

· 脑卒中康复 ·

上肢康复机器人辅助训练对脑卒中后单侧空间忽略患者影响的 Meta 分析

扫描二维码
查看更多徐淑娴¹, 刘凡¹, 王芳², 陈璐²

作者单位: 1.210008江苏省南京市, 江苏大学鼓楼临床医学院 2.210008江苏省南京市, 南京大学医学院附属鼓楼医院神经外科

通信作者: 陈璐, E-mail: gycc2011@126.com

【摘要】 目的 系统评价上肢康复机器人辅助训练对脑卒中后单侧空间忽略(USN)患者的影响。方法 计算机检索中国生物医学文献数据库、中国知网、维普网、万方数据知识服务平台、中国临床试验注册中心、Web of Science、PubMed、Cochrane Library、Embase、CINAHL、Scopus和Clinical Trials数据库公开发表的关于上肢康复机器人辅助训练治疗脑卒中后USN患者的随机对照试验(对照组实施常规治疗/综合康复训练/低频重复经颅磁刺激, 试验组实施上肢康复机器人辅助训练或在对照组基础上实施上肢康复机器人辅助训练)。检索时限为建库至2024年1月。提取纳入文献的资料, 使用RevMan 5.4.1软件进行Meta分析。结果 共纳入6篇文献, 共188例脑卒中后USN患者。Meta分析结果显示, 干预后试验组凯瑟林-波哥量表(CBS)评分低于对照组[均数差(MD)=-1.67, 95%CI(-3.06~-0.28), P=0.02]。以干预时间进行亚组分析, 结果显示, 干预时间<4周时, 干预后两组CBS评分比较, 差异无统计学意义[MD=-0.55, 95%CI(-3.27~2.17), P=0.69]; 干预时间≥4周时, 干预后试验组CBS评分低于对照组[MD=-2.59, 95%CI(-3.20~-1.98), P<0.000 01]。干预后两组二等分线段测验(LBT)评分比较, 差异无统计学意义[标准化均数差(SMD)=-1.22, 95%CI(-2.54~0.10), P=0.07]。干预后试验组肢体功能评分[SMD=0.85, 95%CI(0.43~1.28), P<0.000 1]和改良Barthel指数[SMD=0.52, 95%CI(0.21~0.82), P=0.000 9]均高于对照组。结论 现有证据显示, 上肢康复机器人辅助训练能够减轻脑卒中后USN患者USN严重程度, 改善肢体功能和提高日常生活活动能力, 但对患者视觉忽略效果尚不明确。

【关键词】 卒中; 单侧空间忽略; 上肢康复机器人; Meta分析**【中图分类号】** R 743 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2024.00.075**Effect of Upper Limb Rehabilitation Robot-Assisted Training on Patients with Unilateral Spatial Neglect after Stroke: a Meta-analysis**XU Shuxian¹, LIU Fan¹, WANG Fang², CHEN Lu²

1.Nanjing Drum Tower Hospital Clinical College of Jiangsu University, Nanjing 210008, China

2.Department of Neurosurgery, Nanjing Drum Tower Hospital, the Affiliated Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing 210008, China

Corresponding author: CHEN Lu, E-mail: gycc2011@126.com

【Abstract】 Objective To systematically evaluate the effect of upper limb rehabilitation robot-assisted training on patients with unilateral spatial neglect (USN) after stroke. **Methods** Databases including the CBM, CNKI, VIP, Wanfang Data, Chinese Clinical Trial Registry, Web of Science, PubMed, Cochrane Library, Embase, CINAHL, Scopus and Clinical Trials were retrieved to search for randomized controlled trials on upper limb rehabilitation robot-assisted training treating patients with USN after stroke. The control group received routine treatment/comprehensive rehabilitation training/repetitive transcranial magnetic stimulation, the experimental group received upper limb rehabilitation robot-assisted training or upper limb rehabilitation robot-assisted training on the basis of the control group. The search period was from inception of database to January 2024. The data of the included literature were extracted, RevMan 5.4.1 software was used for meta-analysis. **Results** A total of 6 articles were included, and involving 188 patients with USN after stroke. Meta-analysis results showed that, after intervention, the Catherine Bergego Scale (CBS) score in experimental group was lower than that in control group [mean difference (MD) = -1.67, 95%CI (-3.06~-0.28), P=0.02]. Subgroup analysis based on intervention duration indicated that when the intervention duration was less than 4 weeks, after intervention, there was no statistically significant difference in CBS score between the two groups [MD=

-0.55, 95%CI (-3.27-2.17), $P=0.69$]; when the intervention duration was equal to or exceeded 4 weeks, after intervention, the CBS score in experimental group was lower than that in control group [$MD=-2.59$, 95%CI (-3.20-1.98), $P < 0.000 01$]. After intervention, there was no statistically significant difference in Line Bisection Test (LBT) score between the two groups [standard mean difference (SMD) = -1.22, 95%CI (-2.54-0.10), $P=0.07$]. After intervention, the limb function score [SMD=0.85, 95%CI (0.43-1.28), $P < 0.000 1$] and modified Barthel Index [SMD=0.52, 95%CI (0.21-0.82), $P=0.000 9$] in experimental group were higher than those in control group. **Conclusion** The available evidence shows that upper limb rehabilitation robot-assisted training can reduce the severity of USN and improve limb function and activities of daily living in patients with USN after stroke, but its effect on visual neglect is still unclear.

【Key words】 Stroke; Unilateral spatial neglect; Upper limb rehabilitation robot; Meta-analysis

单侧空间忽略 (unilateral spatial neglect, USN) 是一种对大脑半球病变对侧 (忽略侧) 信息处理功能缺陷的行为认知障碍, 主要表现为在没有其他任何运动和感觉障碍的情况下, 患者对忽略侧各种视觉、听觉、触觉等刺激不能察觉或正确反应^[1]。脑卒中后USN早期发生率约为30%, 其中发病后3个月仍有2/3的患者遗留USN^[2-3]。USN不仅影响患者日常生活独立性, 造成患者跌倒和残疾风险增加, 还会延长住院时间, 加重家庭经济负担^[4]。目前USN常用的康复治疗方法包括视觉扫描训练、约束运动诱导疗法、棱镜适应和重复经颅磁刺激等, 但其主要针对视觉、运动、空间表象或感觉等单方面忽略症状, 且疗效有限, 缺乏趣味性^[5-7]。上肢康复机器人是近年来应用于脑卒中康复领域的新兴技术, 其可以在生动有趣的虚拟游戏中辅助患者完成康复训练以改善上肢功能, 也可利用各种传感设备实时记录患者的康复数据, 为量化康复评估、优化康复方案提供数据支持^[8]。目前上肢康复机器人辅助训练对脑卒中后USN患者干预效果的随机对照试验结论尚不一致。PARK^[9]研究发现, 与常规治疗相比, 上肢康复机器人辅助训练对脑卒中后USN患者忽略症状的改善效果更为显著; 而CHOI等^[10]研究发现, 常规治疗与上肢康复机器人辅助训练+常规治疗对脑卒中后USN患者的疗效相似。现有Meta分析结果表明, 上肢康复机器人辅助训练对脑卒中后USN患者肢体功能、日常生活活动能力和视觉忽略方面无明显影响^[11], 但该Meta分析纳入文献数量较少, 且纳入人类试验研究可能使结果存在偏倚。因此, 本研究采用Meta分析方法探讨上肢康复机器人辅助训练对脑卒中后USN患者的影响, 旨在为临床更规范地应用上肢康复机器人辅助训练提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 文献纳入与排除标准

纳入标准: (1) 研究类型: 随机对照试验; (2) 研究对象: 经颅脑CT或MRI检查确诊为脑卒中, 通过USN相关评估量表并结合临床症状综合诊断为USN; (3) 干预措施: 对照组实施常规治疗/综合康复训练/低频重复经颅磁刺激等, 试验组实施上肢康复机器人辅助训练或在对照组基础上实施上肢康复机器人辅助训练; (4) 结局指标: USN相关评估量表评分、肢体功能、日常生活活动能力; (5) 语种: 中、英文。排除标准: (1) 仅有摘要或无法获取全文的文献; (2) 重复发表文献; (3) 综述、Meta分析、会议论文及病例报道等; (4) 不能提取有效数据的文献; (5) 文献质量

评价为C级的文献。

1.2 文献检索策略

计算机检索中国生物医学文献数据库、中国知网、维普网、万方数据知识服务平台、中国临床试验注册中心、Web of Science、PubMed、Cochrane Library、Embase、CINAHL、Scopus和Clinical Trials等数据库公开发表的关于上肢康复机器人辅助训练治疗脑卒中后USN患者的随机对照试验。检索时限为建库至2024年1月。检索方式为主题词和自由词相结合, 中文检索词包括: “脑卒中/脑栓塞/脑梗死/脑出血” “知觉障碍/单侧空间忽略/空间忽视症” “上肢/前臂” 和 “机器人” 等。英文检索词包括: “stroke/brain ischemia/brain infarction/intracranial hemorrhages” “perceptual disorders/unilateral spatial neglect/spatial neglect” “upper limb/hand” 和 “robot/robotics” 等。通过溯源法追溯参考文献。

1.3 文献筛选与资料提取

由两名研究人员独立进行文献筛选与资料提取, 首先阅读文献题目与摘要进行初筛, 再阅读全文进行复筛, 提取相关资料并交叉核对, 意见不一致时先协商, 若仍不能达成一致意见, 则由第3名研究人员协助判断。使用自制电子表格提取资料, 包括第一作者、发表年份、国家、样本量、年龄、干预措施、干预频率、干预时间、结局指标。若提取数据为中位数和四分位数间距, 则采用罗德惠等^[12]开发的数据转换器转换为 ($\bar{x} \pm s$) 形式。

1.4 文献质量评价

文献质量评价采用Cochrane手册5.1.0推荐的随机对照试验偏倚风险评价工具^[13], 该工具包括随机序列的产生、分配隐藏、受试者或干预者和结局评估者盲法、结局指标数据的完整性、选择性报告研究结果和其他偏倚7个条目, 研究者对每个条目做出“低风险”“高风险”“不清楚”的判断。文献质量分为3个等级: 所有条目偏倚风险均为“低风险”记为A级; 部分条目偏倚风险为“高风险”记为B级; 所有条目偏倚风险为“高风险”记为C级。

1.5 统计学方法

采用RevMan 5.4.1软件进行Meta分析。单位不相同的计量资料采用标准化均数差 (standard mean difference, SMD) 及其95%CI表示, 单位相同的计量资料采用均数差 (mean difference, MD) 及其95%CI表示。采用Q检验和I²值评估纳入文献的统计学异质性, 若 $P > 0.1$ 且 $I^2 < 50\%$ 表明各文献间不存在统计学异质性, 采用固定效应模型进行Meta分析; 若 $P \leq 0.1$

或 $I^2 \geq 50\%$ 表明各文献间存在统计学异质性,采用随机效应模型进行Meta分析;采用亚组分析探讨异质性的来源。采取逐一剔除法进行敏感性分析;采用Egger's检验评估发表偏倚。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 文献筛选结果

初步检索文献1 309篇,剔除重复文献271篇;阅读题目、摘要后进行初筛,剔除972篇;阅读全文进行复筛,剔除60篇,最终纳入Meta分析的文献6篇^[9-10, 14-17]。文献筛选流程见图1。

2.2 纳入文献的基本特征及质量评价

纳入的6篇文献^[9-10, 14-17]中,3篇文献^[14-16]来源于中国,3篇文献^[9-10, 17]来源于韩国,总计188例脑卒中后USN患者,其中对照组88例、试验组100例。纳入文献的基本特征见表1。纳入的6篇文献^[9-10, 14-17]中,2篇文献^[10, 15]未详细描述随机序列的产生,仅有3篇文献^[9, 16-17]提及分配隐藏的方法,4篇文献^[9-10, 16-17]提及盲法,6篇文献^[9-10, 14-17]结局指标数据均完整、无选择性报告研究结果、其他偏倚不清楚,质量评价均为B级,见表2。

2.3 Meta分析结果

2.3.1 凯瑟林-波哥量表(Catherine Bergego Scale, CBS)评分
5篇文献^[9-10, 14, 16-17]评估了上肢康复机器人辅助训练对

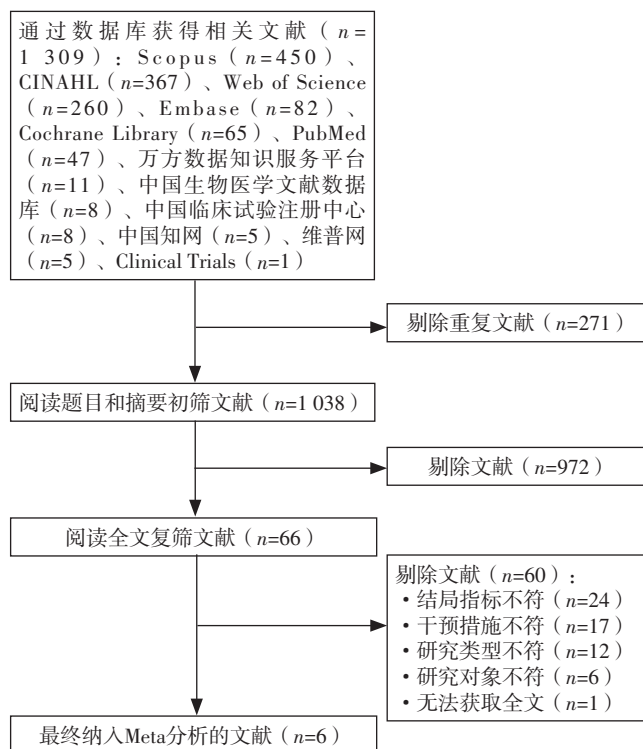


图1 文献筛选流程

Figure 1 Literature screening process

表1 纳入文献的基本特征
Table 1 Basic features of the involved literature

第一作者	发表年份	国家	样本量(例)		年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)		干预措施		干预频率	干预时间(周)	结局指标
			试验组	对照组	试验组	对照组	试验组	对照组			
PARK ^[9]	2021	韩国	12	12	69.08 ± 4.71	71.58 ± 3.17	上肢康复机器人辅助训练	常规治疗	30 min/次, 1次/d, 5 d/周	4	①②
CHOI ^[10]	2016	韩国	20	18	60.75 ± 12.54	63.17 ± 11.12	上肢康复机器人辅助训练+常规治疗	常规治疗	30 min/次, 1次/d, 5 d/周	3	①②⑤
顾琦 ^[14]	2020	中国	23	23	62.09 ± 10.75	59.57 ± 11.08	上肢康复机器人辅助训练+常规治疗	常规治疗	20 min/次, 1次/d, 5 d/周	9	①④⑤
梁天佳 ^[15]	2012	中国	15	15	57.12 ± 10.68	55.16 ± 11.73	上肢康复机器人辅助训练+常规治疗+综合康复训练	常规治疗+综合康复训练	30 min/次, 1次/d, 5 d/周	8	③⑤
CHEN ^[16]	2021	中国	10	10	46.20 ± 7.02	48.60 ± 9.95	上肢康复机器人辅助训练+常规治疗	常规治疗+综合康复训练	45 min/次, 1次/d, 5 d/周	4	①④⑤
KIM ^[17]	2018	韩国	机器人组: 10; 联合组: 10	10	机器人组: 70.3 ± 9.6; 联合组: 62.5 ± 16.5	66.6 ± 12.2	机器人组: 上肢康复机器人辅助训练。联合组: 上肢康复机器人辅助训练+磁刺激	低频重复经颅磁刺激	机器人组: 20 min/次, 1次/d, 5 d/周; 联合组: 40 min/次, 1次/d, 5 d/周	2	①②⑤

注: ①为凯瑟林-波哥量表(CBS)评分, ②为二等分线段测验(LBT)评分, ③为Fugl-Meyer运动功能评估量表(FMA)评分, ④为Fugl-Meyer运动功能评估量表上肢部分(FMA-UE)评分, ⑤为改良Barthel指数(mBI)。

表2 纳入文献的质量评价
Table 2 Quality evaluation of the involved literature

第一作者	随机序列的产生	分配隐藏	盲法		结局指标数据的完整性	选择性报告研究结果	其他偏倚	质量评价
			受试者或干预者	结局评估者				
PARK ^[9]	低风险	低风险	低风险	不清楚	低风险	低风险	不清楚	B级
CHOI ^[10]	不清楚	不清楚	不清楚	低风险	低风险	低风险	不清楚	B级
顾琦 ^[14]	低风险	不清楚	不清楚	不清楚	低风险	低风险	不清楚	B级
梁天佳 ^[15]	不清楚	不清楚	不清楚	不清楚	低风险	低风险	不清楚	B级
CHEN ^[16]	低风险	低风险	不清楚	低风险	低风险	低风险	不清楚	B级
KIM ^[17]	低风险	低风险	不清楚	低风险	低风险	低风险	不清楚	B级

脑卒中后USN患者CBS评分的影响，共纳入158例患者，各文献间有统计学异质性 ($P=0.06, I^2=52%$)，采用随机效应模型进行Meta分析，结果显示，干预后试验组CBS评分低于对照组，差异有统计学意义 [$MD=-1.67, 95\%CI (-3.06 \sim -0.28)$]，见图2。以干预时间进行亚组分析，结果显示，干预时间 <4 周时，干预后两组CBS评分比较，差异无统计学意义 [$MD=-0.55, 95\%CI (-3.27 \sim 2.17)$]， $P=0.69$]；干预时间 ≥ 4 周时，干预后试验组CBS评分低于对照组，差异有统计学意义 [$MD=-2.59, 95\%CI (-3.20 \sim -1.98)$]， $P<0.00001$]，见图3。

2.3.2 二等分线段测验 (Line Bisection Test, LBT) 评分

3篇文献^[9-10, 17]评估了上肢康复机器人辅助训练对脑卒中后USN患者LBT评分的影响，共纳入92例患者，各文献间有统计学异质性 ($P<0.0001, I^2=88%$)，采用随机效应模型进行Meta分析，结果显示，干预后两组LBT评分比较，差异无统计学意义 [$SMD=-1.22, 95\%CI (-2.54 \sim 0.10)$]， $P=0.07$]，见图4。

2.3.3 肢体功能

3篇文献^[14-16]评估了上肢康复机器人辅助训练对脑卒中后USN患者肢体功能评分 (包括Fugl-Meyer运动功能评估量表、

Fugl-Meyer运动功能评估量表上肢部分评分)的影响，共纳入96例患者，各文献间无统计学异质性 ($P=0.23, I^2=33%$)，采用固定效应模型进行Meta分析，结果显示，干预后试验组肢体功能评分高于对照组，差异有统计学意义 [$SMD=0.85, 95\%CI (0.43 \sim 1.28)$]， $P<0.0001$]，见图5。

2.3.4 改良Barthel指数 (modified Barthel Index, mBI)

5篇文献^[10, 14-17]评估了上肢康复机器人辅助训练对脑卒中后USN患者mBI的影响，共纳入164例患者，各文献间无统计学异质性 ($P=0.44, I^2=0$)，采用固定效应模型进行Meta分析，结果显示，干预后试验组mBI高于对照组，差异有统计学意义 [$SMD=0.52, 95\%CI (0.21 \sim 0.82)$]， $P=0.0009$]，见图6。

2.4 敏感性分析

对纳入CBS评分、LBT评分的文献采取逐一剔除法进行敏感性分析，结果显示，剔除单篇文献后各合并效应量未发生差异性改变，说明Meta分析结果基本稳健可靠，见图7~8。

2.5 发表偏倚

Egger's检验结果显示，纳入CBS评分、LBT评分、肢体功能评分、mBI的文献存在发表偏倚的可能性均较小 (t 值分别为1.47、3.10、0.73、0.09， P 值分别为0.217、0.090、0.597、0.935)。

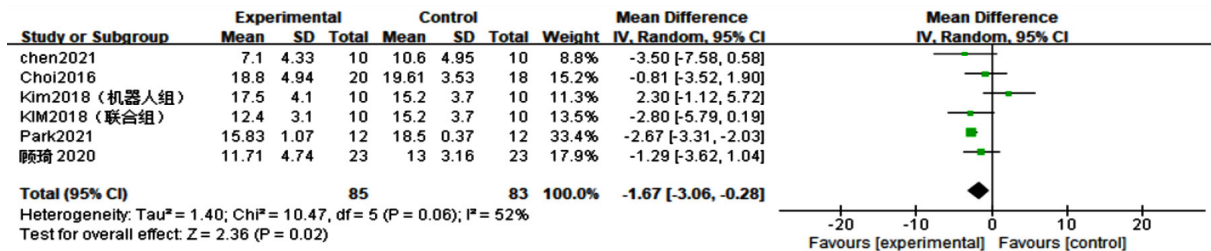


图2 试验组与对照组脑卒中后USN患者干预后CBS评分比较的森林图

Figure 2 Forest plot of comparison of CBS score of patients with USN after stroke between experimental group and control group after treatment

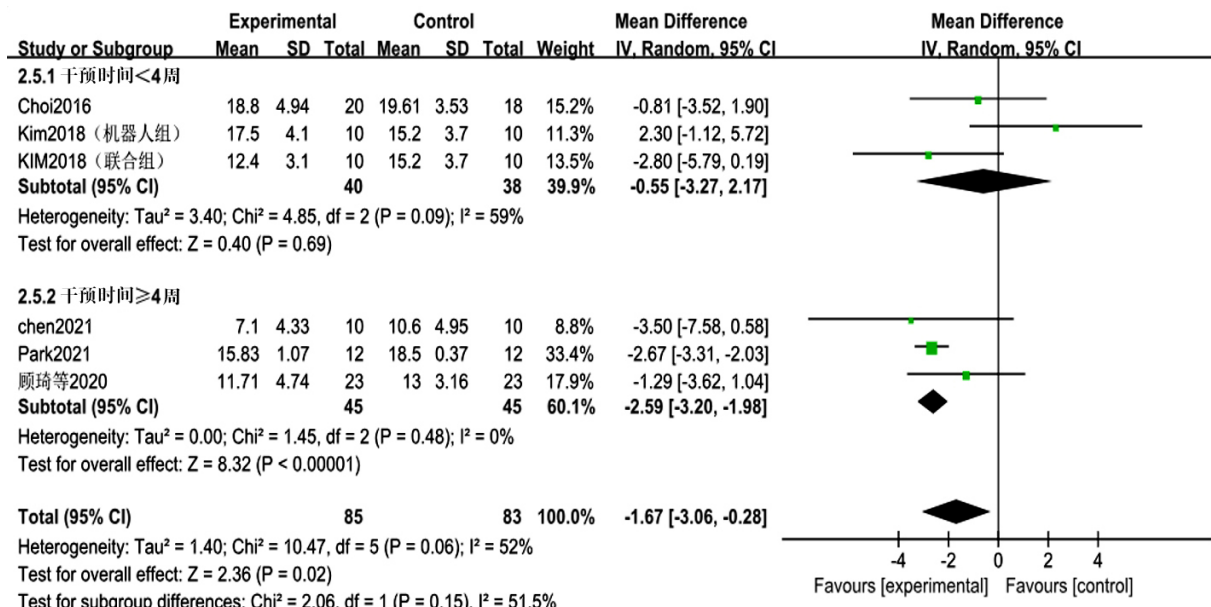


图3 试验组与对照组脑卒中后USN患者干预后CBS评分比较亚组分析的森林图

Figure 3 Forest plot of subgroup analysis for comparison of CBS score of patients with USN after stroke between experimental group and control group after treatment

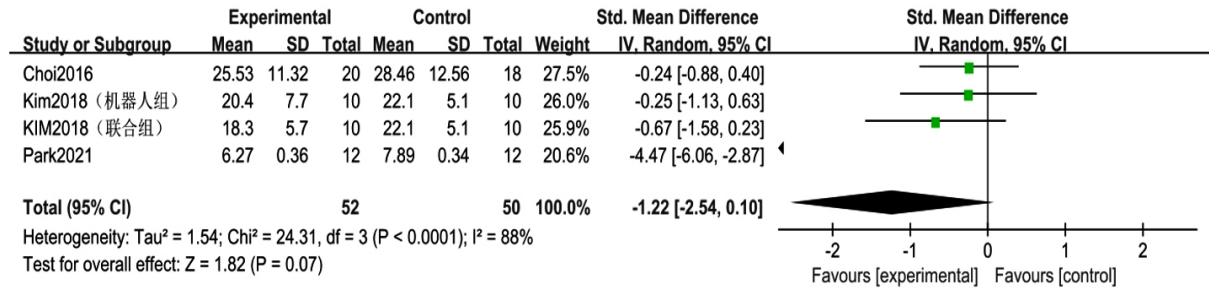


图4 试验组与对照组脑卒中后USN患者干预后LBT评分比较的森林图

Figure 4 Forest plot of comparison of LBT score of patients with USN after stroke between experimental group and control group after treatment

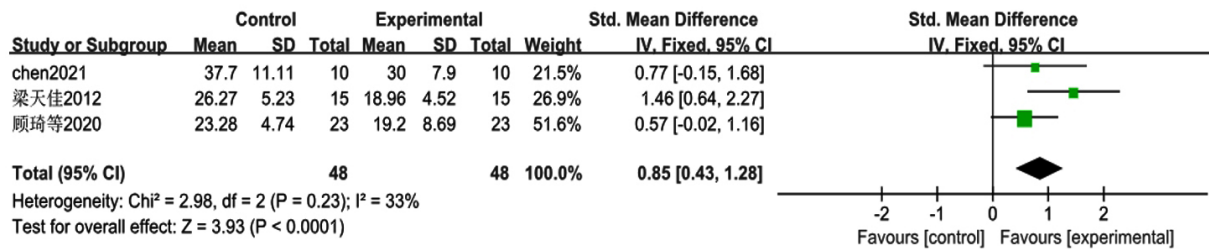


图5 试验组与对照组脑卒中后USN患者干预后肢体功能评分比较的森林图

Figure 5 Forest plot of comparison of limb function score of patients with USN after stroke between experimental group and control group after treatment

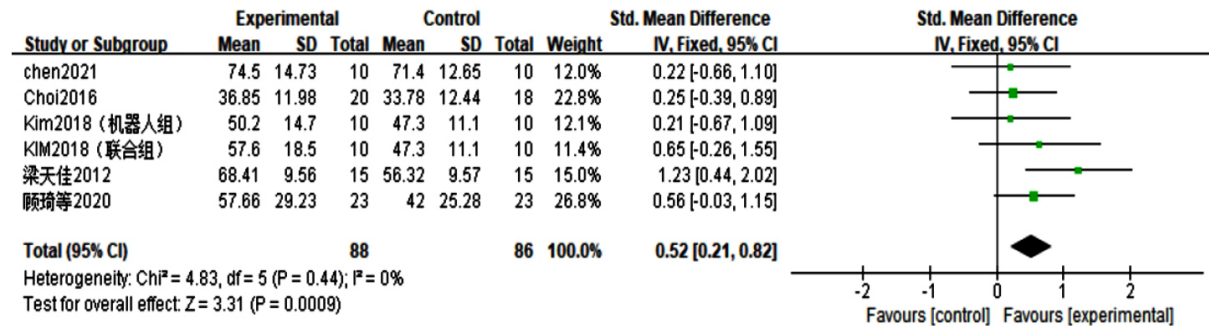


图6 试验组与对照组脑卒中后USN患者干预后mBI比较的森林图

Figure 6 Forest plot of comparison of mBI of patients with USN after stroke between experimental group and control group after treatment

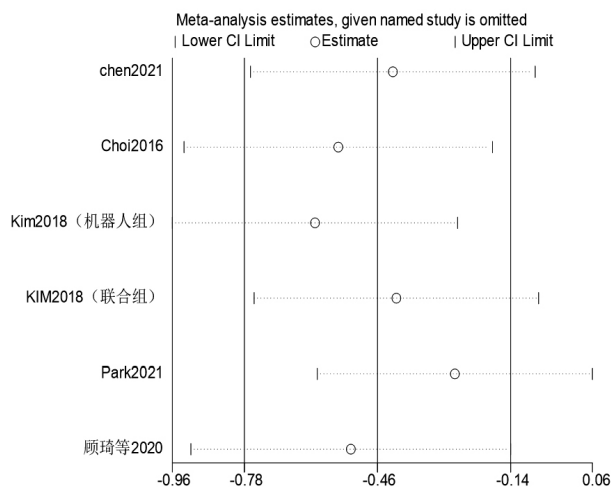


图7 试验组与对照组脑卒中后USN患者干预后CBS评分比较的敏感性分析

Figure 7 Sensitivity analysis of comparison of CBS score of patients with USN after stroke between experimental group and control group after treatment

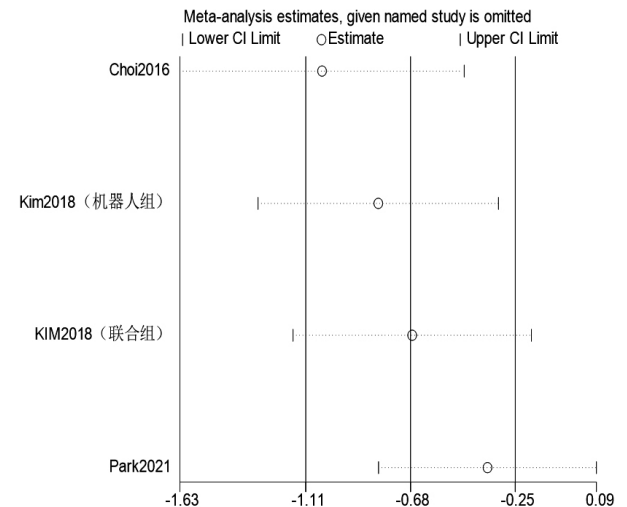


图8 试验组与对照组脑卒中后USN患者干预后LBT评分比较的敏感性分析

Figure 8 Sensitivity analysis of comparison of LBT score of patients with USN after stroke between experimental group and control group after treatment

3 讨论

3.1 上肢康复机器人辅助训练可有效减轻脑卒中后USN患者USN严重程度

CBS常用于评估脑卒中后USN患者在日常生活活动中USN症状严重程度,是经过标准化的功能评估量表,其得分越高,说明脑卒中患者USN程度越严重^[18]。本研究Meta分析结果显示,干预后试验组CBS评分低于对照组。分析其原因为上肢康复机器人辅助训练内容丰富,包括专注于提高忽略侧注意力的虚拟游戏如射箭、滑板、打地鼠和擦玻璃等,患者可通过电脑显示屏提供实时的视听反馈完成各项指令,加强对忽略侧肢体的感知觉注意力^[10, 16-17]。从神经病理学角度分析,脑卒中后USN患者脑损伤的关键脑区主要位于右半球顶叶到额叶的大片区域,这些区域与控制注意力和处理运动空间信息的功能区位置大部分吻合,一旦神经网络受损,两侧半球的相对平衡被打破,进而导致病变对侧半球过度兴奋,出现偏侧忽略^[19]。运动前理论认为,大脑视觉注意力与运动回路密切相关,因此早期、重复、安全的上肢康复机器人辅助训练能够激活忽略侧肢体,抵消来自健侧半球的竞争性抑制,缓解USN症状^[1, 20]。然而本研究结果与BAZAN等^[11] Meta分析结果相悖,考虑可能有以下原因:新纳入2篇中文文献,样本量增加;使用的上肢康复机器人类型不同,国外大多为基于末端执行器的手腕式平面机器人,而国内使用自主研发的基于上肢智能反馈训练系统的外骨骼式机器人,运动范围更广。此外,亚组分析结果显示,干预时间<4周时,干预后两组CBS评分比较差异无统计学意义;干预时间≥4周时,干预后试验组CBS评分低于对照组,究其原因可能是干预时间较短导致重复训练任务总量减少,且训练任务种类复杂、难度大,因而长期干预才能达到预期疗效。

3.2 上肢康复机器人辅助训练可有效改善脑卒中后USN患者肢体功能和提高日常生活活动能力

USN导致患者在日常生活中很少使用受累肢体,进而抑制受累肢体自主神经功能的恢复,这是脑卒中患者上肢功能障碍的重要预测因子,因此针对USN的干预措施可能会改善脑卒中患者的肢体功能^[21]。本研究Meta分析结果显示,干预后试验组肢体功能评分、mBI高于对照组。运动训练能够促进大脑损伤部位血流灌注和新陈代谢,重塑受损的神经,使残存的神经肌肉组织重新发挥作用^[22]。同时,上肢康复机器人提供的特定训练内容包括关节活动度、肌力和手眼协调训练,其可以根据患者情况利用运动追踪技术有针对性地调整训练难度和训练模式,纠正异常的运动模式,从而达到最佳训练效果^[23]。此外,大量重复、趣味性强的运动游戏可借助视听反馈加强本体感觉输入,患者能够掌握运动再学习方法,调动运动康复主动性,最终改善肢体功能^[24]。同时,研究表明,肢体功能是影响脑卒中患者日常生活活动能力的决定性因素^[25],因此,上肢康复机器人辅助训练对肢体功能的改善有助于恢复患者的日常生活活动能力。

3.3 上肢康复机器人辅助训练对脑卒中后USN患者视觉忽略的影响尚不明确

LBT是传统纸笔测验(Behavioral Inattention Test-

Conventional, BIT-C)的子项目,常用于筛查患者是否存在忽略症状,侧重于视觉忽略评估^[26]。本研究Meta分析结果显示,干预后两组LBT评分比较差异无统计学意义。可能原因为纳入文献数量较少,且有研究表明,BIT-C对脑卒中患者忽略症状的评估不如CBS敏感^[27]。尽管本研究尚未得出明确结论以证明上肢康复机器人辅助训练能够改善脑卒中后USN患者的视觉忽略症状,但上肢康复机器人康复训练仍在脑卒中后USN患者中具有潜在的临床应用价值,具备良好的经济效益^[28]。

3.4 本研究局限性及建议

本研究仅纳入中、英文文献,样本量较少;大部分纳入文献未对受试者实施盲法,部分研究分配隐藏设计不够严谨,可能导致研究结果存在偏倚;纳入文献没有对受试者特征进行分层研究,且均未进行随访,建议观察不同USN亚型、病程、病变位置的脑卒中后USN患者接受上肢康复机器人辅助训练的疗效;纳入文献主要采用患者自我报告量表,而未进行神经影像学评估,未来需要研究上肢康复机器人康复训练对脑卒中后USN患者脑功能和结构变化的影响。

4 结论

综上所述,上肢康复机器人辅助训练能够减轻脑卒中后USN患者USN严重程度(干预时间≥4周)、改善肢体功能和日常生活活动能力,但对视觉忽略的影响仍存在争议。建议今后开展大样本量、设计严谨、长期随访的随机对照试验,同时增加神经影像学指标,以验证本研究结论。

作者贡献:徐淑娟、刘凡进行文章的构思与设计,资料收集、整理;徐淑娟进行论文撰写,统计学处理;徐淑娟、王芳进行论文的修订;陈璐负责文章的质量控制及审校,对文章整体负责、监督管理。

本文无利益冲突。

参考文献

- [1] DURFEE A Z, HILLIS A E. Unilateral spatial neglect recovery poststroke [J]. *Stroke*, 2023, 54 (1): 10-19. DOI: 10.1161/STROKEAHA.122.041710.
- [2] ESPOSITO E, SHEKHTMAN G, CHEN P. Prevalence of spatial neglect post-stroke: a systematic review [J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2021, 64 (5): 101459. DOI: 10.1016/j.rehab.2020.10.010.
- [3] SINGH N R, LEFF A P. Advances in the rehabilitation of hemispatial inattention [J]. *Curr Neurol Neurosci Rep*, 2023, 23 (3): 33-48. DOI: 10.1007/s11910-023-01252-8.
- [4] BOSMA M S, NIJBOER T C W, CALJOUW M A A, et al. Impact of visuospatial neglect post-stroke on daily activities, participation and informal caregiver burden: a systematic review [J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2020, 63 (4): 344-358. DOI: 10.1016/j.rehab.2019.05.006.
- [5] 邢亚云, 关宁笑, 孔涵, 等. 脑卒中患者单侧空间忽略症的筛查与早期康复护理最佳证据总结 [J]. *中华护理教育*, 2023, 20 (6): 734-739. DOI: 10.3761/j.issn.1672-9234.2023.06.017.
- [6] UMEONWUKA C, ROOS R, NTSIEA V. Current trends in the treatment of patients with post-stroke unilateral spatial neglect: a scoping review [J]. *Disabil Rehabil*, 2022, 44 (11): 2158-

- 2185.DOI: 10.1080/09638288.2020.1824026.
- [7] LONGLEY V, HAZELTON C, HEAL C, et al. Non-pharmacological interventions for spatial neglect or inattention following stroke and other non-progressive brain injury [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2021, 7 (7): CD003586.DOI: 10.1002/14651858.CD003586.pub4.
- [8] MOULAEI K, BAHADINBEIGY K, HAGHDOOSTD A A, et al. Overview of the role of robots in upper limb disabilities rehabilitation: a scoping review [J]. *Arch Belg De Sante Publique*, 2023, 81 (1): 84.DOI: 10.1186/s13690-023-01100-8.
- [9] PARK J H. The effects of robot-assisted left-hand training on hemispatial neglect in older patients with chronic stroke: a pilot and randomized controlled trial [J]. *Medicine*, 2021, 100 (9): e24781.DOI: 10.1097/MD.00000000000024781.
- [10] CHOI Y S, LEE K W, LEE J H, et al. The effect of an upper limb rehabilitation robot on hemispatial neglect in stroke patients [J]. *Ann Rehabil Med*, 2016, 40 (4): 611-619.DOI: 10.5535/arm.2016.40.4.611.
- [11] BAZAN R, FONSECA B H S, MIRANDA J M A, et al. Effect of robot-assisted training on unilateral spatial neglect after stroke: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2022, 36 (8): 545-556.DOI: 10.1177/15459683221110894.
- [12] 罗德惠, 万翔, 刘际明, 等. 如何实现从样本量、中位数、极值或四分位数到均数与标准差的转换 [J]. *中国循证医学杂志*, 2017, 17 (11): 1350-1356.DOI: 10.7507/1672-2531.201706060.
- [13] HIGGINS J P T, ALTMAN D G. Assessing risk of bias in included studies [M]. New York, John Wiley & Sons, Ltd, 2008: 187-241.
- [14] 顾琦, 田湑, 张芳芳, 等. 上肢康复机器人辅助治疗对改善脑卒中单侧忽略的疗效观察 [J]. *中国康复医学杂志*, 2020, 35 (2): 166-170.DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2020.02.008.
- [15] 梁天佳, 吴小平, 莫明玉. 上肢康复机器人在脑卒中单侧空间忽略康复中的作用 [J]. *中国康复理论与实践*, 2012, 18 (4): 369-371.DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2012.04.017.
- [16] CHEN Z J, GU M H, HE C, et al. Robot-assisted arm training in stroke individuals with unilateral spatial neglect: a pilot study [J]. *Front Neurol*, 2021, 12: 691444.DOI: 10.3389/fneur.2021.691444.
- [17] KIM S B, LEE K W, LEE J H, et al. Effect of combined therapy of robot and low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation on hemispatial neglect in stroke patients [J]. *Ann Rehabil Med*, 2018, 42 (6): 788-797.DOI: 10.5535/arm.2018.42.6.788.
- [18] GILLEN R W, FUSCO-GESSICK B, HARMON E Y. How we assess spatial neglect matters: prevalence of spatial neglect as measured by the Catherine bergego scale and impact on rehabilitation outcomes [J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2021, 100 (5): 443-449.DOI: 10.1097/PHM.0000000000001710.
- [19] UEDA M, YURI T, UENO K, et al. The neurophysiological features associated with unilateral spatial neglect recovery: a scoping review [J]. *Brain Topogr*, 2023, 36 (5): 631-643.DOI: 10.1007/s10548-023-00980-x.
- [20] 胡靖然, 陈小飞, 王建红, 等. 上肢康复机器人对脑卒中患者单侧空间忽略康复影响的研究与进展 [J]. *中华脑科疾病与康复杂志 (电子版)*, 2020, 10 (2): 123-126.DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-123X.2020.02.013.
- [21] DORON N, RAND D. Is unilateral spatial neglect associated with motor recovery of the affected upper extremity poststroke? A systematic review [J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2019, 33 (3): 179-187.DOI: 10.1177/1545968319832606.
- [22] XIE H, LI X, HUANG W H, et al. Effects of robot-assisted task-oriented upper limb motor training on neuroplasticity in stroke patients with different degrees of motor dysfunction: a neuroimaging motor evaluation index [J]. *Front Neurosci*, 2022, 16: 957972.DOI: 10.3389/fnins.2022.957972.
- [23] 王壮, 王轶钊, 丘世因, 等. 脑卒中上肢康复机器人研究进展 [J]. *中国现代神经疾病杂志*, 2023, 23 (1): 15-21.DOI: 10.3969/j.issn.1672-6731.2023.01.004.
- [24] 张丽英, 王杰宁, 于小明. 机器人辅助训练对脑卒中患者上肢运动功能效果的Meta分析 [J]. *中国康复理论与实践*, 2023, 29 (2): 156-166.DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2023.02.004.
- [25] 孙李慧子, 王诚, 姚金佳, 等. 影响脑卒中后日常生活活动表现的运动功能分析 [J]. *中国康复医学杂志*, 2021, 36 (7): 904-908.DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2021.07.027.
- [26] WILLIAMS L J, KERNOT J, HILLIER S L, et al. Spatial neglect subtypes, definitions and assessment tools: a scoping review [J]. *Front Neurol*, 2021, 12: 742365.DOI: 10.3389/fneur.2021.742365.
- [27] LUUKKAINEN-MARKKULA R, TARKKA I M, PITKANEN K, et al. Comparison of the Behavioural Inattention Test and the Catherine Bergego Scale in assessment of hemispatial neglect [J]. *Neuropsychol Rehabil*, 2011, 21 (1): 103-116.DOI: 10.1080/09602011.2010.531619.
- [28] FERNANDEZ-GARCIA C, TERNENT L, HOMER T M, et al. Economic evaluation of robot-assisted training versus an enhanced upper limb therapy programme or usual care for patients with moderate or severe upper limb functional limitation due to stroke: results from the RATULS randomised controlled trial [J]. *BMJ Open*, 2021, 11 (5): e042081.DOI: 10.1136/bmjopen-2020-042081.

(收稿日期: 2023-11-02; 修回日期: 2024-02-25)

(本文编辑: 陈素芳)