

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2026.01.021

CPM 被动训练联合作业疗法对脑卒中后上肢运动功能恢复的临床研究

王燕, 何叶红, 葛晓静

(杭州市萧山区中医院 康复科, 浙江杭州 311201)

【摘要】目的 探讨连续被动运动 (continuous passive motion, CPM) 联合作业疗法 (occupational therapy, OT) 对脑卒中后上肢运动功能恢复的临床效果, 为优化综合康复干预方案提供依据。**方法** 选取 2024 年 8 月至 2025 年 8 月在杭州市萧山区中医院康复科接受治疗的脑卒中患者 70 例, 随机分为对照组和观察组, 每组各 35 例。对照组接受常规康复联合 CPM 被动训练, 观察组在此基础上增加 OT, 连续治疗 6 周。分别于治疗前和治疗后评估两组患者的上肢运动功能[Fugl-Meyer 评定量表上肢部分 (Fugl-Meyer assessment for upper extremity, FMA-UE)], 肌张力[改良 Ashworth 分级 (modified Ashworth scale, MAS)], 关节活动度 (range of motion, ROM)、手功能与精细操作能力[Wolf 运动功能测试 (Wolf motor function test, WMFT)、动作研究臂测试 (action research arm test, ARAT)]及日常生活活动能力 (activity of daily living, ADL), 并比较两组疗效差异。**结果** 治疗后, 两组患者各项指标较治疗前均显著改善 (均 $P < 0.05$), 且观察组在 FMA-UE 各维度及总分、MAS 评分、ROM、WMFT 与 ARAT 功能评分以及改良 Barthel 指数 (modified Barthel index, MBI) 总分等方面的改善幅度均显著优于对照组 (均 $P < 0.05$)。**结论** CPM 联合 OT 能有效促进脑卒中患者上肢运动功能恢复, 改善痉挛状态与关节活动受限, 增强手部精细运动能力与生活独立性。该方法安全、可行且可临床推广, 可为脑卒中后上肢功能障碍的系统康复提供有效的临床路径。

【关键词】 连续被动运动; 作业疗法; 脑卒中; 上肢运动功能; 康复疗效**【中图分类号】** R743.3**【文献标志码】** A

文章编号: 1674-1242 (2026) 01-0108-06

Clinical study on CPM passive training combined with occupational therapy in the recovery of upper limb motor function after stroke

WANG Yan, HE Yehong, GE Xiaojing

(Department of Rehabilitation, Hangzhou Xiaoshan District Hospital of Traditional Chinese Medicine, Hangzhou 311201, Zhejiang, China)

【Abstract】Objective To observe the effect of continuous passive motion (CPM) combined with occupational therapy (OT) on upper limb motor function recovery after stroke and provide reference for clinical rehabilitation protocol optimization. **Methods** A total of 70 stroke patients treated in the Rehabilitation Department of Hangzhou Xiaoshan District Hospital of Traditional Chinese Medicine from August 2024 to August 2025 were randomly divided into a control group and an observation group, with 35 patients in each group. The control group received routine rehabilitation combined with CPM training, while the observation group additionally received OT. Both groups underwent 6 weeks of treatment. The upper limb motor function [Fugl-Meyer assessment for upper extremity (FMA-UE)], muscle tone [modified Ashworth scale (MAS)], range of motion (ROM), hand function and fine manipulation ability [Wolf motor function test (WMFT), action research arm test (ARAT)], and activity of daily living (ADL) of the two groups of patients were evaluated before and after treatment, respectively, and the differences in therapeutic effects between the two groups were compared. **Results** After treatment, all indicators improved significantly in both groups (all $P < 0.05$). The observation group demonstrated significantly greater improvements than the control group in FMA-UE (across all subdimensions and total scores), MAS, ROM, WMFT, ARAT and total scores of modified Barthel index (MBI) (all $P < 0.05$). **Conclusion** The combination of CPM and OT can effectively promote the recovery of upper limb motor function in stroke patients, improve spasticity and joint movement limitations, enhance fine motor skills of the hand and independence in daily life. This method is safe, feasible and can be promoted in clinical practice, providing an effective clinical pathway for the systematic rehabilitation of upper limb dysfunction after stroke.

【Key words】 Continuous passive motion; Occupational therapy; Stroke; Upper limb function; Neurorehabilitation

收稿日期: 2025-09-18。

作者简介: 王燕, 主管技师, 研究方向脑卒中后上肢运动。E-mail: wyhappy365@163.com。

脑卒中是导致成人残疾的主要原因之一,60%~80%的患者遗留不同程度的上肢运动功能障碍^[1]。目前,传统康复模式多侧重下肢步态和平衡训练,上肢功能恢复往往滞后,且易出现“早期代偿、后期停滞”现象^[2]。如何促进脑卒中后上肢主动运动恢复、改善手部精细操作能力,已成为康复医学的重要课题。

连续被动运动(continuous passive motion, CPM)借助机械装置使患肢在设定范围内进行节律性、重复性被动活动,可维持关节活动度、防止肌肉挛缩、促进局部血液循环及关节液分布均衡,同时通过被动牵伸刺激感觉传入通路,为中枢神经系统提供持续本体感觉输入,促进皮质运动区的可塑性改变^[3]。此外,CPM在脑卒中急性期与恢复早期具有安全、简便、可量化的优势^[4]。作业疗法(occupational therapy, OT)是以功能性活动为核心的主动康复方式,通过任务导向的作业训练、上肢操作与日常生活模拟,促进患者手-脑协同与精细运动能力恢复。OT不仅强调“运动训练”,更注重“功能应用”,能在神经重塑过程中引导患者建立新的运动策略,提高上肢实用性与协调性^[5]。“被动促通+主动训练”联用可形成神经-肌肉-作业行为的闭环调控,既能促进神经环路重建,又能提升功能迁移效率,实现从“被动运动”向“主动功能”的过渡。

目前,CPM联合OT出研究多集中于小样本或短期观察,缺乏系统性评估,尤其对上肢运动功能改善的量化分析尚不充分。基于此,本研究探讨CPM被动训练联合OT对脑卒中后上肢运动功能恢复的临床价值,旨在为上肢功能障碍的康复提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究为前瞻性随机对照研究,选取2024年8月至2025年8月在杭州市萧山区中医院康复科接受系统康复治疗的70例脑卒中患者,均经头颅CT或MRI确诊。采用随机数字表法将患者分为两组,对照组(35例)接受常规康复治疗联合CPM被动训练,观察组(35例)在对照组基础上联合OT。所有患

者及家属均充分了解研究目的与过程,并签署书面知情同意书。

纳入标准:①首次发病或病程2~6个月的脑卒中患者,病情稳定;②单侧上肢功能障碍,Brunnstrom分期Ⅱ~Ⅳ期;③神志清楚,认知功能正常,能够配合训练与评估;④年龄40~75岁。

排除标准:①合并严重心、肝、肾功能障碍或恶性肿瘤者;②伴有严重失语、认知障碍或精神障碍者;③上肢骨折、关节僵硬或肌肉萎缩严重影响运动者;④存在癫痫、帕金森病或周围神经病变者;⑤近期参加过其他临床干预研究者。

1.2 治疗方法

对照组接受常规康复联合CPM被动训练。常规康复包括关节活动度(range of motion, ROM)训练、肩胛-肱骨节律训练、神经促通(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)技术、姿势控制及日常生活活动能力(activities of daily living, ADL)训练,1次/d,每次40 min,每周5次,连续6周。CPM训练使用上肢连续被动活动仪(JKJ-1型肩关节康复器)。根据患者痉挛程度[改良Ashworth分级(modified Ashworth scale, MAS)≤2级]、疼痛评分[视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)≤3分]及关节被动活动度设定参数:肩关节屈曲/外展0°~90°、肘关节屈伸30°~100°、前臂旋前/旋后0°~40°、腕背伸/掌屈0°~30°;速度30°~40°/s,每次30 min,1次/d,每周5次,共6周。训练分三个阶段:热身期(3~5 min)进行肩胛松动;被动期分3个循环(每循环8~10 min),根据患者反应递增5°~10°活动范围或提高5°/s速度;复位期(3~5 min)进行轻柔牵伸。训练全程监测肩峰压痛、肩半脱位、肌张力、心率/血压及皮肤情况;出现VAS≥4分、抗阻明显或代偿性耸肩时,降低活动度或暂停。记录设备参数、耐受性及不良事件,24 h内复核有无延迟性疼痛或痉挛。

观察组在对照组基础上联合OT。每日先行CPM 30 min,间歇10~15 min后进行OT 40 min,每周5次,连续6周。OT由作业治疗师实施,分3个阶段:①第1~2周(基础期):肩-肘-腕闭链支撑、

前伸/侧举对抗重力、前臂旋前旋后配合握放，使用海绵球、弹力环、夹珠板等器具；②第 3~4 周（操作期）：握-捏-对指、分指、尺桡偏配合及到达-抓取-搬移任务，计时并记录错误率；③第 5~6 周（情景期）：ADL 模拟（穿脱上衣、端杯饮水、拧毛巾、夹菜/拿筷、梳理、书写），必要时加入镜像疗法。每次 OT 设 3~5 个任务单元（每单元 6~8 min），运

动自觉量表（ratings of perceived exertion, RPE）评分控制在 11~13 分；连续 2 次完成率≥80%且误差率下降≥20%时上调难度。训练前检查肩关节半脱位；出现 VAS≥4 分、异常代偿或 RPE≥15 时降阶。固定治疗师、场地与器具，记录参数、完成率及不良事件。每周进行 5~10 min 家庭作业指导，用作业日志记录依从性。

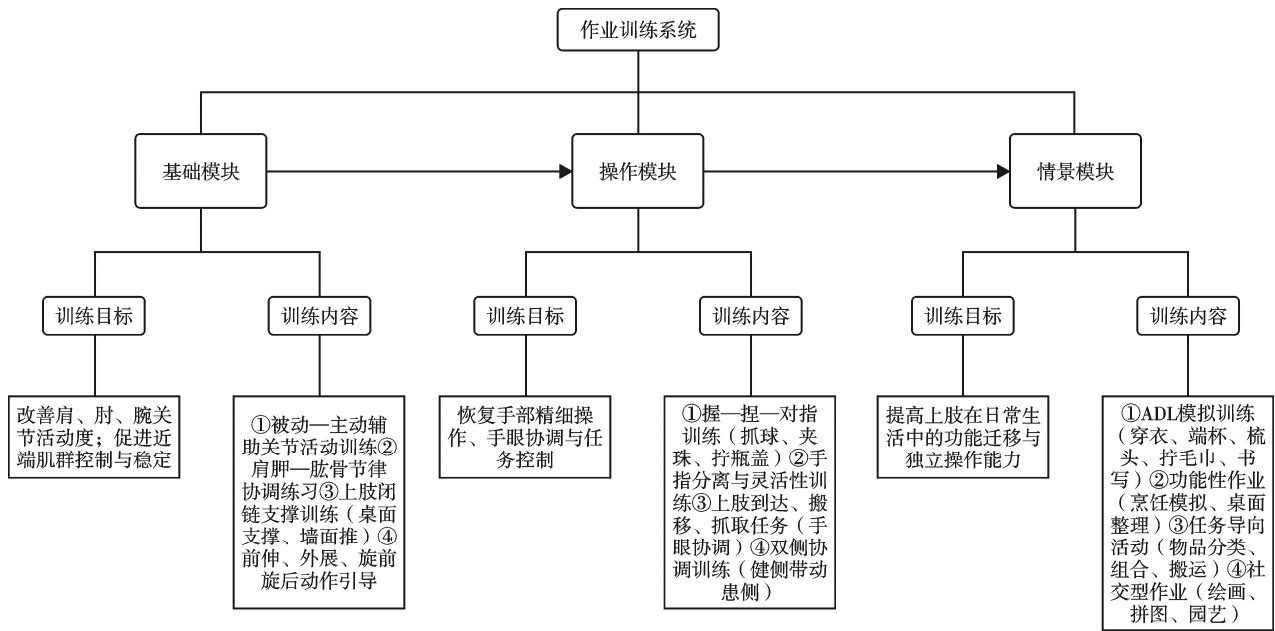


图 1 OT 示意图

注：OT 为作业疗法；ADL 为日常生活活动能力。

本研究将 OT 任务按康复进程分为三个阶段，各阶段训练内容、负荷及目标详见表 1。

表 1 不同康复阶段 OT 任务难度分级与目标设置

| 康复阶段 | 训练重点 | 代表性作业任务 | 任务负荷/难度设置 | 主要功能目标 |
|---------|-------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| 第 1~2 周 | 近端稳定与基础运动控制 | 桌面滑动前伸、支撑位抬手、前臂旋前旋后配合握放 | 低阻力（海绵球、软弹力环）；单任务；重复 10~15 次/组 | 促进肩-肘协同，建立基础主动参与；减轻异常肌张力 |
| 第 1~2 周 | 手部基础抓握 | 握-放训练、夹珠板操作、粗大抓取 | 轻负荷；不限时完成；强调动作完成度 | 改善手部启动能力与粗大抓握 |
| 第 3~4 周 | 手-眼-脑协同 | 到达-抓取-搬移任务、计时抓握 | 中等阻力；限定完成时间（如≤30 s）；增加准确性要求 | 提高手部操作效率与协调性 |
| 第 3~4 周 | 精细动作分离 | 对指训练、分指操作、尺桡偏配合 | 中等负荷；重复操作；减少代偿 | 促进手指分离运动与精细控制 |
| 第 3~4 周 | 功能速度训练 | WMFT 类似操作任务 | 计时完成；记录操作时间 | 缩短操作时间，提高功能执行速度 |

注：OT 为作业疗法；WMFT 为 Wolf 运动功能测试。

1.3 观察指标

(1) 上肢运动功能：采用 Fugl-Meyer 评定量表上肢部分（Fugl-Meyer assessment for upper extremity, FMA-UE）评估。该量表包括反射活动、协同运动、分离运动、协调速度 4 个维度，总分 66 分。由两名培训后的评定师独立评分，取均值。

分值越高，功能越好。

(2) 上肢肌张力：采用 MAS 量表测定患侧肩、肘、腕关节肌张力。量表分 0~4 级，0 级为无肌张力增高，4 级为强直。患者仰卧位、充分放松时评定，治疗前后由同一评定者完成。

(3) 上肢 ROM：利用角度计测量患侧肩关节

屈曲、肘关节屈伸及腕背伸的主动与被动活动范围(单位:°)。评估时患者取坐位或仰卧位,保持躯干固定,由同一治疗师重复测量3次取平均值。

(4) 手功能与精细操作能力:通过 Wolf 运动功能测试(Wolf motor function test, WMFT)、动作研究臂测试(action research arm test, ARAT)评价患者上肢操作与手部精细运动能力。WMFT 包含 15 项任务,考察上肢的速度与协调性,测试时间越短代表功能越好;ARAT 从抓握、握持、捏取与粗大运动 4 个方面共 19 项任务评定,总分 57 分。2 项测试均在安静室内进行,使用统一器具,测评前指导患者熟悉任务要求。

(5) ADL:采用改良 Barthel 指数(modified Barthel index, MBI)评定,包括进食、穿衣、洗漱、如厕、转移、步行等 10 项,总分 100 分。由固定评定者结合患者表现及家属反馈评分,分值越高,自理能力越强。

所有指标于治疗前(基线)及治疗 6 周后测定。评定者经统一培训持证上岗;测评环境温度、光线适宜,设备统一校准。数据双人录入交叉核对,不符项重新验证。治疗期间由主治康复师记录依从性与不良反应。

1.4 统计学方法

所有数据均采用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。计量资料经正态性检验后以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示;符合正态分布者采用独立样本 *t* 检验进行组间比较,采用配对 *t* 检验比较治疗前后差异;若不

符合正态分布,则采用 Mann-Whitney *U* 检验或 Wilcoxon 符号秩检验。计数资料以例(%)表示,采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法进行分析。同时计算主要结局指标的变化量(Δ)及组间效应量(Cohen's *d*),用于评估干预效果的实际大小。所有统计检验均为双侧检验(two-tailed test), $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

2 组患者性别、年龄、病程、脑卒中类型、受累侧及 Brunnstrom 分期等一般资料比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),具有可比性(表 2)。

表 2 2 组患者一般资料比较

| 项目 | 对照组 (<i>n</i> =35) | 观察组 (<i>n</i> =35) | <i>t</i> / χ^2 | <i>P</i> |
|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|----------|
| 性别(男/女,例) | 20/15 | 19/16 | 0.057 | 0.811 |
| 年龄($\bar{x} \pm s$,岁) | 60.37±7.02 | 59.83±6.74 | 0.333 | 0.740 |
| 病程($\bar{x} \pm s$,月) | 3.64±1.28 | 3.78±1.31 | 0.434 | 0.665 |
| 脑卒中类型(脑梗死/脑出血,例) | 10/25 | 9/26 | 0.079 | 0.778 |
| 受累侧(左/右,例) | 18/17 | 17/18 | 0.058 | 0.810 |
| Brunnstrom 分期(Ⅱ/Ⅲ/Ⅳ,例) | 9/15/11 | 8/16/11 | 0.082 | 0.959 |

2.2 上肢运动功能改善

治疗前,两组患者 FMA-UE 各维度得分比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$);治疗 6 周后,两组患者 FMA-UE 各维度得分均显著高于本组治疗前(均 $P < 0.05$),且观察组在各维度及总分方面的改善幅度均显著优于对照组(均 $P < 0.05$)(表 3)。

表 3 2 组患者治疗前后 FMA-UE 各维度评分比较($\bar{x} \pm s$,分)

| 组别 | 反射活动(0~6分) | | 协同运动(0~24分) | | 分离运动(0~24分) | | 协调速度(0~12分) | | 总分 | |
|--------------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|
| | 治疗前 | 治疗后 | 治疗前 | 治疗后 | 治疗前 | 治疗后 | 治疗前 | 治疗后 | 治疗前 | 治疗后 |
| 对照组(<i>n</i> =35) | 2.47±0.98 | 3.57±0.89* | 12.91±3.12 | 17.36±3.45* | 10.63±2.94 | 14.72±3.18* | 6.46±1.74 | 8.36±1.68* | 32.47±5.83 | 44.01±5.97* |
| 观察组(<i>n</i> =35) | 2.43±0.96 | 4.29±0.83* | 12.74±3.05 | 20.02±3.31* | 10.48±2.86 | 17.58±3.06* | 6.38±1.79 | 9.67±1.55* | 32.11±6.02 | 51.56±5.74* |
| <i>t</i> | 0.172 | 3.501 | 0.24 | 3.187 | 0.217 | 3.764 | 0.189 | 3.262 | 0.254 | 5.32 |
| <i>P</i> | 0.864 | 0.001 | 0.811 | 0.002 | 0.829 | 0.001 | 0.851 | 0.002 | 0.8 | 0.001 |

注:FMA-UE 为 Fugl-Meyer 评定量表上肢部分。与本组治疗前比较,* $P < 0.05$ 。

2.3 肌张力与 ROM 变化情况

治疗前,两组患者患侧上肢主要关节(肩、肘、腕)的 MAS 评分及主动关节 ROM 比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。治疗 6 周后,2 组患者肌-

张力均有所降低、关节 ROM 明显扩大,组间比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),且观察组改善幅度均显著优于对照组,组间比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)详见表 4、表 5。

表 4 2 组患者治疗前后肌张力与 ROM 比较 ($\bar{x} \pm s$)

| 组别 | MAS 评分 (分) | | 肩关节屈曲 ROM ($^{\circ}$) | | 肘关节屈伸 ROM ($^{\circ}$) | | 腕关节背伸 ROM ($^{\circ}$) | |
|----------------|------------|------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | 治疗前 | 治疗后 | 治疗前 | 治疗后 | 治疗前 | 治疗后 | 治疗前 | 治疗后 |
| 对照组 ($n=35$) | 2.03±0.41 | 1.74±0.42 [*] | 95.31±13.82 | 112.86±14.35 [*] | 82.46±11.54 | 98.34±11.86 [*] | 43.91±8.17 | 52.77±8.23 [*] |
| 观察组 ($n=35$) | 2.00±0.44 | 1.39±0.33 [*] | 94.57±14.06 | 128.43±13.97 [*] | 83.11±11.67 | 109.72±12.03 [*] | 43.43±8.09 | 59.46±7.88 [*] |
| <i>t</i> | 0.305 | 4.009 | 0.225 | 4.58 | 0.243 | 3.868 | 0.252 | 3.501 |
| <i>P</i> | 0.761 | 0.001 | 0.823 | 0.001 | 0.809 | 0.001 | 0.802 | 0.001 |

注: ROM 为关节活动度; MAS 为改良 Ashworth 量表。与本组治疗前比较, ^{*} $P < 0.05$ 。

表 5 2 组主要结局指标变化量及效应量比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

| 指标 | 组别 | Δ (治疗后-治疗前) | Cohen' s <i>d</i> |
|-----------|----------------|--------------------|-------------------|
| FMA-UE 总分 | 对照组 ($n=35$) | 11.54±5.90 | — |
| | 观察组 ($n=35$) | 19.45±5.89 | 1.35 |
| MAS 评分 | 对照组 ($n=35$) | -0.29±0.42 | — |
| | 观察组 ($n=35$) | -0.61±0.39 | 0.84 |

注: FMA-UE 为 Fugl-Meyer 评定量表上肢部分; MAS 为改良 Ashworth 量表。

2.4 手功能与精细操作能力改善情况

治疗前, 两组患者 WMFT 与 ARAT 评分比较差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$); 治疗 6 周后, 两组患者手部功能均有不同程度改善, 且观察组各项指标改善幅度均明显优于对照组 (均 $P < 0.05$) (表 6)。

表 6 2 组患者治疗前后手功能与精细操作能力比较 ($\bar{x} \pm s$)

| 组别 | WMFT 任务完成时间 (s) | | WMFT 功能评分 (分) | | ARAT 评分 (分) | |
|----------------|-----------------|--------------------------|---------------|--------------------------|-------------|--------------------------|
| | 治疗前 | 治疗后 | 治疗前 | 治疗后 | 治疗前 | 治疗后 |
| 对照组 ($n=35$) | 38.42±8.51 | 29.73±7.92 [*] | 34.86±5.67 | 42.24±6.01 [*] | 33.84±6.27 | 41.52±6.13 [*] |
| 观察组 ($n=35$) | 38.16±8.36 | 24.68±7.41 ^{**} | 34.31±5.54 | 47.61±5.94 ^{**} | 33.51±6.41 | 47.81±6.04 ^{**} |
| <i>t</i> | 0.135 | 2.811 | 0.392 | 3.671 | 0.225 | 4.195 |
| <i>P</i> | 0.893 | 0.007 | 0.696 | 0.001 | 0.823 | 0.001 |

注: WMFT 为 Wolf 运动功能测试; ARAT 为动作研究臂测试。与本组治疗前比较, ^{*} $P < 0.05$ 。

2.5 ADL 改善情况

治疗前, 2 组患者 MBI 总分及各维度评分 (基础自理、移动能力、上肢操作相关 ADL) 比较差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$)。治疗 6 周后, 两组

患者 MBI 评分均显著高于本组治疗前 (均 $P < 0.05$), 且观察组各项得分改善幅度均明显优于对照组 (均 $P < 0.05$) (表 7)。

表 7 2 组患者治疗前后 MBI 总分及各维度比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

| 组别 | 基础自理能力 (进食、洗漱、穿衣) | | 移动与转移能力 (转移、行走、上下楼) | | 上肢操作性 ADL 任务 (端杯、梳头、书写等) | | MBI 总分 | |
|----------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 治疗前 | 治疗后 | 治疗前 | 治疗后 | 治疗前 | 治疗后 | 治疗前 | 治疗后 |
| | 对照组 ($n=35$) | 24.86±4.27 | 30.37±4.53 [*] | 16.87±3.58 | 22.11±3.71 [*] | 14.72±3.12 | 17.43±2.97 [*] | 56.45±9.36 |
| 观察组 ($n=35$) | 24.49±4.13 | 33.42±4.21 [*] | 16.69±3.49 | 24.87±3.54 [*] | 14.51±3.04 | 19.68±2.83 [*] | 55.84±9.12 | 77.97±8.88 [*] |
| <i>t</i> | 0.365 | 2.947 | 0.226 | 3.237 | 0.285 | 3.201 | 0.278 | 3.758 |
| <i>P</i> | 0.716 | 0.004 | 0.822 | 0.002 | 0.776 | 0.002 | 0.782 | 0.001 |

注: ADL 为日常生活活动能力; MBI 为改良 Barthel 指数。与本组治疗前比较, ^{*} $P < 0.05$ 。

3 讨论

从本研究结果来看, CPM 与 OT 联合应用的效果优于单纯 CPM 训练。这一结果可以用感觉输入-运动输出-功能反馈的康复机制来解释: CPM 通过被动牵伸提供持续的感觉刺激, 有助于降低肌张力、扩大 ROM, 为后续主动训练打下基础; OT 则在此基础上激活运动意图、强化功能性动作, 促进皮层

功能重组。两种方法相互配合, 在促进神经肌肉功能重建方面能够产生协同效应。

本研究中, 观察组在 FMA-UE 各维度 (反射活动、协同运动、分离运动、协调速度) 均有优于对照组的表现。这一结果提示, 联合干预对脑卒中后上肢功能恢复的促进作用是多方面的。早期反射活动与协同运动的改善, 可能与 CPM 的节律性被动刺

激有关——机械运动带来的本体感觉输入能够激活躯体感觉皮层与运动皮层的联系，形成运动觉与姿势调节的前馈模板^[6]。而 OT 的任务导向训练则促进了顶叶-前额叶网络的协同，增强了上肢各关节的分离运动与末端动作协调性，使单纯的运动模式逐渐转化为功能性动作。崔红花等^[7]的研究发现，脑卒中患者接受 CPM 联合主动训练后，皮质运动区运动诱发电位（motor evoked potentials, MEP）波幅较单纯 CPM 组增加约 37%，提示联合训练对皮层通路的激活作用更强。本研究观察组 FMA-UE 总分较对照组高出 7.55 分，与上述研究结果相符，说明被动促通联合主动作业训练确实能够提高神经通路重构的效率。

本研究中，观察组 MAS 评分显著低于对照组，肩、肘、腕关节活动范围平均增加 25%~35%。CPM 被动牵伸有助于降低 α 运动神经元反射性兴奋，防止长期制动导致的肌肉粘连与痉挛^[8]。此外，反复机械牵伸可促进血液循环与胶原纤维重排，改善关节柔顺性。值得注意的是，OT 对肌张力有“二级调节作用”。在任务导向活动中，患者通过功能性目的性动作不断调整肌肉收缩节律，重建拮抗-协同肌协调模式。因此，观察组肌张力与 ROM 双重改善中，反映出机械促通与主动作业的协同整合效应。WMFT 与 ARAT 结果显示，观察组任务完成时间、功能评分及抓握维度均优于对照组。OT 在此阶段的核心价值在于将上肢运动从“重复动作”转化为“任务行为”，实现动作意图、感知输入与执行输出的整合。CPM 提供的本体感觉输入可增强皮质运动网络基础激活，OT 训练进一步强化运动图式存储与检索，显著提升精细动作控制和任务迁移能力。功能性动作（如拿筷、系扣子、握笔）正是这种协同机制的最终体现。ARAT 抓握分项在观察组提升最显著，说明联合干预尤其有利于改善手指分离动作与手眼协调，这与降锦洲等^[9]“主动作业疗法促进上肢远端运动重建”的结论相吻合。

MBI 评分表明，观察组在基础自理、转移移动及上肢操作性 ADL 方面的改善均显著优于对照组。这种提升不是单纯“力量增强”的反映，而是运动控制、协调与认知参与多因素共同作用的结果。研

究表明，功能性任务训练可通过强化前额叶-小脑通路改善动作计划与执行能力，同时提高患者对任务的情境感知与意图驱动，临床表现为动作更自然、效率更高、代偿动作减少^[10]。本研究中患者在穿衣、端杯、进食等作业任务独立完成率显著提高，验证了 CPM+OT 能有效促进运动功能向生活能力迁移。

此外，本研究将 CPM 设备标准化参数与 OT 任务个体化设置相结合，使治疗方案兼具可控性与灵活性，有利于康复计划的精准化与个性化实施。

综上，CPM 被动训练联合 OT 通过整合机械促通与功能作业训练，多层次改善脑卒中患者上肢运动功能、精细操作与 ADL。该方法安全、可重复、临床操作性强，为脑卒中上肢功能障碍的系统康复提供了有效、可推广的综合干预策略。随着康复工程与智能监测技术发展，未来研究可结合运动传感器或表面肌电监测，对 CPM 联合 OT 训练过程中的运动幅度、速度及肌肉激活模式进行实时量化评估，实现更精细化、个体化的康复剂量调整。

参考文献

- [1] VAN der Vliet R, SELLES RW, ANDRINOPOULOU ER, *et al.* Predicting Upper Limb Motor Impairment Recovery after Stroke: A Mixture Model[J]. *Ann Neurol*, 2020, 87(3):383-393.
- [2] 盛译莹, 常辉, 王志永, 等. 肌肉协同理论在脑卒中上肢康复中的研究进展[J]. *机器人*, 2024, 46 (3): 370-384.
- [3] 钱苏. 关节松动术联合连续被动运动对膝关节前交叉韧带损伤重建术后早期康复疗效观察[J]. *湖南师范大学学报(医学版)*, 2018, 15 (5): 111-113.
- [4] 周桐桐, 孙洁, 高晓盟, 等. 连续被动运动机对脑卒中偏瘫患者膝过伸的疗效观察[J]. *中国医药导报*, 2023, 20 (35): 106-109.
- [5] 杨玉苹, 杨菊芬, 张保安, 等. 基于 PSM 分析作业疗法系统训练联合强制性运动疗法对脑卒中患者肢体运动康复治疗的效果评价[J]. *医药论坛杂志*, 2024, 45 (20): 2169-2173.
- [6] 陈花. 动机行为转化下 CPM 锻炼仪与量化训练对髌关节置换术后康复护理质量的影响[J]. *中国医药指南*, 2024, 22 (31): 83-85.
- [7] 崔红花. CPM 运动联合生物反馈电刺激对脑卒中偏瘫患者肢体运动功能及生活质量的影响[J]. *河南医学研究*, 2019, 28 (12): 2187-2189.
- [8] 任毅, 高俊丽, 郭学斌, 等. 踝关节 CPM 结合穴位透刺对脑卒中患者步行功能障碍的影响[J]. *贵州医药*, 2020, 44 (4): 550-552.
- [9] 降锦洲, 龙欢, 罗楠, 等. 作业疗法新技术在脑卒中后上肢功能障碍中的应用[J]. *中国老年保健医学*, 2024, 22 (3): 107-112.
- [10] 陈园月, 李加斌, 蒯凤, 等. 多通道功能性电刺激结合任务导向训练对脑卒中上肢偏瘫患者脑功能网络的即刻影响[J]. *中国康复理论与实践*, 2024, 30 (4): 462-467.