患者上肢

运动和平衡功能的康复方法主要有运动疗法、镜像视觉反馈和核心肌群训练等<sup>[2]</sup>。针对卒中后患者认知障碍的方法有直接修复认知训练、功能性任务训练和虚拟现实技术等<sup>[3]</sup>。上述康复技术均取得一定的临床效果,但学者们仍然在不断探究更简便易行且有效的康复方法,尤其是运动、平衡和认知功能的综合康复技术。Cordes 等<sup>[4]</sup>研发了基于椅子的多组分训练模式并应用于虚弱老年者的康复中,发现明显改善患者的日常生活能力、坐姿平衡、记忆功能等。而对于国内大多数脑卒中患者,由于患侧肢体运动功能障碍,早期恢复期间多以轮椅辅助运动。因此,本研究拟借鉴和改良 Cordes 的康复方案,并应用于脑卒中偏瘫患者的康复中,为加速患者的康复进程提供新的治疗方法。

### 1 对象与方法

1.1 一般资料 2022 年 10 月至 2023 年 9 月,采用便利抽样选取在某医院康复科住院的脑卒中偏瘫伴认知障碍患者 119 例为研究对象。纳入标准:(1)符合脑卒中诊断标准<sup>[5]</sup>,并通过检查确诊;(2)首发,单侧病变且 6 个月内;(3)生命体征平稳;(4)年龄 $\geq 18$  岁;(5)可执行简单指令;(6)蒙特利尔认知评估量表(Montreal cognitive assessment, MoCA)评分 $< 26$  分<sup>[6]</sup>;(7)上肢和手 Brunnstrom 分期 $\geq IV$  级;(8)签署同意书。排除标准:(1)罹患任何妨碍本方案训练的疾病(除脑卒中);(2)卒中前存在明显认知障碍者(通过询问家属得知)。本研究已通过华北理工大学医学伦理委员会审批(2022095)。样本量公式: $n = \Psi^2 (\sum S_i^2 / g) / [\sum (X_i - X)^2 / (g - 1)]$ ,查表计算  $n$  约为 33,考虑脱落故增加 20%,每组 40 例。按随机数字表将患者分为 A、B、C 3 组,但 B 组因一例患者自行出院最终纳入 39 例,A 组和 C 组均 40 例。干预前,3 组年龄、性别、病程等差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ ),且上肢和手 Brunnstrom 分期均处于 IV 级,有可比性,见表 1。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 干预方法

##### 1.2.1.1 A 组 给予常规护理、药物治疗、健康宣教

以及电子认知训练、Bobath 为主的运动康复训练,包括大关节松动训练、徒手手功能加耐力训练、平衡训练等,其中上肢运动(30 min)和电子认知训练(20 min),上、下午各干预 1 次,每天 100 min,每周 7 d,共 4 周。

1.2.1.2 B 组 A 组基础上给予轮椅辅助上肢运动,方案构建如下:(1)组建研究团队。研究团队由康复科治疗师(包括运动和认知康复)、住院医师、护理研究者等 11 人构成。在国外研究方案<sup>[4]</sup>的基础上,结合卒中患者的特点改良,逐渐加大训练强度,如划船训练中增加双人前后摆臂训练、坐位无顺序传球逐渐过渡到站立位、上肢负重等。经专家讨论后,形成 B 组干预方案,见表 2 中轮椅辅助上肢运动部分。其中,上午进行 1 次常规上肢运动(30 min)和电子认知训练(20 min);下午进行 1 次轮椅辅助上肢运动(50 min),每天 100 min,每周 7 d,共 4 周。

表 1 三组患者一般资料和疾病资料比较

项目	A 组 (n=40)	B 组 (n=39)	C 组 (n=40)	F 或 $\chi^2$	P
性别[n(%)]				0.112	0.946
男	29(72.5)	27(69.2)	28(70.0)		
女	11(27.5)	12(30.8)	12(30.0)		
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )	53.33 $\pm$ 9.47	52.60 $\pm$ 10.25	52.85 $\pm$ 10.16	0.052	0.949
病程(d, $\bar{x} \pm s$ )	32.87 $\pm$ 11.00	34.10 $\pm$ 9.23	33.78 $\pm$ 8.55	0.172	0.842
患侧肌力[n(%)]				0.876	0.645
III 级	7(17.5)	7(17.9)	10(25.0)		
IV 级	33(82.5)	32(82.1)	30(75.0)		
MoCA(分, $\bar{x} \pm s$ )	14.25 $\pm$ 3.51	14.18 $\pm$ 1.60	14.43 $\pm$ 2.25	0.092	0.912
卒中类型[n(%)]				0.229	0.892
梗死	22(55.0)	23(59.0)	24(60.0)		
出血	18(45.0)	16(41.0)	16(40.0)		
发病部位[n(%)]				0.229	0.892
左侧	24(60.0)	23(59.0)	22(55.0)		
右侧	16(40.0)	16(41.0)	18(45.0)		
合并慢性病[n(%)]				0.504	0.777
无	5(12.5)	3(7.7)	4(10.0)		
有	35(87.5)	36(92.3)	36(90.0)		

1.2.1.3 C 组 在 B 组基础上,经过脑卒中认知康复专家的会议讨论,融入多维认知训练,形成 C 组干预方案,具体见表 2 中多维认知融入部分。上午进行常规干预 1 次,下午进行联合干预方案 1 次,时间与 B 组相同。训练中监测生命体征,如不适,立刻停止。

表 2 轮椅辅助上肢运动与多维认知训练联合方案

项目	时间(t/min)	轮椅辅助上肢运动	多维认知训练融入
热身	5	手腕、肢体和肌肉等的热身锻炼	讲故事(约 3 min),告诉患者结束后回忆,即记忆训练
轮椅传接球	10	第 1 周患者坐在轮椅上,无序传球,常规计数 第 2 周上肢负 0.5 kg 沙袋,无序传球,并喊出对方名字 第 3 周在第 2 周的基础上,适当加大距离,无序传气球,以偶数计数 第 4 周在第 3 周的基础上,患者尝试从轮椅上站起-坐下,以整 10 计数	随意指定某个人开始数字计算 日常生活问题回答(命名和记忆训练) 重复指导者的话(语言和注意力训练)
轮椅棍子划船	10	第 1 周患者在轮椅上用棍子做划船动作,从 10 开始,倒数计数 第 2 周在第 1 周基础上,患者上肢负 0.5 kg 沙袋划船,从 20 开始,倒数计数 第 3 周在第 2 周基础上,患者上肢负 1 kg 沙袋 第 4 周患者在轮椅上或站立,上肢负 1 kg 沙袋划船动作,或一手握住棍子尾端带动家属(家属握另一端)前后摆臂,从 3 开始逢 3 的倍数计数	按指令取某处贴有卡片的球,放到指定位置(任务导向和命名训练) 按照指令用棍子画出指定物品(视空间与执行和抽象思维训练) 回忆各种水果、蔬菜和交通工具等(回忆和抽象思维训练) 按照指令做划船训练进行患侧运动次数叠加(记忆和数字计算训练) 用棍子指出相应的图形或字,完成后从 3 开始逢 3 的倍数计数(注意力、视空间与执行和抽象思维训练)

续表 2

项目	时间(t/min)	轮椅辅助上肢运动	多维认知训练融入
轮椅旋转	10	第1周患者坐在轮椅上,上身旋转(头向同侧),尽可能说出亲人名字 第2周在第1周基础上,上肢负0.5 kg沙袋旋转,从1001开始正常计数 第3周患者上肢负1 kg沙袋旋转,从1002开始偶数计数 第4周患者上肢负1 kg沙袋旋转,描述自己或亲人的职业等	取花生豆等物品,摆出回忆的名字后重复(任务导向和抽象思维训练) 按照指令所有人做轮椅旋转并进行次数叠加(记忆和数字计算训练) 倒背一串数字(注意力训练)
轮椅+站起 ADL	5	患者坐在轮椅上或处站立位,按指令将日常物品抛接,正常计数	按指令取物品使用或放到指定位置或用肢体动作演示工作(任务导向训练)
轮椅肱二头肌	5	患者坐在轮椅上或处站立位,伸肘张开手掌,屈肘握拳,可增加手臂负重	说出物品的用途并演示使用方法(日常生活能力的训练)
拉伸	5	肌肉和关节部位得放松	回忆日期和时间、城市、医院名字、住院天数,引导回忆自己及亲人事迹等(回忆和定向训练)
			回忆并叙述热身时讲的故事(记忆训练)

1.2.2 评测方法

1.2.2.1 评测工具 (1)Fugl-Meyer 评定量表(Fugl-Meyer assessment, FMA)。该量表由 Fugl-Meyer 等<sup>[7]</sup>推出,包含运动功能评定、感觉功能评定、平衡功能评定、疼痛评定和关节活动度评定 5 个方面的内容,信效度较好。FMA 的运动功能评定包含上肢运动和下肢运动 2 个部分,共计 100 分。其中,上肢运动(Fugl-Meyer assessment upper extremity scale, FMA-UE)含 33 个条目,共 66 分。每条目分为 3 级,0 分表示患者不能完成相应动作;1 分表示患者部分完成相应动作;2 分表示患者充分完成相应动作。平衡功能评定(Fugl-Meyer assessment balance subscale, FMA-BS)评定静态平衡功能,包括 7 个项目,评分方式同上,合计 14 分,得分越高表示其功能越好<sup>[8]</sup>。(2)MoCA。该量表由王炜等<sup>[9]</sup>翻译为中文版,重测信度为 0.86,Cronbach's  $\alpha$  系数为 0.82,信效度均良好,包含视空间功能(4 分)、执行功能(3 分)、注意力(3 分)、计算力(3 分)、记忆功能(6 分)、语言功能(5 分)、时间(4 分)和地点(2 分)8 个领域,总分 30 分,低于 26 分为认知缺陷(教育年限 $\leq 12$  年,总分基础上加 1 分)。

1.2.2.2 资料收集方法和质量控制 一般资料由本人或家属填写,其他信息由病例中获取。由于本研究用于脑卒中患者,并融合了多维认知训练,同时运动训练强度有所增加(每周 7 次),因此,治疗 2 周及 4 周后评估结果。家属和研究者共同引导患者完成,确保患者安全。为减少沾染,A 组于康复大厅干预,B 组于作业房间干预,C 组于器械房间干预,每次评估均由不参与干预的康复治疗师进行评定。

1.2.3 统计学处理 采用 SPSS 26.0 统计软件,计数资料用例数和百分比表示,组间用  $\chi^2$  检验;正态分布的计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示,组间用单因素方差,组内用重复测量方差分析,两两比较用 LSD-*t* 检验。以  $P < 0.05$  或  $P < 0.01$  表示差异有统计学意义。

2 结果

干预前,三组患者 FMA-UE 评分、FMA-BS 评分、MoCA 评分差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ );

干预 4 周后,B、C 组上述评分均高于 A 组,且 C 组高于 B 组,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ );主效益及交互效应均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ),见表 3。

表 3 干预前后三组患者 FMA-UE、FMA-BS 及 MoCA 评分的比较(分,  $\bar{x} \pm s$ )

项目	干预前	干预 2 周后	干预 4 周后	F	P
FMA-UE					
A 组(n=40)	35.50 $\pm$ 3.50	36.67 $\pm$ 4.19 <sup>c</sup>	39.57 $\pm$ 4.4 <sup>cd</sup>	32.157	<0.001
B 组(n=39)	34.72 $\pm$ 3.10	38.33 $\pm$ 2.90 <sup>ac</sup>	43.13 $\pm$ 4.56 <sup>acd</sup>	142.890	<0.001
C 组(n=40)	35.22 $\pm$ 4.35	40.93 $\pm$ 5.06 <sup>ac</sup>	45.40 $\pm$ 2.14 <sup>abcd</sup>	216.316	<0.001
F	0.457	10.724	21.757		
P	0.634	<0.001	<0.001		
FMA-BS					
A 组(n=40)	9.00 $\pm$ 1.45	9.27 $\pm$ 1.32	10.50 $\pm$ 1.50 <sup>cd</sup>	44.397	<0.001
B 组(n=39)	8.69 $\pm$ 1.66	10.21 $\pm$ 1.54 <sup>ac</sup>	11.21 $\pm$ 1.13 <sup>acd</sup>	99.768	<0.001
C 组(n=40)	8.70 $\pm$ 1.36	10.73 $\pm$ 1.52 <sup>ac</sup>	12.03 $\pm$ 1.05 <sup>abcd</sup>	179.678	<0.001
F	0.550	10.080	15.071		
P	0.579	<0.001	<0.001		
MoCA					
A 组(n=40)	14.25 $\pm$ 3.51	15.98 $\pm$ 2.84 <sup>c</sup>	18.80 $\pm$ 2.77 <sup>cd</sup>	74.843	<0.001
B 组(n=39)	14.18 $\pm$ 1.60	16.92 $\pm$ 2.33 <sup>c</sup>	20.10 $\pm$ 2.14 <sup>acd</sup>	118.574	<0.001
C 组(n=40)	14.43 $\pm$ 2.25	18.82 $\pm$ 1.65 <sup>abc</sup>	24.52 $\pm$ 1.60 <sup>abcd</sup>	357.080	<0.001
F	0.092	15.566	72.942		
P	0.912	<0.001	<0.001		

a,  $P < 0.05$ ,与 A 组比较;b,  $P < 0.05$ ,与 B 组比较;c,  $P < 0.05$ ,与干预前比较;d,  $P < 0.05$ ,与干预 2 周后比较;FMA-UE:  $F_{组间} = 8.615, P_{组间} < 0.05; F_{时间} = 342.211, P_{时间} < 0.05; F_{交互} = 17.588, P_{交互} < 0.05$ ;FMA-BS:  $F_{组间} = 4.847, P_{组间} < 0.05; F_{时间} = 283.358, P_{时间} < 0.05; F_{交互} = 15.723, P_{交互} < 0.05$ ;MoCA:  $F_{组间} = 21.382, P_{组间} < 0.05; F_{时间} = 490.652, P_{时间} < 0.05; F_{交互} = 20.066, P_{交互} < 0.05$

3 讨论

3.1 轮椅辅助上肢运动对脑卒中患者上肢运动和静态平衡功能的影响 本研究结果显示,干预后 B 组 FMA-UE 和 FMA-BS 得分均明显优于 A 组,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ),提示轮椅辅助上肢运动可明显促进患者上肢运动和静态平衡功能的恢复,与 Cordes 等<sup>[4]</sup>研究结果一致。分析原因:(1)患者可以利用轮椅进行划船、传接球、坐-站训练等训练上肢,可增强患者大脑运动神经的可塑性,促进神经网络的重建,改善运动障碍<sup>[10]</sup>。(2)通过轮椅旋转、坐-站、空中抛物等运动平衡训练可加强患者对姿势的有效控制,从而改善患者的静态平衡功能<sup>[11]</sup>。(3)研究过程中通过加大患者患侧肢体的负重来提高训练效果。



3.2 轮椅辅助上肢运动对脑卒中患者认知功能的影响 本研究显示,干预4周后,B组MoCA评分明显高于A组,说明轮椅辅助上肢运动可改善卒中患者的认知功能。分析原因:(1)运动促进大脑神经修复。有研究<sup>[12]</sup>表明,多种形式的有氧运动可提高脑损伤小鼠脑源性神经因子的含量,促进神经修复并改善认知记忆功能。本研究中轮椅辅助运动均采用不同形式的有氧运动,可促进患者神经修复,提高认知记忆水平。(2)运动改善大脑血液循环和营养状况。轮椅辅助运动采用多种形式的运动模式可增加海马齿状回血流量,增加神经损伤区能量与营养的供给<sup>[13]</sup>,对认知功能的恢复起到积极作用。(3)运动训练与认知训练相互融合。本研究中轮椅辅助运动的同时也融入了部分认知功能(尤其是注意力和指令性任务)训练。加之,该种训练是团体活动,故增加了患者的互动交流,可改善认知功能<sup>[14]</sup>。

3.3 多维认知训练对脑卒中患者运动、平衡和认知功能的影响 本研究显示,治疗4周后,C组FMA-UE、FMA-BS和MoCA评分均明显优于A组和B组,提示轮椅辅助上肢运动联合多维认知训练能同时提升患者的上肢运动、静态平衡和认知功能。张雪茹等<sup>[15]</sup>研究显示,认知训练不仅能改善认知功能,而且有助于肢体运动功能提高。分析原因:(1)多维认知训练促进认知提升。Belleville等<sup>[16]</sup>认为,认知训练类型和内容不同可导致大脑变化的不同。本研究中采用多维度多角度认知训练,能刺激前额叶皮层中的多个神经元,且对整体认知水平具有强而久的影响<sup>[17]</sup>。(2)多维认知训练改善运动和平衡功能。认知训练可通过大脑重复学习,增强前额叶皮层的可塑性,使运动神经元数量增加,从而改善患者的运动和平衡功能<sup>[18]</sup>。认知水平提高同样可以帮助患者理解训练内容,提高运动效果。(3)两者的协同作用。运动能促进运动神经元前体增殖和分裂,认知训练可使新生长的神经元在海马体中存活,意味着运动和认知具有协同作用<sup>[19]</sup>,与本研究中轮椅辅助上肢运动联合多维认知训练可共同提高脑卒中患者上肢运动、静态平衡和认知功能观点一致。综上,轮椅辅助上肢运动联合多维认知训练明显提升脑卒中偏瘫伴认知障碍患者的上肢运动、静态平衡和认知功能,未来研究需观察患者居家锻炼的远期康复效果。

#### 【参考文献】

[1] DU J Q, WANG S Y, CHENG Y, et al. Effects of neuromuscular electrical stimulation combined with repetitive transcranial magnetic stimulation on upper limb motor function rehabilitation in stroke patients with hemiplegia [J/OL]. [2024-02-01]. <https://www.hindawi.com/journals/cmmn/2022/9455428/>. DOI:10.1155/2022/9455428.

[2] 雒韵韵, 武俊英. 脑卒中后偏瘫上肢功能障碍的康复治疗研究进

展[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2022, 20(10): 1815-1818.

[3] 李鑫, 刘淑香, 闰守萌, 等. 功能性任务训练在慢性病患者中的研究进展[J]. 军事护理, 2023, 40(9): 80-82, 108.

[4] CORDES T, ZWINGMANN K, RUDISCH J, et al. Multicomponent exercise to improve motor functions, cognition and well-being for nursing home residents who are unable to walk—a randomized controlled trial [J/OL]. [2024-02-01]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0531556521002667?via%3Dihub>. DOI: 10.1016/j.exger.2021.111484.

[5] 陈伟群, 王新德. 全国第五届脑血管病学术会议纪要[J]. 中华神经科杂志, 2000, 33(4): 252-254.

[6] NASREDDINE Z S, PHILLIPS N A, BEDIRIAN V, et al. The Montreal cognitive assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment[J]. J Am Geriatr Soc, 2005, 53(4): 695-699.

[7] FUGL-MEYER A, JAASKO L, LEYMAN I, et al. The post-stroke hemiplegic patient: a method of evaluation of physical performance [J]. Scand J Rehabil Med, 1975, 7(1): 13-31.

[8] 刘凤珍, 吕秀东. Fugl-Meyer评价法在脑卒中偏瘫患者中的应用[J]. 中国康复, 1994, 9(3): 113-115.

[9] 王炜, 王鲁宁. “蒙特利尔认知评估量表”在轻度认知损伤患者筛查中的应用[J]. 中华内科杂志, 2007, 46(5): 414-416.

[10] FARHANI F, SHAHRBANIAN H, AUAIS M, et al. Effects of aerobic training on brain plasticity in patients with mild cognitive impairment: a systematic review of randomized controlled trials [J/OL]. [2024-02-01]. <https://www.mdpi.com/2076-3425/12/6/732>. DOI: 10.3390/brainsci12060732.

[11] 江汉宏, 叶赛青, 高强. 脑卒中后姿势控制机制与训练的研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2021, 36(8): 1020-1025.

[12] CODD L N, BLACKMORE D G, VUKOVIC J, et al. Exercise reverses learning deficits induced by hippocampal injury by promoting neurogenesis [J/OL]. [2024-02-01]. <https://www.nature.com/articles/s41598-020-76176-1>. DOI: 10.1038/s41598-020-76176-1.

[13] 李秉章, 曹翠丽. 运动训练对海马区神经发生的影响[J]. 神经解剖学杂志, 2023, 39(3): 370-374.

[14] 朱元霄, 肖府庭, 孙瑞. 团体任务导向性训练对脑卒中患者上肢及手功能的影响[J]. 神经损伤与功能重建, 2021, 16(6): 359-360, 370.

[15] 张雪茹, 王鸿滨, 崔慧英, 等. 基于危险因素构建的 Forbrain 认知训练干预处方对脑外伤认知功能障碍患者的影响[J]. 康复学报, 2023, 33(4): 310-316.

[16] BELLEVILLE S, MELLAH S, DE BOYSSON C, et al. The pattern and loci of training-induced brain changes in healthy older adults are predicted by the nature of the intervention [J/OL]. [2024-02-01]. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0102710>. DOI: 10.1371/journal.pone.0102710.

[17] DANG W, JAFFE R J, QI X L, et al. Emergence of non-linear mixed selectivity in prefrontal cortex after training [J]. J Neurosci, 2021, 41(35): 7420-7434.

[18] SINGH B, WNG Z Y, QI X L, et al. Plasticity after cognitive training reflected in prefrontal local field potentials [J/OL]. [2024-02-01]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589004222012019?via%3Dihub>. DOI: 10.1016/j.isci.2022.104929.

[19] CURLIK D M, SHORS T J. Learning increases the survival of newborn neurons provided that learning is difficult to achieve and successful [J]. J Cogn Neurosci, 2011, 23(9): 2159-2170.