

佩戴腕手矫形器对脑卒中患者手功能障碍作用的 Meta 分析

高峰¹, 张俊¹, 余文君², 单于玉婧², 赵乐¹, 胡雨婷¹, 王俊华¹, 刘永富¹

<https://doi.org/10.12307/2026.588>

投稿日期: 2025-01-03

采用日期: 2025-03-14

修回日期: 2025-04-23

在线日期: 2025-05-29

中图分类号:

R496; R318; R743.3

文章编号:

2095-4344(2026)08-02124-08

文献标识码: A

文章快速阅读: 腕手矫形器对脑卒中患者手功能障碍疗效的 Meta 分析

检索中英文数据库



初筛、复筛文献



最终 8 篇文献纳入 Meta 分析

研究目的:
系统评价腕手矫形器对脑卒中患者手功能障碍的康复效果。

干预措施:

- (1) 试验组: 腕手矫形器和常规康复治疗;
- (2) 对照组: 常规康复治疗。

评价指标:

- (1) 改良 Ashworth 量表;
- (2) Fugl-Meyer 上肢运动功能量表;
- (3) 改良 Barthel 指数;
- (4) 握力。

研究结论:

腕手矫形器能够降低脑卒中后手功能障碍患者腕手关节肌张力, 改善其手运动功能, 提高日常生活活动能力; 但对患者握力无明显改善。

文题释义:

脑卒中: 是由于脑部血液循环障碍导致的急性神经功能损害, 分为缺血性脑卒中和出血性脑卒中两大类。

腕手矫形器: 是一种专为上肢功能障碍患者设计的康复辅助器具, 用于纠正或限制腕关节和手部的异常运动模式, 常用来帮助脑卒中患者改善手部功能。腕手矫形器分为静态和动态两种, 主要通过纠正异常运动模式、拉伸软组织、固定和支撑关节等方式降低肌张力, 改善手部运动功能和日常生活活动能力。

摘要

目的: 腕手矫形器是一种常见的上肢功能障碍康复辅具, 对脑卒中后手功能障碍患者的疗效存在争议。该文系统评价腕手矫形器对脑卒中患者手功能障碍的康复效果。

方法: 系统检索中国知网、万方、维普、SinoMed、PubMed、Embase、Web of Science、Cochrane Library 等数据库公开发表的腕手矫形器在脑卒中患者手功能康复中应用的随机对照试验, 其中试验组采用腕手矫形器和常规康复治疗, 对照组采用常规康复治疗, 检索时限为各数据库建库到2024年7月。由2位研究者独立开展文献筛选、提取资料, 并依据Cochrane风险偏倚评估工具评价文献质量, 使用RevMan 5.4软件进行Meta分析。

结果: 最终纳入8篇文献, 共305例患者。Meta分析结果显示: 试验组改良Ashworth评分低于对照组[MD=-0.24, 95%CI(-0.36, -0.12), $P < 0.000 1$], Fugl-Meyer上肢运动功能评分和改良Barthel评分[SMD=0.97, 95%CI(0.51, 1.43), $P < 0.000 1$; SMD=1.00, 95%CI(0.05, 1.94), $P=0.04$]均高于对照组, 两组握力比较差异无显著性意义[MD=-0.89, 95%CI(-5.37, 3.58), $P=0.70$]。

结论: 腕手矫形器能够降低脑卒中患者腕手关节肌张力, 提高患者手运动功能与日常生活活动能力, 但对患者握力无明显改善。需注意的是, 研究总样本量仅305例, 且部分指标(如握力)仅纳入2篇文献, 统计效力不足, 未来需更多大样本、高质量的随机对照试验进行验证。

关键词: 脑卒中; 手功能; 手功能障碍; 腕手矫形器; Meta分析

Effects of wrist-hand orthosis on hand dysfunction in stroke patients: a meta-analysis

Gao Feng¹, Zhang Jun¹, Yu Wenjun², Chanyu Yujing², Zhao Le¹, Hu Yuting¹, Wang Junhua¹, Liu Yongfu¹

¹Shiyan Taihe Hospital (Affiliated Hospital of Hubei University of Medicine), Shiyan 442000, Hubei Province, China; ²Hubei University of Medicine, Shiyan 442000, Hubei Province, China

Gao Feng, MS, Associate professor, Shiyan Taihe Hospital (Affiliated Hospital of Hubei University of Medicine), Shiyan 442000, Hubei Province, China

Corresponding author: Liu Yongfu, MS, Therapist-in-charge, Shiyan Taihe Hospital (Affiliated Hospital of Hubei University of Medicine), Shiyan 442000, Hubei Province, China

Abstract

OBJECTIVE: Wrist-hand orthotics are a common rehabilitation aid for upper limb dysfunction, and there is controversy over their efficacy in treating hand dysfunction patients after stroke. This article aims to systematically review the rehabilitation effects of wrist-hand orthosis on hand function impairment in stroke patients.

METHODS: We systematically searched databases such as China National Knowledge Infrastructure (CNKI), WanFang, VIP, SinoMed, PubMed, Embase, Web of Science, and Cochrane Library for randomized controlled trials on the application of wrist-hand orthosis in hand rehabilitation of stroke patients from database establishment to July 2024. The trial group received wrist-hand orthosis and conventional rehabilitation treatment, and the control group received conventional rehabilitation treatment. Two researchers independently conducted literature screening, data extraction, and quality assessment using the Cochrane risk of bias assessment tool. Meta-analysis was conducted using RevMan 5.4.

¹十堰市太和医院 (湖北医药学院附属医院), 湖北省十堰市 442000; ²湖北医药学院, 湖北省十堰市 442000

第一作者: 高峰, 男, 1978年生, 湖北省十堰市人, 汉族, 硕士, 副教授, 主要从事康复辅助器具、运动康复方面的研究。

通讯作者: 刘永富, 硕士, 主治医师, 十堰市太和医院 (湖北医药学院附属医院), 湖北省十堰市 442000

<https://orcid.org/0009-0006-7935-7193> (刘永富)

基金资助: “十四五”湖北省高等学校优势特色学科群 (现代医学) 项目资助项目 (2022XKQT1), 项目参与人: 王俊华

引用本文: 高峰, 张俊, 余文君, 单于玉婧, 赵乐, 胡雨婷, 王俊华, 刘永富. 佩戴腕手矫形器对脑卒中患者手功能障碍作用的 Meta 分析 [J]. 中国组织工程研究, 2026, 30(8):2124-2131.



RESULTS: Eight studies were finally included, involving 305 patients. The meta-analysis results showed that the modified Ashworth score of the trial group was lower than that of the control group [$MD=-0.24$, $95\%CI(-0.36, -0.12)$, $P < 0.0001$], and the Fugl-Meyer upper limb motor function score and modified Barthel score [$SMD=0.97$, $95\%CI(0.51, 1.43)$, $P < 0.0001$; $SMD=1.00$, $95\%CI(0.05, 1.94)$, $P=0.04$] were higher than those of the control group. There was no significant difference in grip strength between the two groups [$MD=-0.89$, $95\%CI(-5.37, 3.58)$, $P=0.70$].

CONCLUSION: Wrist-hand orthosis can reduce wrist-hand joint muscle tone and improve hand motor function and daily living activities in stroke patients, but has no significant improvement on grip strength. It should be noted that the total sample size of the study was only 305 cases, and some indicators (such as grip strength) were only included in two papers, which was not statistically effective. More large-sample, high-quality randomized controlled trials are needed in the future.

Key words: stroke; hand function; hand dysfunction; wrist-hand orthosis; meta-analysis

Funding: Advantages Discipline Group (Medicine) Project in Higher Education of Hubei Province during the “14th Five-Year Plan” Period, No. 2022XKQT1 (to WJH)

How to cite this article: GAO F, ZHANG J, YU WJ, CHANYU YJ, ZHAO L, HU YT, WANG JH, LIU YF. Effects of wrist-hand orthosis on hand dysfunction in stroke patients: a meta-analysis. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2026;30(8):2124-2131.

0 引言 Introduction

据世界卫生组织调查显示,脑卒中是全球第二大死亡原因、第三大致残原因,易导致长期残疾,给社会及家庭带来沉重负担,严重影响患者的生活质量^[1]。大约有2/3的脑卒中患者存在上肢功能障碍,其中有近一半的患者存在手功能障碍^[2],手功能障碍常见表现为手部感觉异常、肌力下降、痉挛、肿胀、疼痛等^[3-4],成为制约患者独立生活的重要因素^[5]。因此,如何改善脑卒中患者的手功能、提高患者的日常生活活动能力,是当前研究的难点和热点^[6-8]。

腕手矫形器是一种专为上肢功能障碍患者设计的康复辅助工具,在临床中使用广泛^[9]。腕手矫形器在脑卒中康复中的应用基于生物力学、神经可塑性和感觉反馈等理论,主要通过刺激神经功能重塑增强大脑皮质的功能恢复。已有研究发现,腕手矫形器能够降低肌张力、有效改善脑卒中患者的上肢运动功能^[10]。Saebo功能性动态矫形器能够帮助中重度偏瘫患者进行抓握和释放动作,具有生物力学方面优势^[11],并且能够增加活动范围、减轻疼痛。另有研究指出,腕手矫形器虽然能够减轻患者疼痛,但对于手功能恢复无明显改善^[12]。然而,以往研究存在样本量小、疗效评估指标不统一、矫形器种类繁多、介入干预时间不一致、患者佩戴依从性差等问题。目前关于腕手矫形器在脑卒中患者手功能康复中应用的相关临床研究样本量较小,并且疗效存在争议。因此,此次研究采用Meta分析方法探讨腕手矫形器对脑卒中后手功能障碍患者

的康复效果,旨在为临床应用腕手矫形器辅助脑卒中康复提供循证依据。

1 资料和方法 Data and methods

此次研究方案已在Insplay平台注册,注册号:INSPLAY2024110022, doi: 10.37766//inplasy2024.11.0022。

1.1 文献检索 系统检索中国知网、万方、维普、SinoMed、PubMed、Embase、Web of Science、Cochrane Library等数据库,检索各数据库建库至2024年7月发表的关于腕手矫形器对脑卒中后手功能障碍影响的随机对照试验。采用主题词和自由词相结合的检索策略,并追查纳入文献的参考文献。

以中国知网为例,中文检索策略为: #1 脑卒中 + 中风 + 脑血管意外 + 脑梗死 + 脑出血 + 偏瘫; #2 腕手矫形器 + 腕手关节矫形器 + 分指板 + 手托 + 前臂托; #3 #1 AND #2。

以PubMed为例,英文检索策略为: #1 “stroke” [Mesh] OR strokes OR cerebrovascular accident OR apoplexy OR brain vascular accident OR cerebral vascular accident OR CVA OR hemiplegia; #2 “Orthotic Devices” [Mesh] OR Wrist-hand orthoses OR Hand orthosis OR Wrist orthosis; #3 #1 AND #2。

1.2 纳入排除标准

纳入标准: ①研究对象:符合脑卒中诊断标准^[13],并经头颅CT或MRI确诊,伴有手功能障碍,年龄>18岁; ②干预措施:试验组采用腕手矫形器和常规康复治疗,对照组采用常规康复治疗; ③研究类型:随机对照试验; ④结局指标:肌张力、手运

动功能、日常生活活动能力、握力。

排除标准: ①腕手矫形器联合其他疗法; ②重复发表的文献; ③文献数据不完整,与作者联系仍无法取得相关数据; ④综述、个案分析、会议摘要等。

1.3 评价指标

主要评价指标:改良Ashworth量表,用于评定手肌张力,0-4级赋值0-4分,得分越低肌张力越好。

次要评价指标: ①Fugl-Meyer上肢运动功能量表,用于评定运动功能,共33项,每项0-2分,总分66分,分数越高表明运动功能越好; ②改良Barthel指数,用于评定日常生活活动能力,包含10个项目,总分100分,分数越高表明日常生活活动能力越好; ③握力:数值越大握力越好。

1.4 数据提取 由2名研究者根据纳入和排除标准对所有检索文献进行独立筛选,提取数据并复查数据。如果出现二者意见不一致,则由第三位研究者进行判断是否纳入。提取文献信息包括作者、发表年份、样本量、年龄、性别、干预措施、干预时间及结局指标等。

1.5 文献质量评估 由2名研究者遵照Cochrane手册提供的质量评价标准评估纳入文献^[14],评估内容包括以下7个条目: ①随机序列的产生; ②分配隐藏; ③受试者和干预者实施盲法; ④结果测评者实施盲法; ⑤结果指标数据的完整性; ⑥选择性报告研究结果的可能性; ⑦其他偏倚来源。结局指标分为“低偏倚风险”“高偏倚风险”“不清楚”。

1.6 统计学分析 使用Revman 5.4版

软件进行数据分析。结局指标均为连续性变量，当测量工具相同时，采用均数差 (mean difference, MD) 作为效应量；当测量工具不同时，采用标准化均数差 (standardized mean difference, SMD) 作为效应量，区间估计用 95% 可信区间 (confidence interval, CI) 表示。根据 I^2 检验和 Q 检验评估各研究之间的异质性，当 $P > 0.1$ 、 $I^2 < 50\%$ 时，表明研究之间具有同质性，采用固定效应模型进行合并；当 $P \leq 0.1$ 、 $I^2 \geq 50\%$ 时，表明研究之间存在异质性，采用随机效应模型进行合并。当异质性较大时，采用敏感性分析或亚组分析寻找异质性来源。该文统计学方法已经湖北医药学院附属太和医院生物统计学专家审核。

2 结果 Results

2.1 文献筛选结果 初始检索共获得 873 篇相关文献，使用 Noteexpress 剔除重复文献后获得文献 461 篇，进一步阅读文献标题和摘要后排除 407 篇，剩余 54 篇文献；进一步阅读全文，最终纳入 8 篇文献^[15-22]，其中中文文献 6 篇^[16-21]、英文文献 2 篇^[15, 22]。文献筛选流程见图 1。

2.2 纳入文献的基本特征及质量评估 纳入研究的文献发表于 2012-2022 年之间，共计有 305 例脑卒中后功能障碍患者，其中试验组 153 例、对照组 152 例；男 181 例，女 124 例；所有患者的年龄均在 40 岁以上，干预时间为 4-12 周。纳入文献的基本特征见表 1。

由 2 名研究者采用 Cochrane 偏倚风险评估工具对纳入文献的 7 个方面进行质量评估，其中 4 篇文献详细报告了随机序列产生的方式^[17, 20-22]，2 篇文献指出实施了分配隐藏^[15, 22]，8 篇文献是否对参与者和实施者实施盲法不清楚^[15-22]，只有 2 篇文献介绍了对结果评测者实施盲法^[17, 22]，所有纳入文献均未发现结局数据缺失和选择性报告结果，不清楚纳入文献是否存在其他偏倚来源。纳入文献的方法学质量评估结果，见图 2、3。

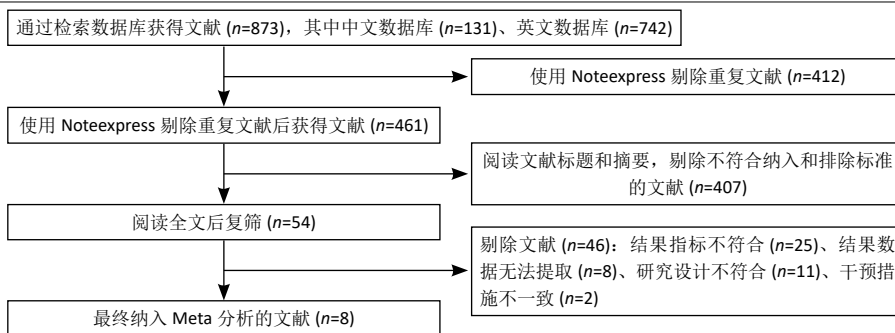


图 1 | 文献筛选流程图

表 1 | 纳入研究的基本特征

纳入文献	样本量	男 / 女 (试验组 / 对照组, n)	年龄 (试验组 / 对照组, 岁)	病程	干预措施	干预时间 (周)	评价指标
BARRY ^[15] , 2012 年	10/9	10/9	52.7±16.1 / 50.3±7.5	> 6 个月	试验组: 常规康复 + 动态腕手矫形器, 对照组: 常规康复	6	⑥⑦⑩
金宝才 ^[16] , 2012 年	18/18	23/13	61.65±13.45 / 62.46±12.37	3-5 个月	试验组: 常规康复 + 分指板, 对照组: 常规康复	12	①⑤
刘维红 ^[17] , 2014 年	14/14	15/13	60.79±4.12 / 62.55±5.88	急性期	试验组: 常规康复 + 分指板, 对照组: 常规康复	4	①②⑨⑪⑬
张超 ^[18] , 2016 年	16/16	17/15	56.78±11.02 / 54.23±12.25	急性期	试验组: 常规康复 + 腕手矫形器, 对照组: 常规康复	12	①③
张晶晶 ^[19] , 2018 年	30/30	31/29	43.6±8.3 / 42.9±7.9	急性期	试验组: 常规康复 + 手支具, 对照组: 常规康复	4	①②⑨⑫
李辉 ^[20] , 2019 年	30/30	35/25	60.5±11.3 / 59.7±10.4	急性期	试验组: 常规康复 + 腕手矫形器, 对照组: 常规康复	8	④⑤⑧
朱海波 ^[21] , 2020 年	20/20	27/13	49.30±13.26 / 50.30±12.35	≥ 6 个月	试验组: 常规康复 + 动态腕手矫形器, 对照组: 常规康复	4	①③⑤
WONG ^[22] , 2022 年	15/15	23/7	63±9 / 56±12	14-90 d	试验组: 常规康复 + 动态腕手矫形器, 对照组: 常规康复	4	①②⑤⑥⑩

表注: ①代表改良 Ashworth 评定量表, ②代表 Fugl-Meyer 上肢运动功能评定量表, ③代表 Fugl-Meyer 上肢运动功能评定量表腕手部分, ④代表 Fugl-Meyer 上肢运动功能评定量表手指部分, ⑤代表改良 Barthel 指数评定量表, ⑥代表上肢动作研究量表, ⑦代表黑盒测试, ⑧代表 Carroll 双上肢功能评定, ⑨代表目测类比分, ⑩代表握力, ⑪代表手肿胀程度, ⑫代表腕手关节活动度, ⑬代表 Brunstrom。

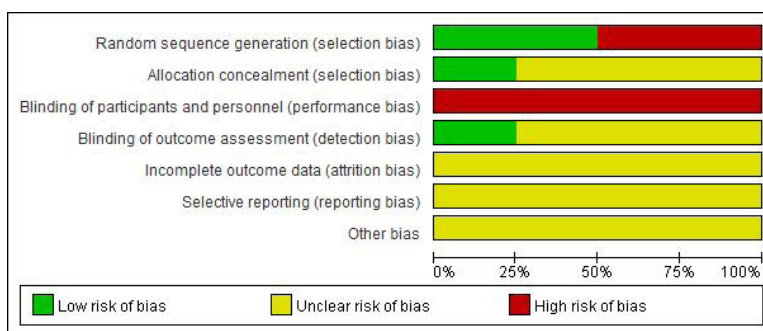
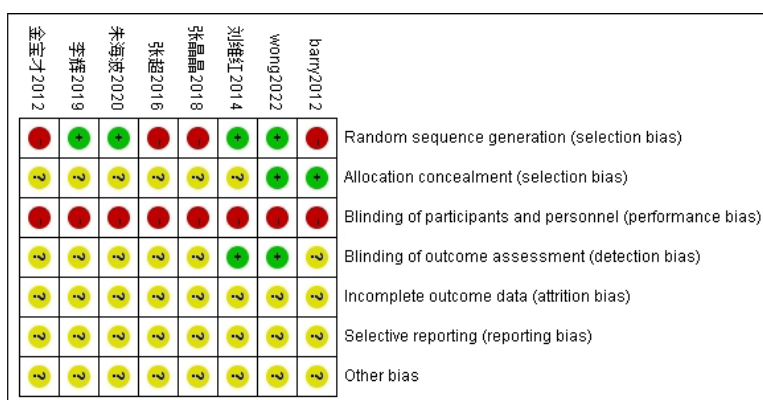


图 2 | 纳入文献的偏倚风险图



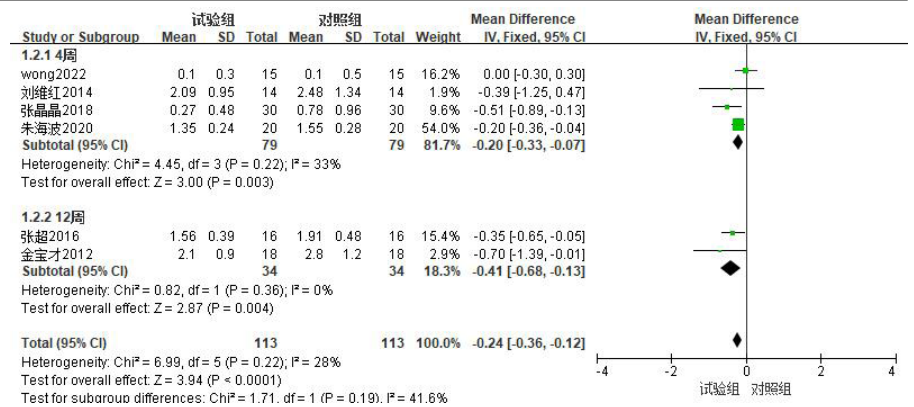
图注: “+”代表低偏倚风险; “-”代表高偏倚风险; “?”代表偏倚风险不清楚。

图 3 | 纳入文献的偏倚风险汇总表

2.3 Meta 分析结果

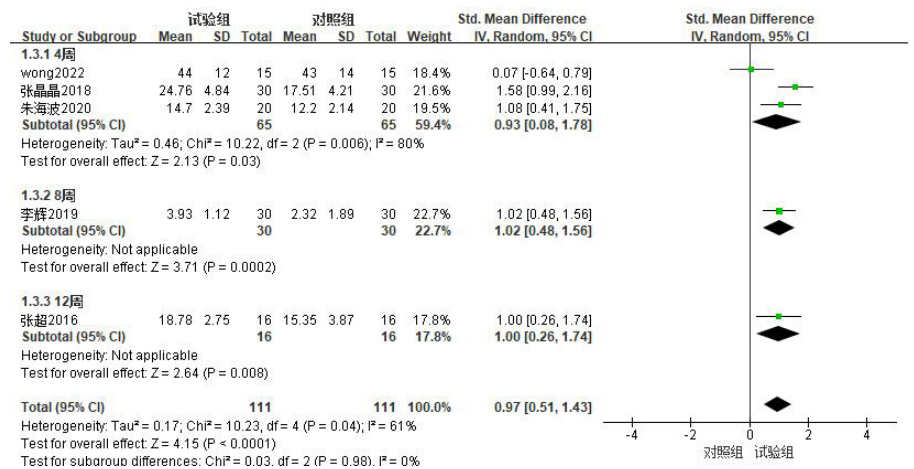
2.3.1 改良 Ashworth 量表 共有 6 篇文献采用改良 Ashworth 量表评估脑卒中后功能障碍患者的腕手关节肌张力^[16-19, 21-22], 包括 226 例患者。各研究间异质性较低 ($P=0.22$, $I^2=28\%$), 采用固定效应模型进行分析。Meta 分析结果显示, 试验组改良 Ashworth 量表评分低于对照组 [$MD=-0.24$, $95\%CI(-0.36, -0.12)$, $P<0.0001$]; 以干预时间进行亚组分析, 结果显示试验组干预 4, 12 周的改良 Ashworth 评分均低于对照组 [干预 4 周: $MD=-0.20$, $95\%CI(-0.33, -0.07)$, $P=0.003$; 干预 12 周: $MD=-0.41$, $95\%CI(-0.68, -0.13)$, $P=0.004$], 见图 4。

2.3.2 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表 共有 6 篇文献采用 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表评估脑卒中后手功能障碍患者的手运动功能^[17-22], 包括 250 例患者。由于不同研究采用 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表的不同部分来进行评价, 故采用 SMD 进行合并。因刘维红^[17]数据存疑, 将该研究数据剔除后进行计算。各研究间异质性较大 ($P=0.04$, $I^2=61\%$), 通过逐篇去除文献进行敏感性分析, 结果无显著性变化, 表明 Meta 分析结果稳健, 采用随机效应模型进行分析。Meta 分析结果显示: 试验组患者 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表评分高于对照组 [$SMD=0.97$, $95\%CI(0.51, 1.43)$, $P<0.0001$]; 以干预时间进行亚组分析, 结果显示, 试验组干预 4, 8, 12 周的 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表评分均高于对照组 [干预 4 周: $SMD=0.93$, $95\%CI(0.08, 1.78)$, $P=0.03$; 干预 8 周: $SMD=1.02$, $95\%CI(0.48, 1.56)$, $P=0.0002$; 干预 12 周: $SMD=1.00$, $95\%CI(0.26, 1.74)$, $P=0.008$], 见图 5。以病程 (急性/慢性) 进行亚组分析, 结果显示, 试验组急性期患者 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表评分高于对照组 [$SMD=1.21$, $95\%CI(0.84, 1.59)$, $P<0.0001$], 慢性期患者 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表评分与对照组比较差异无显著意义 [$SMD=0.59$, $95\%CI(-0.40, 1.57)$, $P=0.24$], 见图 6。以矫形器种类 (静态/动态) 进行亚组分析, 结果显示, 试验组佩戴静态腕手矫形器的 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表评分高于对照组 [$SMD=1.21$, $95\%CI(0.84, 1.59)$, $P<0.0001$], 佩戴动态腕手矫形器的 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表评分与对照组比较差异无显著性意义 [$SMD=0.59$, $95\%CI(-0.40, 1.57)$, $P=0.24$], 见图 7。



图注: 试验组采用腕手矫形器和常规康复治疗, 对照组采用常规康复治疗。试验组患者改良 Ashworth 量表评分低于对照组。

图 4 | 两组患者改良 Ashworth 量表评分比较的森林图

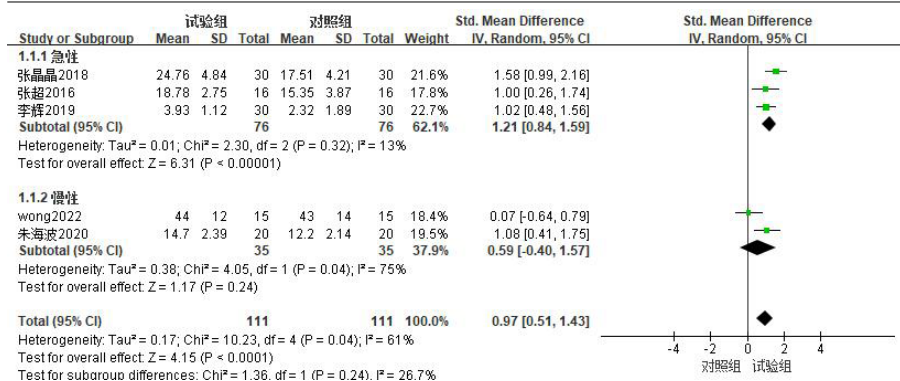


图注: 试验组采用腕手矫形器和常规康复治疗, 对照组采用常规康复治疗。试验组患者 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表评分高于对照组。

图 5 | 两组患者 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表评分比较的森林图

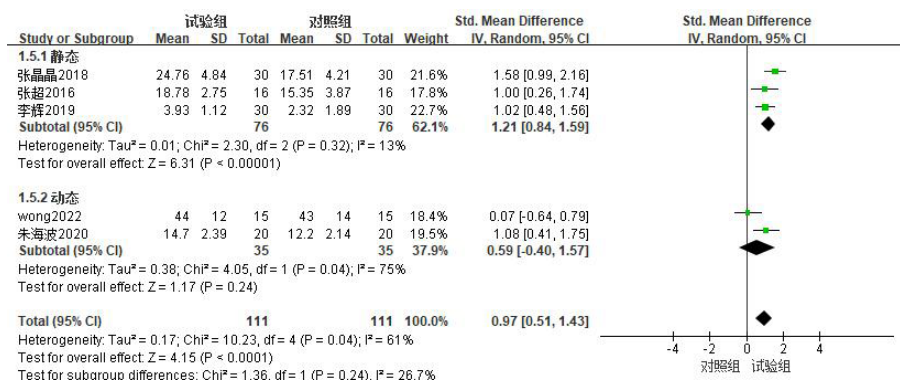
2.3.3 改良 Barthel 指数量表 共有 4 篇文献采用改良 Barthel 指数量表评估脑卒中后手功能障碍患者的日常生活活动能力^[16, 20-22], 包括 166 例患者。由于不同研究采用改良 Barthel 指数量表的不同部分来进行评价, 故采用 SMD 进行合并。各研究间异质性较大 ($P<0.0001$, $I^2=87\%$), 采用随机效应模型进行分析。Meta 分析结

果显示, 试验组患者改良 Barthel 指数量表评分高于对照组 [$SMD=1.00$, $95\%CI(0.05, 1.94)$, $P=0.04$], 见图 8。以病程 (急性/慢性) 进行亚组分析, 结果显示, 试验组急性期患者改良 Barthel 指数量表评分高于对照组 [$SMD=1.91$, $95\%CI(1.29, 2.52)$, $P<0.0001$], 慢性期患者改良 Barthel 指数量表评分与对照组比较差异无显著性意义 [$SMD=0.68$, $95\%CI(-0.32, 1.68)$, $P=0.18$], 见图 9。以矫形器种类 (静态/动态) 进行亚组分析, 结果显示, 试验组佩戴静态腕手矫形器的改良 Barthel 指数量表评分高于对照组 [$SMD=1.80$, $95\%CI(1.32, 2.28)$, $P<0.0001$], 佩戴动态腕手矫形器的改良 Barthel 指数量表评分与对照组比较差异无显著性意义 [$SMD=0.23$, $95\%CI(-0.63, 1.09)$, $P=0.60$], 见图 10。



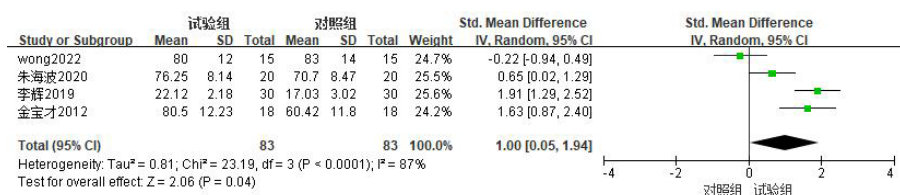
图注：试验组采用腕手矫形器和常规康复治疗，对照组采用常规康复治疗。试验组急性期患者 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表评分高于对照组，慢性期患者 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表评分与对照组比较差异无显著意义。

图 6 | 两组患者 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表评分比较的森林图（病程亚组分析）



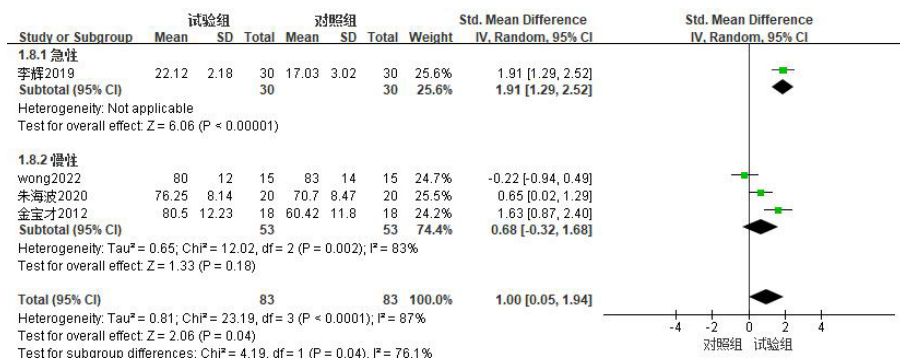
图注：试验组采用腕手矫形器和常规康复治疗，对照组采用常规康复治疗。试验组患者 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表评分高于对照组。试验组佩戴静态腕手矫形器的 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表评分高于对照组，佩戴动态腕手矫形器的 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表评分与对照组比较差异无显著意义。

图 7 | 两组患者 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表评分比较的森林图（矫形器种类亚组分析）



图注：试验组采用腕手矫形器和常规康复治疗，对照组采用常规康复治疗。试验组患者改良 Barthel 指数量表评分高于对照组。

图 8 | 两组患者改良 Barthel 指数量表评分比较的森林图



图注：试验组采用腕手矫形器和常规康复治疗，对照组采用常规康复治疗。试验组急性期患者改良 Barthel 指数量表评分高于对照组，慢性期患者改良 Barthel 指数量表评分与对照组比较差异无显著意义。

图 9 | 两组患者改良 Barthel 指数量表评分比较的森林图（病程亚组分析）

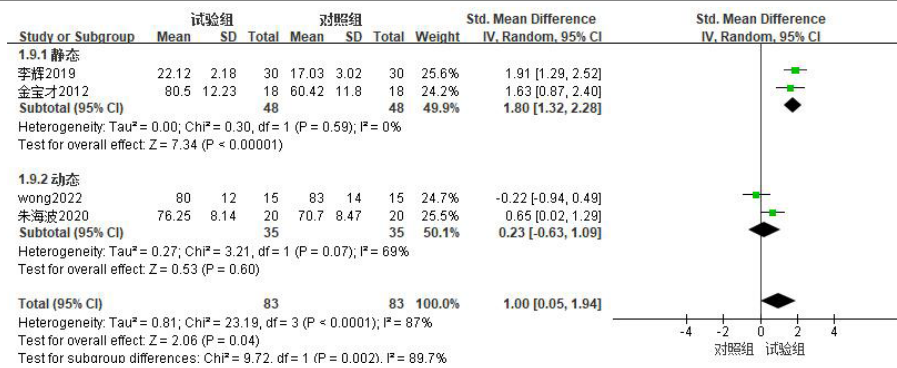
2.3.4 握力 共有 2 篇文献采用握力评估脑卒中后手功能障碍患者^[15, 22]，包括 49 例患者。各研究间异质性较大 ($P=0.10$, $I^2=62\%$)，采用随机效应模型进行分析。Meta 分析结果显示，两组患者握力比较差异无显著性意义 [$MD=-0.89$, $95\%CI(-5.37, 3.58)$, $P=0.70$]，见图 11。

2.4 发表偏倚分析 对纳入研究的改良 Ashworth 量表和 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表 2 个评价指标以漏斗图进行发表偏倚分析，见图 12，漏斗图结果显示分布大致对称，提示研究没有明显的发表偏倚。

3 讨论 Discussion

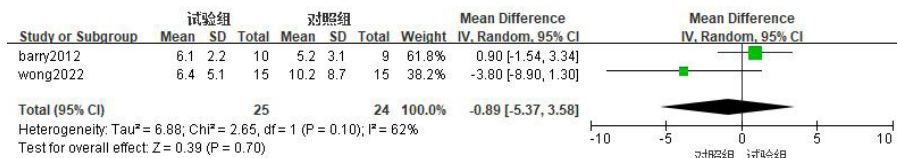
随着技术的发展，已有较多的康复治疗方法应用于改善脑卒中后手功能障碍，除了常用的物理治疗、作业治疗外，还有经颅直流电、经颅磁刺激、脑-机接口、运动想象、康复机器人等^[23-27]。随着腕手矫形器的不断改良，因其便捷、可携带、可长时间佩戴等优点，被越来越多地应用于临床。通过系统收集腕手矫形器对脑卒中后手功能障碍患者影响的随机对照试验，扩大样本量，此次 Meta 分析纳入 8 篇文献，共 305 例患者，结果表明腕手矫形器能够降低脑卒中后手功能障碍患者腕手关节肌张力，改善患者手运动功能，提高患者日常生活活动能力，但对患者握力无明显改善。与既往研究相比^[9]，此次研究的增量贡献在于：纳入动态腕手矫形器的长期干预效果分析（如干预 12 周的数据）；系统探讨干预时间、脑卒中病程与矫形器种类的作用，为临床个性化选择提供依据；结合最小临床重要差异评估临床意义，弥补了既往研究仅关注统计学差异的不足。

根据结构及功能的不同，可将腕手矫形器分为静态腕手矫形器和动态腕手矫形器两种类型。常见的静态腕手矫形器包括分支板、手托、前臂托，具有制作简单、使用方便等优点；动态腕手矫形器多在静态腕手矫形器的基础之上改良而来，保留了静态矫形器的功能，同时还能够辅助患者进



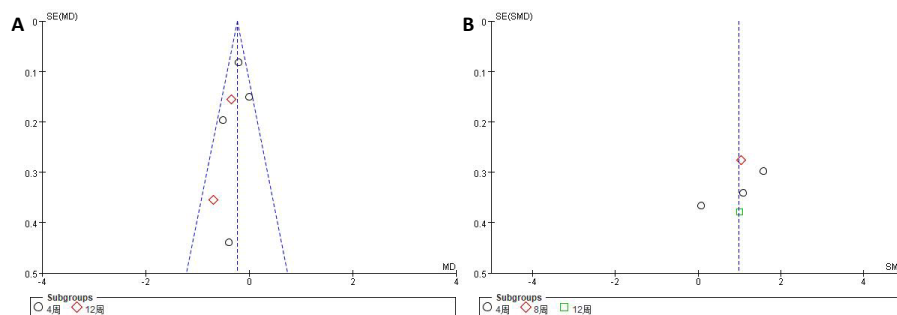
图注：试验组采用腕手矫形器和常规康复治疗，对照组采用常规康复治疗。试验组佩戴静态腕手矫形器的改良 Barthel 指数量表评分高于对照组，佩戴动态腕手矫形器的改良 Barthel 指数量表评分与对照组比较差异无显著性意义。

图 10 | 两组患者改良 Barthel 指数量表评分比较的森林图 (矫形器种类亚组分析)



图注：试验组采用腕手矫形器和常规康复治疗，对照组采用常规康复治疗。两组患者握力比较无明显差异。

图 11 | 两组患者握力比较的森林图



图注：图 A 为改良 Ashworth 量表发表偏倚漏斗图；B 为 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表发表偏倚漏斗图。

图 12 | 改良 Ashworth 量表和 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表的漏斗图

行手部抓握、侧捏、对指等手部关节活动训练，经常配合其他治疗方法一起使用^[28-29]。腕手矫形器通过外力纠正腕关节、手指关节的异常运动模式将拇指关节固定于最大外展位，使拇指关节和其他四指关节同时处于同一水平，可以充分牵拉腕指屈肌群，使亢进的牵张反射活动降低，从而降低肌张力；能够拉伸挛缩的软组织，改善腕关节周围软组织的伸展性，加速局部血液和淋巴循环，进而增加或恢复关节的活动范围，促进腕关节的背伸，诱发手部分离运动；能够固定手腕、手掌和手指的位置，给予一定的支撑和保护，降低异常肌张力，预防

关节挛缩，避免关节畸形，促进肌肉之间协调性，增强手部动作的灵活性和力量，促进上肢运动功能恢复，从而提高患者的日常生活能力^[30-34]。静态与动态腕手矫形器的工作原理和疗效存在显著差异，静态腕手矫形器：通过固定关节降低肌张力，适用于痉挛控制；动态腕手矫形器：辅助主动抓握和功能训练，更适合运动功能恢复^[35-36]。由于两类矫形器的干预机制不同，未来 Meta 分析需分别进行亚组分析，以明确其适用人群。

手的大部分功能与屈肌运动有关，如抓握、侧捏、操纵物体^[37]。腕手关节屈肌痉挛阻碍腕关节背伸和手

指伸展，抑制伸肌自主活动，是造成抓握、捏等手部活动受限的主要原因，限制了手部功能的发挥^[38-40]。因此，降低脑卒中患者腕手关节屈肌张力是提高手运动功能的关键。此次研究探讨了腕手矫形器对脑卒中后手功能障碍患者肌张力和运动功能的影响，结果显示试验组患者改良 Ashworth 评分低于对照组，Fugl-Meyer 上肢运动功能量表评分、改良 Barthel 指数量表评分高于对照组，提示腕手矫形器能够降低脑卒中后手功能障碍患者的腕手关节肌张力，改善患者手运动功能，提高患者日常生活活动能力，这一结果与黄崧华等^[41]和龙耀斌^[42]研究结果一致。尽管改良 Ashworth 评分降低 0.24 分具有统计学意义，但需结合最小临床重要差异 (MCID) 评估其实际价值。根据 BOHANNON 等^[43]研究，改良 Ashworth 评分的最小临床重要差异为 0.5 分，此次研究结果 (0.24 分) 未达到该阈值，表明腕手矫形器对肌张力的改善可能未产生显著的临床获益，需进一步探讨其实际应用价值。对于脑卒中后手功能障碍患者使用多长时间腕手矫形器以取得最佳收益，是值得探索的。此次研究将干预时间进行亚组分析，结果显示试验组干预 4、12 周的改良 Ashworth 评分均低于对照组，提示腕手矫形器对脑卒中后手功能障碍患者降低肌张力具有持续效应；干预 4、8、12 周的 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表评分均高于对照组，提示腕手矫形器对脑卒中后手功能障碍患者提高上肢运动功能具有持续效应。以上结果表明，适当延长腕手矫形器佩戴时间能够增加患者取得的收益。

针对 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表评分、Barthel 指数两项指标异质性较高，以脑卒中病程 (急性 / 慢性)、矫形器种类 (静态 / 动态) 进行亚组分析探索异质性来源。对于 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表评分，结果表明：腕手矫形器对脑卒中后手功能障碍患者手运动功能改善更有效，尤其在急性期使用静态腕手矫形器时效果显著，而慢性期或动态腕手矫形器应用

优势不明显。对于改良 Barthel 指数,结果表明:腕手矫形器能够改善脑卒中后手功能障碍患者日常生活活动能力,尤其在急性期使用静态腕手矫形器时效果显著,而慢性期或动态腕手矫形器应用优势不突出。结合亚组分析结果,临床实践建议如下:脑卒中后手功能障碍患者急性期应尽早使用静态腕手矫形器,每日佩戴 4-6 h、持续至少 12 周以优化疗效,慢性期患者可结合康复目标调整方案。

此次研究也对握力进行了分析,结果显示两组患者握力比较差异无显著性意义 [$MD=-0.89$, $95\%CI(-5.37, 3.58)$, $P=0.70$], 提示腕手矫形器对脑卒中后手功能障碍患者手部握力无明显改善,这一结果与 LANNIN 等^[9]和 ELISABETH 等^[12]的研究不一致,分析可能原因包括:①测量工具差异,部分研究使用握力计,而另一些采用功能任务评估握力;②干预时间不足,纳入研究的干预时间多为 4-12 周,可能不足以观察握力的长期变化;③矫形器类型差异,动态矫形器可能更有利于功能性抓握,但该研究中纳入样本量较小,仅有 2 篇文献,并且不同动态腕手矫形器之间也存在差异。未来需要更多高质量、大样本的研究,并通过对矫形器的种类、干预时间、干预时机等因素进行更深层次探讨,进一步评估腕手矫形器改善脑卒中后手功能障碍患者握力的疗效。

此次 Meta 分析存在一定局限性:①仅检索了公开发表的中英文文献,缺乏对灰色文献的检索;②共纳入 8 篇文献,数量较少且样本量较小,方法学质量有待提高;③纳入文献的脑卒中患者病程、脑卒中类型、损伤程度、腕手矫形器种类、干预时间等均有差异,存在一定程度的异质性;④纳入文献数量较少,缺乏大样本、多中心研究结果,未来需要大样本、高质量的随机对照试验进一步证实此结论,并细化不同种类腕手矫形器应用的人群、干预时间、干预强度、结局指标等;⑤研究的纳入文献普遍未提及对受试者及干预者的盲法实施,这可能引入实施偏倚。例如,改良 Ash-

worth 评分作为主观评估指标易受评估者主观判断的影响。盲法的缺失可能高估干预效果,尤其是在动态矫形器的使用中,患者和干预者可能因预期效应而影响结果。

综上所述,腕手矫形器能够降低脑卒中后手功能障碍患者腕手关节的肌张力,改善患者手运动功能,提高患者日常生活活动能力,但对患者握力无明显改善。需注意的是,此次研究总样本量仅 305 例且部分指标(如握力)仅纳入 2 篇文献,统计效力不足,因此,结论的推广需谨慎,未来需更多大样本、高质量的随机对照试验来验证上述发现。

作者贡献: 高峰进行实验设计,实验实施为高峰、张俊,实验评估为刘永富,资料收集为余文君、胡雨婷,张俊、单于玉婧成文,王俊华、赵乐审核。

利益冲突: 文章的全部作者声明,在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。

开放获取声明: 这是一篇开放获取文章,根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享 4.0”条款,在合理引用的情况下,允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展,同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献,并为之建立索引,用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

版权转让: 文章出版前全体作者与编辑部签署了文章版权转让协议。

出版规范: 该文章撰写遵守国际医学期刊编辑委员会《系统综述和荟萃分析报告规范》(PRISMA 指南)。文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行 3 次查重。文章经小同行外审专家双盲外审,同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

4 参考文献 References

- [1] FEIGIN VL, BRAININ M, NORRVING B, et al. World Stroke Organization (WSO): Global Stroke Fact Sheet 2022. *Int J Stroke*. 2022; 17(1):18-29.
- [2] LAWRENCE ES, COSHALL C, DUNDAS R, et al. Estimates of the prevalence of acute stroke impairments and disability in a multiethnic population. *Stroke*. 2001;32(6):1279-1284.
- [3] ARWERT H, SCHUT S, BOITEN J, et al. Patient reported outcomes of hand function three years after stroke. *Top Stroke Rehabil*. 2018;25(1):13-19.

- [4] BAGHI R, KIM D, KOH K, et al. Characterization of the influence of the dominant tract on hand closing post stroke based on the Fugl-Meyer score. *Sci Rep*. 2023;13(1):2611.
- [5] NAM HU, HUH JS, YOO JN, et al. Effect of Dominant Hand Paralysis on Quality of Life in Patients With Subacute Stroke. *Ann Rehabil Med*. 2014;38(4):450-457.
- [6] 贾杰. “中枢-外周-中枢”闭环康复:脑卒中后手功能康复新理念[J]. *中国康复医学杂志*, 2016,31(11):1180-1182.
- [7] 贾杰. 脑卒中上肢康复:手脑感知与手脑运动[J]. *中国康复医学杂志*, 2020,35(4):385-389.
- [8] TANG Q, LI G, LIU T, et al. Modulation of interhemispheric activation balance in motor-related areas of stroke patients with motor recovery: Systematic review and meta-analysis of fMRI studies. *Neurosci Biobehav Rev*. 2015:392-400. doi: 10.1016/j.neubiorev.2015.09.003.
- [9] LANNIN NA, CUSICK A, HILLS C, et al. Upper limb motor training using a Saebo™ orthosis is feasible for increasing task-specific practice in hospital after stroke. *Aust Occup Ther J*. 2016;63(6):364-372.
- [10] GUO Z, ZHOU S, JI K, et al. Corticomuscular integrated representation of voluntary motor effort in robotic control for wrist-hand rehabilitation after stroke. *J Neural Eng*. 2022;19(2). doi:10.1088/1741-2552/ac5757.
- [11] 杨名珍, 黄崧华, 白玉龙. 动态腕手矫形器应用于慢性期脑卒中患者上肢及手功能康复的疗效[J]. *中国康复理论与实践*, 2019,25(11):1361-1364.
- [12] ELISABETH B, DANIELE K, FINCKH A, et al. Neutral functional realignment orthosis prevents hand pain in patients with subacute stroke: a randomized trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89(10):1857-1862.
- [13] 中华医学会神经病学分会脑血管病学组急性缺血性脑卒中诊治指南撰写组. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2010[J]. *中国临床医生*, 2011,2(3):50-59.
- [14] CUMPTON M, LI T, PAGE MJ, et al. Updated guidance for trusted systematic reviews: a new edition of the Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;10(10):ED142.
- [15] BARRY JG, ROSS SA, WOEHRLER J. Therapy incorporating a dynamic wrist-hand orthosis versus manual assistance in chronic stroke: A pilot study. *J Neurol Phys Ther*. 2012; 36(1):17-24.

- [16] 宝金才, 陈晔, 陈晓亮. 分指板结合康复治疗对脑卒中后手指痉挛的影响 [J]. 医药前沿, 2012(32):96.
- [17] 刘维红. 手部矫形器分指板对脑卒中早期患者手功能恢复的影响 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2014,36(5):399-400.
- [18] 张超, 刘璇, 何斌. 前臂掌侧腕手矫形器应用于脑卒中急性期的康复疗效 [J]. 中国康复, 2016,31(2):156-157.
- [19] 张晶晶, 任钰, 刘玲, 等. 手休息位支具在脑卒中急性期手功能恢复中的效果研究 [J]. 中国康复, 2018, 33(1):71-73.
- [20] 李辉, 史岩, 傅建明, 等. 腕手矫形器对早期脑卒中患者上肢及手功能的影响 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2019,41(2):148-149.
- [21] 朱海波, 郭艳萍, 杨占宇, 等. 动态腕手矫形器辅助下的动作观察疗法训练对脑卒中患者手功能的影响 [J]. 中华脑科疾病与康复杂志 (电子版), 2020,10(6):361-364.
- [22] WONG Y, LI CJ, ADA L, et al. Upper Limb Training with a Dynamic Hand Orthosis in Early Subacute Stroke: A Pilot Randomized Trial. *J Rehabil Med.* 2022;54:jrm00279.
- [23] 凌骏麒, 蒋留军, 白玉龙. 腕-手矫形器在脑卒中患者手功能障碍康复治疗中的应用研究进展 [J]. 上海医药, 2023, 44(13):48-51+109.
- [24] KIM T, SALAZAR FAJARDO JC, JANG H, et al. Effect of optimized transcranial direct current stimulation on motor cortex activation in patients with sub-acute or chronic stroke: a study protocol for a single-blinded cross-over randomized control trial. *Front Neurosci.* 2023;17:1328727.
- [25] YANG Z, QIAO L, HE J, et al. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation combined with functional electrical stimulation on hand function of stroke: A randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation.* 2022;51(2):283-289.
- [26] MA ZZ, WU JJ, CAO Z, et al. Motor imagery-based brain-computer interface rehabilitation programs enhance upper extremity performance and cortical activation in stroke patients. *J Neuroeng Rehabil.* 2024;21(1):91.
- [27] LI Y, LIAN Y, CHEN X, et al. Effect of task-oriented training assisted by force feedback hand rehabilitation robot on finger grasping function in stroke patients with hemiplegia: a randomised controlled trial. *J Neuroeng Rehabil.* 2024;21(1):77.
- [28] PETERS HT, PAGE SJ, PERSCH A. Giving Them a Hand: Wearing a Myoelectric Elbow-Wrist-Hand Orthosis Reduces Upper Extremity Impairment in Chronic Stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2017;98(9):1821-1827.
- [29] WONG Y, ADA L, MÅNUM G, et al. Upper limb practice with a dynamic hand orthosis to improve arm and hand function in people after stroke: a feasibility study. *Pilot Feasibility Stud.* 2023;9(1):132.
- [30] CHOO YJ, BOUDIER-REVÉRET M, CHANG MC. 3D printing technology applied to orthosis manufacturing: narrative review. *Ann Palliat Med.* 2020;9(6):4262-4270.
- [31] BADINI S, REGONDI S, LAMMI C, et al. Computational Mechanics of Form-Fitting 3D-Printed Lattice-Based Wrist-Hand Orthosis for Motor Neuron Disease. *Biomedicines.* 2023;11(7):1787.
- [32] SAHOO S, MOHANTY RK, MOHAPATRA J, et al. Efficacy of extension wrist hand orthosis on pain, grip strength and electromyographic activities in lateral epicondylitis: A randomized single-blind clinical trial. *J Hand Ther.* 2023;36(4):796-804.
- [33] WINDT J, AKKERMAN W, HOFSTRA M, et al. Reduced pain and improved daily activities for individuals with hand osteoarthritis using a silicone wrist hand orthosis. *J Hand Ther.* 2023;36(3):669-677.
- [34] TAN X, CHEN W, CAO J, et al. A preliminary study to identify data needs for improving fit of hand and wrist orthosis using verbal protocol analysis. *Ergonomics.* 2021;64(2):259-272.
- [35] MOHAMMED MEERAN RA, DURAIRAJ V, SEKARAN P, et al. Assistive technologies, including orthotic devices, for the management of contractures in adults after a stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2024;9(9):CD010779.
- [36] LEDOUX ED, KUMAR NS, BARTH EJ. Design, modeling, and preliminary evaluation of a simple wrist-hand stretching orthosis for neurologically impaired patients. *Wearable Technol.* 2024;5:e19.
- [37] LANGER D, HORWITZ A, MELCHIOR H, et al. Understanding the implications of hand impairments in light of the International Classification of Function model. *J Hand Ther.* 2025;38(1):122-128.
- [38] ISRAELY S, LEISMAN G, CARMELI E. Improvement in arm and hand function after a stroke with task-oriented training. *BMJ Case Rep.* 2017;2017:bcr2017219250.
- [39] HAYWARD KS, BERNHARDT J. Aspiring to restore arm and hand function after stroke. *Lancet Neurol.* 2023;22(6):464-465.
- [40] MAREK K, OLEJNICZAK A, MILLER E, et al. Novel Robotic Balloon-Based Device for Wrist-Extension Therapy of Hemiparesis Stroke Patients. *Sensors (Basel).* 2025; 25(5):1360.
- [41] 黄崧华, 凌骏麒, 高天昊, 等. 动态腕手矫形器结合改良强制性运动疗法对脑卒中偏瘫患者上肢和手功能障碍的效果 [J]. 中国康复理论与实践, 2024,30(5):606-612.
- [42] 龙耀斌. 配戴腕手矫形器进行爬行训练对脑卒中患者偏瘫上肢功能的影响 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2007,29(5):331-333.
- [43] BOHANNON RW, SMITH MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther.* 1987;67(2):206-207.

(责任编辑: 关伟, 邱杨, 张楠)