

卒中患者机器人辅助步态训练康复方案的最佳证据总结

王开¹, 李燕¹, 金爱萍², 杨晓培¹, 费文玲¹, 于晓丽¹, 孟桂林², 朱晓萍¹

摘要:目的 提取并汇总国内外卒中患者机器人辅助步态训练康复护理及管理的最佳证据,为制订适合我国的卒中患者机器人辅助步态训练康复方案提供参考。方法 按照循证资源“6S”模型,系统检索国内外各数据库及指南网关于卒中患者机器人辅助步态训练的文献,包括临床决策、指南、证据汇总、系统评价、专家意见/共识、随机对照试验,检索时间为2016年1月1日至2021年12月31日。由2名研究人员独立对文献进行整体评价,选择符合纳入标准的文献,纳入并提取证据。结果 共检索文献3 314篇,去除重复、结果指标不明确或不相关、质量不达标及不完整的文献,最终纳入19篇,包括指南4篇、证据总结3篇、系统评价8篇、随机对照试验4篇。总结的最佳证据包括评估、干预计划、干预时机、干预频率、干预前准备、参数调整、注意事项、效果评价和健康教育9个方面23条推荐意见。结论 该研究总结的卒中患者机器人辅助步态训练康复方案最佳证据具有一定的前沿性与科学性,可以为临床医护人员实施机器人步态康复训练提供相应的循证依据。

关键词:卒中; 机器人辅助步态训练; 康复; 循证护理; 证据总结

中图分类号:R473.5;R493 **DOI:**10.3870/j.issn.1001-4152.2023.05.101

The best evidence summary of rehabilitation schemes on robot-assisted gait training for stroke patients Wang Kai, Li Yan, Jin Aiping, Yang Xiaopei, Fei Wenling, Yu Xiaoli, Meng Guilin, Zhu Xiaoping. Nursing Department, Tenth People's Hospital of Tongji University, Shanghai 200072, China

Abstract: Objective To extract and summarize the best evidence on the rehabilitation nursing and management of robot-assisted gait training for stroke patients in domestic and overseas, so as to provide a reference for developing rehabilitation schemes of robot-assisted gait training suitable for stroke patients in China. **Methods** According to the principle of evidence-based resource "6S" model, the evidence on robot-assisted gait training for stroke patients in various databases and guideline networks in domestic and overseas was systematically searched, including clinical decision-making, guidelines, best evidence summary, and systematic evaluation. The search time was from January 1, 2016 to December 31, 2021. The overall evaluation of the literature was conducted by two researchers, the literature that met the inclusion criteria was selected, and relevant evidence was extracted. **Results** A total of 3 314 articles were retrieved, and 19 articles (4 guidelines, 3 evidence summary reports, 8 systematic reviews and 4 randomized controlled trials) were finally included after eliminating repetitive, irrelevant, unqualified and incomplete articles. The best evidence included 23 recommendations from 9 aspects: assessment, intervention plan, intervention timing, intervention frequency, intervention measures, pre-intervention preparation, parameter adjustment, effect evaluation and health education. **Conclusion** The best evidence of rehabilitation nursing on robot-assisted gait training for stroke patients summarized in this study has frontier nature and scientific nature, so it can provide corresponding evidence for clinical medical staff to implement robot gait rehabilitation training.

Key words: stroke; robot-assisted gait training; rehabilitation; evidence-based nursing; evidence summary

研究表明,75%以上的卒中患者出院后存在不同程度的后遗症^[1-2],其中对患者影响最大的是运动功能障碍,尤其以下肢运动功能障碍最为常见^[3]。数据显示,重度卒中患者下肢平均力量仅为正常成人的30%~50%^[4-5],严重影响患者运动与平衡功能,患者站立、行走以及日常生活活动均明显受限,运动过程中跌倒风险也随之增加。早期康复训练是降低卒中患者致残率的最有效方法。目前,传统康复训练仍为卒中患者康复训练的主要方式,受制于康复师的工作经验与康复技术、康复机构数量、康复成本大等问题未能广泛应用。机器人辅助步态训练(Robot-assisted Gait Training, RAGT),是近年来国内外学者针

对卒中偏瘫患者下肢功能训练提出的新型康复方法^[6-7],其联合传统步态训练能改善卒中患者步态特征,提高躯体平衡功能,增加下肢稳定性,增强患者康复信心,减少跌倒的恐惧感。但国内外有关卒中患者机器人辅助步态康复训练研究相对零散,缺乏可靠、完善的指南、循证依据及康复护理规范流程,不利于机器人辅助步态训练的临床应用。因此,本研究通过系统的证据检索、文献质量评价、证据提取和分级完善康复护理措施,以为临床医护人员提供参考。

1 方法

1.1 确定问题 为获取卒中患者机器人辅助步态训练康复护理及管理的最佳证据,首先需提出循证护理实践问题,进行PIPOST分析^[8]。P(Population)表示证据适用的群体,即卒中后并发步态障碍的患者;I(Intervention)表示干预措施,即传统康复训练联合机器人辅助步态训练;P(Professional)表示实施者,包括临床医生、康复师、护士等;O(Outcome)表示使用证据后的结局指标,即步态特征变化、6分钟步行试验、运动功能、平衡功能、日常生活活动能力、康复

作者单位:同济大学附属第十人民医院 1. 护理部 2. 神经内科(上海, 200072)

王开:男,硕士在读,护师

通信作者:朱晓萍, juliya1107@163.com

科研项目:国家自然科学基金面上项目(72074168);上海市2020年度“科技创新行动计划”项目(20142202900)

收稿:2022-10-13;修回:2022-12-19

依从性等;S(Setting)表示证据应用地点,即神经内科病房及康复中心;T(Type of evidence)表示证据类型,包括临床决策、指南、证据汇总和系统评价、专家意见/共识随机对照试验。

1.2 检索策略 按照循证护理资源“6S”模型自上而下的原则进行检索,以 stroke, apoplexy, cerebral infarction, cerebral hemorrhage, cerebrovascular disease, cerebrovascular stroke, cerebral ischemia; rehabilitation, gait rehabilitation, lower limb rehabilitation; Artificial Intelligence, robot 为英文检索词。以卒中,中风,脑梗死,脑梗塞,脑栓塞,脑出血,脑缺血,脑血管疾病;康复,步态康复,下肢康复;人工智能,机器人为中文检索词,系统检索 UpToDate、BMJ Best Practice、美国心脏协会、美国卒中协会、苏格兰院际指南网、美国国立临床诊疗指南数据库、英国国家卫生与临床优化研究所、新西兰临床实践指南网、医脉通指南网、PubMed、Cochrane Library、Web of Science、EMbase、CINAHL、Ovid、中国知网数据库、万方数据库、维普中文科技期刊、中国生物医学文献数据库等。检索时间为 2016 年 1 月 1 日至 2021 年 12 月 31 日。

1.3 文献纳入与排标准 纳入标准:①经 2019 年中国各类主要脑血管病诊断要点通过的卒中诊断标准^[9]及头颅 CT 或 MRI 检查证实的卒中患者;②涉及卒中患者机器人辅助步态康复训练的各项干预措施研究;③文献类型限定为临床决策、指南、证据汇总、系统评价、专家意见/共识、随机对照试验;④文献发表语言为英语或中文。排除标准:①重复收录的文献;②结果指标不明确的文献;③质量评价结果不通过的文献或无法获得全文的文献。

1.4 文献的评价方法 使用《临床指南研究与评价系统》(Appraisal of Guidelines for Research and E-

valuation, AGREE II)^[10]对纳入指南进行质量评价,包括范围与目的、参与人员、严谨性、清晰性、适用性及编辑的独立性 6 个部分。使用 JBI 循证卫生保健中心文献质量评价工具(2016 版)对纳入的证据总结、系统评价、随机对照试验等论文的真实性进行文献质量评价^[11]。所有文献由 2 名接受过相关循证护理课程培训的研究员单独阅读并确定文献等级,对难以达成一致意见的文献,由另 1 名小组成员进行判断,最终决定是否纳入该文献。当不同来源的证据结果发生冲突时,遵循高质量证据、最新发表的文献及权威期刊优先纳入的原则。

1.5 证据提取与级别判定 本研究使用 2014 版 JBI 证据预分级及证据推荐级别对所有证据分级^[12],按照研究类型不同,将研究分为 1~5 级(其中 1 级为最高级,5 级为最低级)。邀请 10 名临床神经系统康复专家参加专家论证会。10 名专家男 3 名,女 7 名;年龄 26~58 岁;本科 4 名,硕士和博士各 3 名;护理专业 5 名,临床医疗专业 2 名,康复专业 3 名。10 名专家结合证据质量,根据证据可行性、适用性、临床意义和有效性确定推荐级别,将推荐等级分为 A 级推荐(强推荐)和 B 级推荐(弱推荐)。

2 结果

2.1 纳入文献的一般特征 初步检索后共获得文献 3 314 篇,剔除重复文献 923 篇,阅读文献题目及摘要后去除不符合要求的文献 2 276 篇,阅读全文排除会议摘要 5 篇,与主题无关 5 篇,文献类型不符 12 篇,研究内容涵盖机器人和传统康复训练以外的训练方式 37 篇,研究内容涵盖机器人上肢和下肢共同训练 16 篇,质量不通过的 19 篇,不能获取全文 2 篇,最终纳入文献 19 篇。其中指南 4 篇^[13-16],证据汇总 3 篇^[4,17-18],系统评价 8 篇^[19-26],随机对照试验 4 篇^[27-30]。纳入文献一般特征见表 1。

表 1 纳入文献一般特征

纳入文献	国家	文献来源	文献类型	文献主题	发表年份(年)
Gittler 等 ^[13]	AHA/ASA	美国	指南	成人卒中康复管理	2016
National Stroke Foundation ^[14]	澳大利亚	医脉通	指南	卒中临床康复	2017
Sall 等 ^[15]	美国	PubMed	指南	卒中康复管理	2019
张通等 ^[16]	中国	中国知网	指南	卒中康复管理	2019
陈晓艳等 ^[4]	中国	万方	证据总结	卒中肌力训练	2019
陈煌等 ^[17]	中国	万方	证据总结	卒中康复护理	2020
Slade ^[18]	澳大利亚	JBI	证据总结	卒中后平衡训练	2021
Lo 等 ^[19]	澳大利亚	JBI	系统评价	机器人辅助康复对卒中患者肢体功能影响	2017
Cho 等 ^[20]	韩国	Web of Science	系统评价	亚急性卒中患者机器人步态功能训练	2018
Schröder 等 ^[21]	比利时	PubMed	系统评价	卒中后早期机器人辅助步态训练	2019
Zheng 等 ^[22]	中国	Ovid	系统评价	卒中后机器人辅助平衡功能训练	2019
Mehrholz 等 ^[23]	德国	Cochrane Library	系统评价	卒中患者机器人辅助步态训练	2020
Moucheboeuf 等 ^[24]	法国	PubMed	系统评价	卒中后机器人步态训练效果	2020
Calabrò 等 ^[25]	意大利	PubMed	系统评价	卒中后机器人辅助步态训练指南	2021
Wang 等 ^[26]	中国	Web of Science	系统评价	卒中后机器人辅助平衡功能训练	2021
Han 等 ^[27]	韩国	PubMed	随机对照试验	亚急性患者机器人辅助训练	2016
Kim 等 ^[28]	韩国	PubMed	随机对照试验	机器人辅助训练对平衡和下肢功能的作用	2019
Mustafaoglu 等 ^[29]	土耳其	Web of Science	随机对照试验	机器人训练改善卒中后生活活动能力	2020
Ogino 等 ^[30]	日本	PubMed	随机对照试验	机器人训练改善卒中患者异常步态	2020

2.2 纳入研究的质量评价结果

2.2.1 指南的质量评价结果 本研究纳入 4 篇指

南,纳入指南的各领域标准化百分比及综合评价结果,见表 2。2 篇指南^[14-15] A 级,2 篇指南^[13,16] B 级,

总体质量较好。

表 2 指南的质量评价结果

纳入文献	各维度标准化百分比(100%)						≥60%的 领域数(个)	≤30%的 领域数(个)	总体 质量	是否 推荐
	范围目的	参与人员	严谨性	清晰性	适用性	编撰的独立性				
Gittler ^[13]	83.33	61.11	58.33	88.90	50.00	91.70	4	0	B	是
National Stroke Foundation ^[14]	72.22	97.22	85.42	94.40	64.58	94.80	6	0	A	是
Sall 等 ^[15]	88.89	66.67	63.81	88.90	69.23	100.00	6	0	A	是
张通等 ^[16]	83.33	55.56	60.42	88.90	52.08	95.80	4	0	B	是

2.2.2 证据总结的质量评价结果 本研究纳入 3 篇证据总结^[4,17-18], 1 篇^[4]提取了 3 条证据, 1 篇^[17]提取了 5 条证据, 证据等级和推荐强度高, 故同意纳入。1 篇^[18]来自 JBI, 纳入 2 条证据。

2.2.3 系统评价的质量评价结果 本研究共纳入 8 篇系统评价^[19-26]。Cho 等^[20]的条目 3“检索策略是否恰当”、条目 5“文献质量评价标准是否恰当”、条目 6“是否由 2 名或 2 名以上评价者独立完成文献质量评价”均为“不清楚”, 条目 9“是否评估发表偏倚”评价结果为“否”。Schröder 等^[21]的条目 9“是否评估发表偏倚”评价结果为“否”。Wang 等^[26]条目 3 评价结果为“不清楚”, 其余文献条目评价均为“是”, 文献整体

质量高, 同意纳入。

2.2.4 干预性研究的质量评价结果 本研究评价 4 篇随机对照试验^[27-30]。所有研究的条目 5“是否对干预者采取了盲法”均为“否”。Han 等^[27]、Mustafaoglu 等^[29]和 Ogino 等^[30]的条目 6“是否对结果评测者采取了盲法”均为“不清楚”, 其他条目评价结果均为“是”。

2.3 最佳证据描述及总结 对筛选后纳入的所有文献进行汇总、归纳, 提取卒中后步态康复训练相关内容。最终经研究小组讨论从评估、干预计划、干预时机、干预频率、干预前准备、参数调整等 9 个方面, 形成 23 条卒中患者机器人辅助步态训练康复方案的最佳证据总结, 见表 3。

表 3 卒中患者机器人辅助步态训练康复方案的最佳证据总结

项目	证据汇总	证据 级别	推荐 强度
评估	1. 卒中急性期患者入住综合医院神经内科或卒中单元, 应立即给予全面的身体状况评估 ^[13,16]	1	A
	2. 转入病房 4 h 内的患者推荐护士应用可靠的评估工具(如 Morse 跌倒评估量表、改良版 Barthel 指数、汉密尔顿抑郁量表及卒中后抑郁评估量表等)对其行体位、活动、移动、应对等评估 ^[13,16-18]	4	A
	3. 转入病房 24 h 内的患者推荐护士应用 Barthel 指数或改良版 Barthel 指数评估患者的日常生活能力, Berg 平衡量表或平衡姿态量表评估患者平衡功能 ^[13,16-17]	1	A
	4. 对能行走的患者, 推荐护士应用 6 min 步行试验或 10 m 步行测试评估其步行速度和行走能力 ^[13,16-17]	1	A
	5. 推荐医生或康复治疗师评估患者下肢肌力、肌张力及改良 Rankin 量表评分 ^[13,16-17]	1	A
干预计划	6. 成立由多学科组成的康复治疗小组, 核心小组成员包括医生(康复、神经科或其他卒中康复相关专家)、护士、康复治疗师, 为患者提供早期康复 ^[4,13-14,16]	1	A
	7. 卒中康复计划应由多学科小组定期回顾审查, 根据患者康复阶段和患者需求及时更新 ^[4]	1	A
	8. 推荐医生或康复治疗师应用综合步态分析系统对偏瘫步态进行客观分析, 制订精细化的步行康复训练方案, 提高步行康复质量 ^[16,26]	1	B
	9. 可考虑为不能行走的患者提供机器人辅助步态训练装置, 并联合传统步态训练 ^[4,13-16,18,20,25]	2	A
干预时机	10. 康复治疗小组至少每周举行 1 次正式会议, 讨论患者康复问题、目标制订、监测进展情况及出院后支持(住院期间 1~2 次) ^[16-17]	1	A
	11. 轻中度患者发病 24 h 后, 护士或康复师可以协助进行床边康复、早期离床期的康复训练, 以循序渐进的方式进行 ^[14,16]	2	A
	12. 急性期中患者肢体瘫痪的患者应在病情稳定(生命体征平稳, 48 h 内病情无进展)后尽快离床, 借助器械进行站立、步行康复训练 ^[4,16]	1	B
干预频率	13. 评估患者患者 FAC 功能评分<3 级, 可实施机器人辅助步态训练 ^[27,29]	1	B
	14. 指导患者进行机器人辅助步态训练时应考虑患者体力、耐力和心肺功能, 条件许可时(患者心率为年龄标准化最高心率 60%~70%、血压<180/110 mmHg), 45~60 min/d, 每周训练 5 d, 连续 4~8 周 ^[24,27-30]	2	B
干预前准备	15. 初次训练前, 建议医生或康复治疗师测量患者最大地面步行速度。患者训练时以最大地面步行速度的一半进行 5 min 热身。热身, 跑步机速度在 1~2 min 增加到患者可安全行走的最大速度 ^[30]	1	B
	16. 机器人辅助步态正式训练前, 医生或康复治疗师可使用悬吊式减重系统支撑患者部分体质量, 然后协助患者将双下肢固定于外骨骼机械腿上, 最后通过足部升降带固定患者双侧踝关节于中立位 ^[27-28]	2	B
参数调整	17. 对康复机器人进行数值设置, 初始设置减重支持水平 40%~60%, 跑步机速度 1.0~1.2 km/h, 引导力 100% ^[28-29]	2	A
	18. 每 2 周训练结束后, 康复团队需评估患者运动功能, 随着患者运动功能改善, 逐步调整各项数值, 减重支持水平和引导力每次调整 5%~10%直至 0%, 跑步机速度每次调节 0.2~0.4 km/h, 最高为 2.6 km/h ^[27-28]	2	A
注意事项	19. 穿戴设备和操作计算机所用时间不应纳入患者训练总时长 ^[29]	1	A
	20. 建议训练时护士询问患者感受, 评估人机接触面皮肤、肌肉痉挛状况 ^[27-29]	1	A
	21. 康复训练结束后应对患者进行至少 3 个月的随访, 观察恢复情况 ^[16-17]	1	B
效果评价	22. 患者训练结束后, 推荐使用①FAC 量表评估患者步行独立性 ^[20,24,27-28] ; ②10 m 步行测试评估患者步行速度 ^[20,28-29] ; ③6 min 步行试验评估患者步行耐力 ^[20,23-24,29] ; ④Fugl-Meyer 下肢运动量表评估患者运动功能 ^[21-22,24] ; ⑤Berg 平衡量表或平衡姿态量表评估患者平衡功能 ^[19-20,22-24,26] ; ⑥Barthel 指数或改良版 Barthel 指数评估患者的日常生活能力 ^[19-20,27,29] ; ⑦MI-L 下肢运动指数评分表评估患者腿部肌肉力量 ^[21]	2	B
	23. 推荐护士对卒中患者进行健康教育, 以提高患者对自身健康状态变化的观察意识, 建立参与康复主动性和康复信心, 以改善卒中患者整体康复质量 ^[16]	1	B

3 讨论

3.1 证据总结的实践意义 目前, 实施机器人辅助步态训练联合传统康复训练的优效性已得到广泛证实。研究显示, 机器人辅助步态训练在一定程度上可

以改善卒中患者的步态特征、运动功能、平衡功能、日常生活活动能力、心肺功能及心理状态^[19-23]。国内外关于卒中患者机器人辅助步态训练的文献较多, 但干预措施及干预步骤各有差异, 现有指南或共识均未形

成统一康复方案及效果评价体系。本研究基于卒中患者步态训练相关指南、系统评价等,汇总了机器人辅助康复护理措施,并形成卒中患者机器人辅助步态训练的最佳证据,旨在促进医护人员实施更高质量的卒中偏瘫患者康复护理及管理,为医护人员指导卒中患者康复提供依据。

3.2 机器人辅助步态训练整体评估 卒中患者机器人辅助步态训练前后需进行整体性评估。卒中患者入院后应立即进行全面身体评估,了解患者发病时间、疾病状态和肢体功能、等。雷赛等^[31]指出入院后评估是护士为患者实施护理程序的第一步,准确的护理评估是制订正确、适合的护理措施的主要依据,有助于帮助医护人员详细掌握患者病情,为后续制订个性化的康复方案提供依据。医护人员可通过 Barthel 指数量表或改良版 Barthel 指数量表(MBI)^[13], Berg 平衡量表(BBS)^[24], Fugl-Meyer 下肢运动功能评分(FMA)^[24], Morse 跌倒评估量表^[13,16]结合肌力、肌张力、NIHSS 评分等对患者进行综合评估。患者病情稳定后 24~48 h^[32], 护士或康复师可指导患者在床旁循序渐进地进行传统康复训练。患者功能活动类别(FAC)功能评分<3 级时,可将传统康复训练联合机器人辅助步态训练,以提升康复效果。目前,国内外关于机器人康复训练有效性的效果评价差异较大,且未形成统一标准。国外研究效果评价详实,可信度高,研究者从步态特征(包括步速、步长、步频、步幅患侧单支撑性相时间等)、运动功能、心肺功能、心理状态等方面全面评估患者康复训练后的身心状态^[27-30]。国内研究观察指标相对简单,缺少对患者步态特征的观察对比和分析^[33]。因此,未来研究者应基于循证制订规范的卒中患者机器人辅助步态训练管理流程和效果评价体系,深入挖掘敏感指标,制订统一的效果评价体系。

3.3 机器人辅助步态训练干预频率 现阶段,临床研究中对机器人辅助训练的干预频率和持续时间都缺乏相应的指标和指南指导。有关运动试验的系统综述表明,运动时间超过 20 min 时,才有助于卒中患者获益^[34]。《中国脑血管病临床管理指南》^[16]也指出,患者条件允许时,每天康复训练时间应>45 min,但该指南中未明确卒中患者可进行康复训练的条件。回顾国内外研究发现,机器人辅助干预时间为 2~12 周,平均干预 5 周,每天干预训练为 10~125 min,平均训练 30 min。张博寒等^[35]指出,每天干预时间≤60 min 将减少高强度训练中可能出现的疲倦概率。因此,推荐设置机器人康复时间为每天 45~60 min。美国运动学会推荐卒中患者进行中等强度的运动训练,即患者心率为年龄标准化最高心率 60%~70%。也有研究者指出,训练过程中,若患者心率>年龄标准心率的 75%, 血压>180/110 mmHg 或心前区不适等症时立即停止训练^[33,36]。与传统康复训练相比较,机器人康复训练需协助患者穿戴、拆卸及调整

设备每次需约 20 min,还需要 3~5 min 热身和放松训练,该部分时间不应计入患者训练总时长。临床实际康复中,建议研究者采用循序渐进的方式增加训练量,尤其对于身体素质较差的患者,可评估其能接受的最大运动时间,适当增加休息时间,鼓励患者每周其余时间参加轻体力活动,如站立、散步等,以改善心肺功能,尽快适应机器人康复训练。

3.4 对未来研究的建议 文献检索与筛查中发现,有研究反映机器人辅助步态训练康复效果相较传统康复训练并不明显,这可能与康复机器人作用机制尚未完全明确、患者康复配合性不足及康复时机选择不当有关。此外,缺少明确的机器人康复指南,导致应用程序不理想,也是影响康复效果的另一原因。因此,后续研究中,亟需明确康复机器人相关机制和工作原理,为临床应用提供理论支撑。基于循证制订规范的卒中患者机器人辅助步态训练康复管理流程,指导康复团队选择适合患者的设备参数,制订个性化康复训练方案,以实现临床效益最大化。

4 小结

准确的评估和有效的康复管理可以促进卒中患者步态康复。本研究总结了卒中患者机器人辅助步态训练康复方案的最佳证据,涉及评估、干预计划、干预时机、干预频率、干预前准备、参数调整、注意事项、效果评价和健康教育 9 个方面 23 条最佳证据,为临床实践提供了参考。建议证据在临床或卒中康复中心应用时,对所在机构的环境、证据应用的促进和阻碍因素等进行评估。但本研究主要纳入的文献为英文文献,临床实际应用时需考虑患者身体状况、生活背景及经济水平等因素,结合临床情境选择可信度高、可操作性好、适宜性强的证据进行转化与应用。

参考文献:

- [1] GBD 2016 Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016 [J]. *Lancet*, 2017, 390(10100): 1151-1210.
- [2] 王拥军,李子孝,谷鸿秋,等. 中国卒中报告 2020(中文版)(1)[J]. *中国卒中杂志*, 2022, 17(5): 433-447.
- [3] Duncan Millar J, van Wijck F, Pollock A, et al. Outcome measures in post-stroke arm rehabilitation trials: do existing measures capture outcomes that are important to stroke survivors, carers, and clinicians? [J]. *Clin Rehabil*, 2019, 33(4): 737-749.
- [4] 陈晓艳,王娅,黄娟,等. 脑卒中患者早期肌力训练的最佳证据总结[J]. *中华护理杂志*, 2020, 55(8): 1253-1259.
- [5] Horstman A M, Beltman M J, Gerrits K H, et al. Intrinsic muscle strength and voluntary activation of both lower limbs and functional performance after stroke[J]. *Clin Physiol Funct Imaging*, 2008, 28(4): 251-261.
- [6] Bergmann J, Krewer C, Jahn K, et al. Robot-assisted gait training to reduce pusher behavior: a randomized controlled trial [J]. *Neurology*, 2018, 91(14): e1319-

- e1327.
- [7] 程雪. 下肢康复机器人对慢性期脑卒中辅助步态训练康复效果的初步研究[D]. 重庆: 重庆医科大学, 2020.
- [8] 蔡悦, 王颖, 乐霄, 等. 住院患者肠内营养相关性腹泻的预防及管理最佳证据总结[J]. 护理学杂志, 2022, 37(16): 80-84.
- [9] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国脑血管病一级预防指南 2019[J]. 中华神经科杂志, 2019, 52(9): 684-709.
- [10] 韦当, 王聪尧, 肖晓娟, 等. 指南研究与评价 (AGREE II) 工具实例解读[J]. 中国循证儿科杂志, 2013, 8(4): 316-319.
- [11] 胡雁. 循证护理学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2012: 69-93.
- [12] 王春青, 胡雁. JBI 证据预分级及证据推荐级别系统 (2014 版)[J]. 护士进修杂志, 2015, 30(11): 964-967.
- [13] Gittler M, Davis A M. Guidelines for adult stroke rehabilitation and recovery[J]. JAMA, 2018, 319(8): 820-821.
- [14] National Stroke Foundation. Draft clinical guidelines for stroke management 2017[EB/OL]. (2022-12-09)[2022-12-10]. <https://informme.org.au/guidelines/living-clinical-guidelines-for-stroke-man>.
- [15] Sall J, Eapen B C, Tran J E, et al. The management of stroke rehabilitation: a synopsis of the 2019 U. S. Department of Veterans Affairs and U. S. Department of Defense Clinical Practice Guideline[J]. Ann Intern Med, 2019, 171(12): 916-924.
- [16] 张通, 赵军, 白玉龙, 等. 中国脑血管病临床管理指南 (节选版)——卒中康复管理[J]. 中国卒中杂志, 2019, 14(8): 823-831.
- [17] 陈煌, 谢红珍, 黎蔚华, 等. 脑卒中肢体功能障碍患者早期康复护理的最佳证据总结[J]. 解放军护理杂志, 2020, 37(6): 6-10.
- [18] Slade S. Post stroke: balance training[J/OL]. (2021-06-08) [2022-12-10]. <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=jbi&NEWS=N&An=JBI10566>.
- [19] Lo K, Stephenson M, Lockwood C. Effectiveness of robotic assisted rehabilitation for mobility and functional ability in adult stroke patients: a systematic review[J]. JBI Database System Rev Implement Rep, 2017, 15(12): 3049-3091.
- [20] Cho J E, Yoo J S, Kim K E, et al. Systematic review of appropriate robotic intervention for gait function in subacute stroke patients[J]. Biomed Res Int, 2018, 2018: 4085298.
- [21] Schröder J, Truijen S, Van Crieking T, et al. Feasibility and effectiveness of repetitive gait training early after stroke: a systematic review and meta-analysis[J]. J Rehabil Med, 2019, 51(2): 78-88.
- [22] Zheng Q X, Ge L, Wang C C, et al. Robot-assisted therapy for balance function rehabilitation after stroke: a systematic review and meta-analysis [J]. Int J Nurs Stud, 2019, 95: 7-18.
- [23] Mehrholz J, Thomas S, Kugler J, et al. Electromechanical-assisted training for walking after stroke [J]. Cochrane Database Syst Rev, 2020, 10(10): CD006185.
- [24] Moucheboeuf G, Griffier R, Gasq D, et al. Effects of robotic gait training after stroke: a meta-analysis[J]. Ann Phys Rehabil Med, 2020, 63(6): 518-534.
- [25] Calabrò R S, Sorrentino G, Cassio A, et al. Robotic-assisted gait rehabilitation following stroke: a systematic review of current guidelines and practical clinical recommendations[J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2021, 57(3): 460-471.
- [26] Wang L, Zheng Y, Dang Y, et al. Effects of robot-assisted training on balance function in patients with stroke: a systematic review and meta-analysis[J]. J Rehabil Med, 2021, 53(4): jrm00174.
- [27] Han E Y, Im S H, Kim B R, et al. Robot-assisted gait training improves brachial-ankle pulse wave velocity and peak aerobic capacity in subacute stroke patients with totally dependent ambulation: randomized controlled trial [J]. Medicine (Baltimore), 2016, 95(41): e5078.
- [28] Kim H Y, Shin J H, Yang S P, et al. Robot-assisted gait training for balance and lower extremity function in patients with infratentorial stroke: a single-blinded randomized controlled trial[J]. J Neuroeng Rehabil, 2019, 16(1): 99-111.
- [29] Mustafaoglu R, Erhan B, Yeldan I, et al. Does robot-assisted gait training improve mobility, activities of daily living and quality of life in stroke? A single-blinded, randomized controlled trial[J]. Acta Neurol Belg, 2020, 120(2): 335-344.
- [30] Ogino T, Kanata Y, Uegaki R, et al. Improving abnormal gait patterns by using a gait exercise assist robot (GEAR) in chronic stroke subjects: a randomized, controlled, pilot trial[J]. Gait Posture, 2020, 82: 45-51.
- [31] 雷赛, 余可斐, 鹿蓓, 等. 脑卒中患者康复入院护理评估表的设计及其应用效果研究[J]. 护理学报, 2020, 27(17): 1-5.
- [32] Powers W J, Rabinstein A A, Ackerson T, et al. 2018 Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association[J]. Stroke, 2018, 49(3): e46-e110.
- [33] 李辉, 傅建明, 顾旭东, 等. 下肢康复机器人训练联合心理干预对脑卒中后抑郁及肢体功能恢复的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2013, 35(8): 630-633.
- [34] D'Isabella N T, Shkredova D A, Richardson J A, et al. Effects of exercise on cardiovascular risk factors following stroke or transient ischemic attack: a systematic review and meta-analysis[J]. Clin Rehabil, 2017, 31(12): 1561-1572.
- [35] 张博寒, 蔡卫新, 王艳玲, 等. 236 个三级医院神经疾病相关科室应用机器人辅助康复训练的现状调查[J]. 中华现代护理杂志, 2022, 28(19): 2548-2554.
- [36] 马亚新. Lokomat 机器人对缺血性脑卒中患者下肢功能的影响[D]. 唐山: 河北联合大学, 2014.