

不同运动方式对帕金森病患者运动功能影响的网状 Meta 分析

张洋^{1,2} 苏艳红² 刘雨杰² 苏鑫宇²¹首都体育学院,北京 100191; ²辽宁师范大学体育学院,大连 116029

通信作者:苏艳红,Email:suyh0703@163.com

【摘要】 目的 系统评价不同运动方式对帕金森病患者运动功能的影响。方法 检索 PubMed、Cochrane Library、Embase、Web of science、中国知网、维普网、万方文献数据库,从建库到 2022 年 8 月 12 日有关运动对帕金森病患者运动功能影响的实验研究,并采用 Stata 17.0 版软件对纳入数据进行网状 Meta 分析。结果 共纳入涉及 8 种运动干预手段的 54 项研究。网状 Meta 分析结果显示,帕金森操[标准化均数差(SMD)=-3.42,95%置信区间(CI)为(-4.11,-2.73)]、平衡训练[SMD=-1.23,95%CI(-1.71,-0.75)]以及太极拳[SMD=-0.54,95%CI(-0.96,-0.14)]是降低帕金森病患者统一帕金森病评定量表第三部分评分较好的 3 种干预方式;太极拳[SMD=-0.63,95%CI(-0.89,-0.37)]、虚拟现实技术[SMD=-0.44,95%CI(-0.83,-0.04)]以及平衡训练[SMD=-0.41,95%CI(-0.67,-0.16)]是改善帕金森病患者“起立-行走”计时测试评分较好的 3 种干预方式;机器人辅助训练[SMD=1.36,95%CI(0.50,2.23)]、虚拟现实技术[SMD=0.61,95%CI(0.29,0.93)]以及帕金森操[SMD=1.01,95%CI(0.53,1.51)]是显著改善帕金森病患者 Berg 平衡量表评分较好的 3 种干预方式。结论 帕金森操、太极拳、机器人辅助训练在改善帕金森病患者运动功能方面的效果较好。

【关键词】 运动干预; 帕金森病; 运动功能; 网状 Meta 分析

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.08.013

帕金森病是全球范围内发病率较高的中枢神经系统退行性疾病^[1]。有研究报道,中国帕金森病患者超 200 万例^[2]。帕金森病患者常出现严重的运动功能障碍,影响生活质量,给其家庭造成重大负担。运动作为一种操作简便和低成本干预措施,能促进神经康复,有效减轻帕金森病患者的运动功能障碍。平衡训练、帕金森操、虚拟现实技术、抗阻训练、机器人辅助训练、跑步机训练、太极拳、步行训练,已被证实能对帕金森病患者的运动功能产生积极影响^[3]。然而,不同的运动项目具有不同的特点,可能对帕金森病患者产生不同的效果。例如,平衡训练能够促使帕金森病患者的身体灵敏度及协调性得到提高,但主要依靠康复治疗师进行手法操作,人力物力耗费较大;步行训练可以改善帕金森病患者的步态、平衡能力和日常生活能力,但存在治疗师体力消耗较大、训练持续时间短、强度不够、重复性差等缺点;虚拟现实技术通过提供感官反馈,实现运动功能的个性化重复练习^[4],但目前虚拟现实设备较少,且缺少较规范化的治疗指南。目前,多数研究者针对特定运动类型对帕金森病患者的影响,或不同类型运动的干预效果进行了探讨,尚缺乏最佳运动计划的相关证据。

利用网状 Meta 分析,结合随机对照试验中的直接证据和间接证据,对同一结局指标的不同干预措施进行比较并排序,可以完整地理解不同干预措施的临床疗效差异^[5]。本研究纳入了帕金森操、平衡训练、太极拳、机器人辅助训练、虚拟现实技术、抗阻训练、步行训练、跑步机训练 8 种运动干预手段的随机对照研究,采用网状 Meta 分析比较不同运动方式对帕金森病患者运动功能的影响,以期对帕金森病患者制订运动处方提供依据。

资料与方法

一、纳入和排除标准

纳入标准:①研究对象均为经医院确诊的帕金森病患者;②实验组干预方式为能按单一运动分类的实验研究,对照组采用常规康复措施或空白治疗,或与实验组不同的运动方式;③结局指标至少包括以下一项,统一帕金森病评定量表第三部分、Berg 平衡量表和“起立-行走”计时测试。

排除标准:①非中、英文文献;②通过多种途径未能获取全文,以及会议摘要、文献综述、随访类文献;③结局指标不符或原始研究中无法提取相关数据的文献。

二、检索策略

在 PubMed、Cochrane Library、Embase、Web of science、中国知网、维普网、万方文献数据库中,检索从建库到 2022 年 8 月 12 日有关运动对帕金森病患者运动功能影响的实验研究。检索词为帕金森、帕金森病、帕金森病综合症、震颤麻痹、原发性帕金森病、自发性帕金森病、Lewy 体帕金森病、运动疗法、训练、运动干预、体育锻炼、锻炼、康复训练、运动处方、Parkinson disease、Parkinson's disease、Parkinson syndrome、primary parkinsonism、paralysis agitans、PD、idiopathic parkinson's disease、Lewy body parkinson's disease、exercise、physical exercise、sports、training、physical training、exercise intervention、exercise training、randomized controlled trial、randomized、placebo 等。

三、文献筛选和资料提取

将文献题录导入 NoteExpress3.6.0 文献管理器进行查重,删除重复文献;由两名研究人员根据标题和摘要独立进行初步文献筛选,并进行资格评估;剩余文献仍由审查标题和摘要的两

名研究人员根据纳入及排除标准进行复筛,提取符合标准的文献资料(包括患者资料、干预手段、结局指标)。在此期间如遇分歧,则与第三位研究人员协商解决。

四、纳入研究的偏倚风险评价

由两名研究者采用 Cochrane 系统评价手册 5.1.0 推荐的随机对照实验质量评估标准,独立评估纳入的文献,并交叉核对结果。

五、统计学方法

采用 Stata 17.0 对纳入数据进行网状 Meta 分析并绘制图形。运用不一致性模型进行整体不一致性检验,若 $P>0.05$,则存在一致性;运用节点劈裂法进行局部不一致性检验,若 $P<0.05$,则存在局部不一致性。计算标准化均数差(standardized-mean difference, SMD)及其相关的 95% 置信区间(confidence interval, CI)。累积排序概率曲线下面积图(surface under the cumulative ranking, SUCRA)用于计算运动干预方式的优劣排序及概率;绘制漏斗图用于识别是否存在发表偏倚。

结 果

一、文献检索、基本特征及质量评价

最终纳入文献 54 篇,共涉及 8 种干预措施,包括平衡训练、帕金森操、虚拟现实技术、抗阻训练、机器人辅助训练、跑步机训练、太极拳、步行训练。文献筛选流程及偏倚风险评估见图 1、图 2,纳入文献的基本特征见表 1。

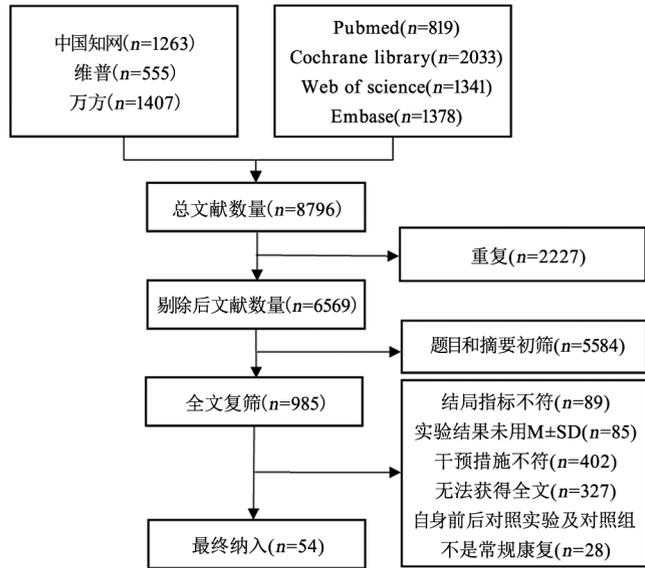


图 1 文献筛选流程图

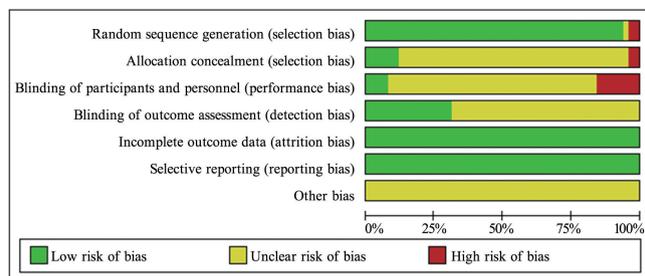


图 2 纳入研究偏倚风险评估结果

二、网状 Meta 分析

1. 不一致性检验:对 3 种结局指标进行局部、整体不一致性检验,结果显示均存在不一致性($P>0.05$),因此本研究采用不一致性模型进行分析。

2. 统一帕金森病评定量表第三部分:29 项研究报告了运动对帕金森病患者统一帕金森病评定量表第三部分评分的影响,其中,太极拳[SMD=-0.54, 95% CI(-0.96, -0.14)]、帕金森操[SMD=-3.42, 95% CI(-4.11, -2.73)]以及平衡训练[SMD=-1.23, 95% CI(-1.71, -0.75)]、机器人辅助训练[SMD=-1.01, 95% CI(-2.03, -0.01)]、跑步机训练[SMD=1.31, 95% CI(0.57, 2.04)]与对照组相比,差异有统计学意义($P<0.05$),网状关系图见图 3。干预方式的优劣排序为:帕金森操>平衡训练>太极拳>机器人辅助训练>虚拟现实技术>抗阻训练>步行训练>跑步机训练,见图 4。漏斗图结果显示,所有研究整体呈现对称性分布,提示偏倚较小,见图 5。

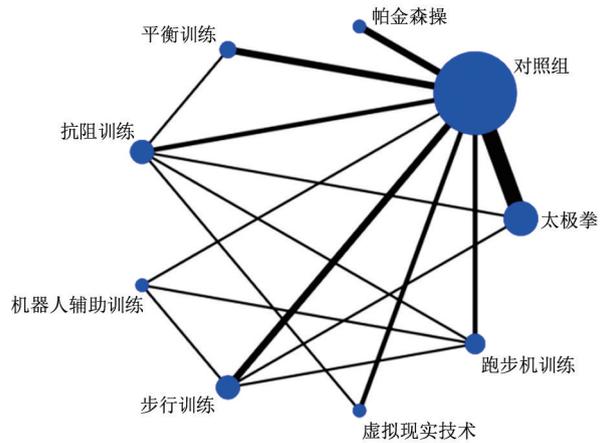


图 3 运动干预对统一帕金森病评定量表第三部分影响的网状关系图

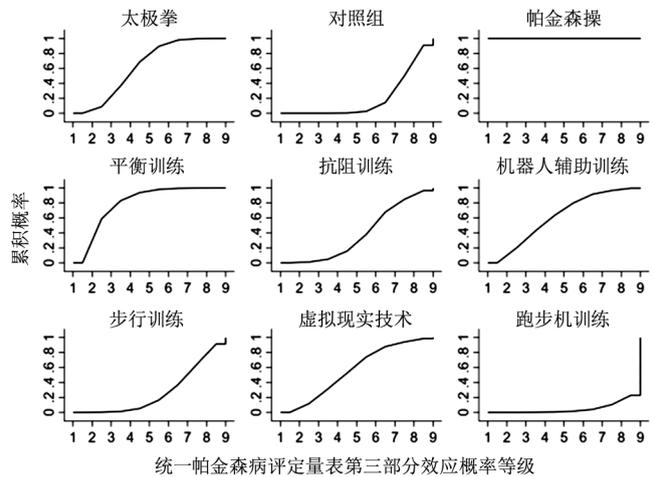


图 4 运动干预对统一帕金森病评定量表第三部分影响的排序图

表 1 纳入文献的基本特征

纳入文献	样本量(例)		干预措施		干预周期	结局指标
	实验组	对照组	实验组	对照组		
张颖等 ^[6] 2021	40	40	平衡训练	常规治疗	4 周	①②
余晓佳等 ^[7] 2019	30	30	平衡训练	常规治疗	—	①②
杨长贵等 ^[8] 2018	123	123	平衡训练	常规治疗	4 周	①②③
王春景等 ^[9] 2020	42	42	平衡训练	常规治疗	4 周	②
赵姣姣等 ^[10] 2020	28	28	平衡训练	常规治疗	4 周	②
林志诚等 ^[11] 2016	17	14	虚拟现实技术	平衡训练	4 周	②③
刘静等 ^[12] 2020	21	21	虚拟现实技术	平衡训练	4 周	②
Landers 等 ^[13] 2016	10	10	平衡训练	常规治疗	4 周	②
汪亚群等 ^[14] 2014	32	30	帕金森操	常规治疗	8 周	①②
陈耀英等 ^[15] 2015	21	21	帕金森操	常规治疗	4 周	②
唐浪娟等 ^[16] 2020	21	21	帕金森操	步行训练	12 周	②
李小丽等 ^[17] 2017	14	14	帕金森操	常规治疗	12 周	①
唐浪娟等 ^[18] 2017	20	20	帕金森操	常规治疗	12 周	①
李润泽等 ^[19] 2021	24	24	虚拟现实技术	常规治疗	4 周	①②③
秦灵芝等 ^[20] 2019	43	40	虚拟现实技术	常规治疗	6 周	①②
柏秀玲等 ^[21] 2021	42	42	虚拟现实技术	常规治疗	4 周	①②
Smania 等 ^[22] 2010	28	27	平衡训练	常规治疗	7 周	②
Santos 等 ^[23] 2019	15	15	虚拟现实技术	常规治疗	8 周	②③
Feng 等 ^[24] 2019	14	14	虚拟现实技术	常规治疗	12 周	①②③
Gandolfi 等 ^[25] 2017	36	34	虚拟现实技术	平衡训练	7 周	②
Pazzaglia 等 ^[26] 2020	25	26	虚拟现实技术	常规治疗	6 周	②
唐浪娟等 ^[27] 2019	31	31	抗阻训练	常规治疗	12 周	②
朱彤等 ^[28] 2022	39	39	抗阻训练	常规治疗	6 周	②
Carvalho 等 ^[29] 2015	5(T1) 8(T2)	9	跑步机训练(T1) 抗阻训练(T2)	常规治疗	12 周	①
唐洁等 ^[30] 2017	31	33	抗阻训练	平衡训练	8 周	①③
Demonceau 等 ^[31] 2017	15	15	抗阻训练	常规治疗	12 周	③
Helgerud 等 ^[32] 2020	15	7	抗阻训练	常规治疗	4 周	③
Li 等 ^[33] 2012	65(T1) 65(T2)	65	太极拳(T1) 抗阻训练(T2)	常规治疗	24 周	①③
Schlenstedt 等 ^[34] 2015	17	15	抗阻训练	平衡训练	7 周	①③
Silva-Batista 等 ^[35] 2020	17	15	抗阻训练	常规治疗	12 周	①
丁文娟等 ^[36] 2022	20	20	机器人辅助训练	步行训练	8 周	①②③
Picelli 等 ^[37] 2012	17	17	机器人辅助训练	常规治疗	4 周	①②③
Picelli 等 ^[38] 2013	20(T1) 20(T2)	20	机器人辅助训练(T1) 跑步机训练(T2)	常规治疗	4 周	①②
Picelli 等 ^[39] 2015	33	33	机器人辅助训练	平衡训练	4 周	①②③
Capecci 等 ^[40] 2019	48	48	机器人辅助训练	跑步机训练	4 周	①③
Bang 等 ^[41] 2017	10	10	跑步机训练	步行训练	4 周	①②③
Arfa-Fatollahkhani 等 ^[42] 2019	11	9	跑步机训练	常规治疗	10 周	③
Steib 等 ^[43] 2017	21	22	跑步机训练	常规治疗	8 周	③
Nadeau 等 ^[44] 2014	29	34	跑步机训练	常规治疗	24 周	①
Canning 等 ^[45] 2012	10	10	跑步机训练	常规治疗	6 周	①
季苏琼等 ^[46] 2016	19	19	太极拳	常规治疗	12 周	①②
路富林等 ^[47] 2017	8	8	太极拳	常规治疗	8 周	①②
管细红等 ^[48] 2016	31	31	太极拳	常规治疗	12 周	②③
管细红等 ^[49] 2018	40	40	太极拳	常规治疗	24 周	②③
朱毅等 ^[50] 2011	20	20	太极拳	步行训练	4 周	①②
陆彩凤等 ^[51] 2015	34	34	太极拳	常规治疗	12 周	①②
李博等 ^[52] 2017	30	30	太极拳	常规治疗	12 周	②
管细红等 ^[53] 2017	40	40	太极拳	常规治疗	24 周	②
Gao 等 ^[54] 2014	37	39	太极拳	常规治疗	12 周	①②③
Choi 等 ^[55] 2013	11	9	太极拳	常规治疗	12 周	①③
朱明泽等 ^[56] 2017	8	8	太极拳	常规治疗	24 周	①
宋金辉等 ^[57] 2015	20	20	步行训练	常规治疗	4 周	①②
Cugusi 等 ^[58] 2015	10	10	步行训练	常规治疗	12 周	①②③
Cheng 等 ^[59] 2017	12	12	步行训练	常规治疗	4 周	①③

注: T1、T2 表示采用不同运动方式的实验组; ①表示统一帕金森病评定量表第三部分; ②表示 Berg 平衡量表; ③表示“起立-行走”计时测试

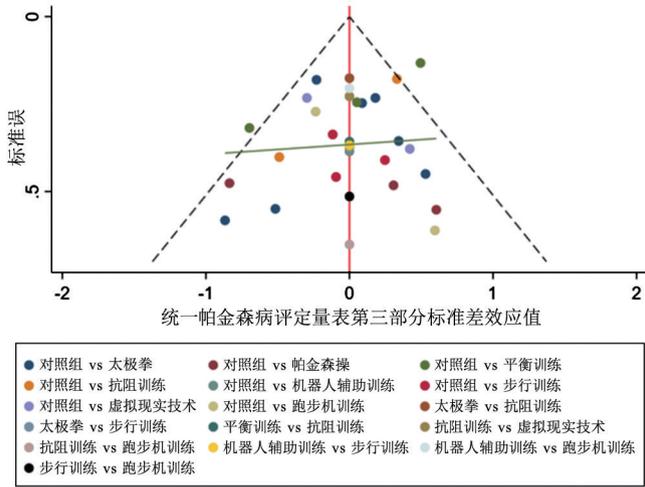


图 5 运动干预对统一帕金森病评定量表第三部分影响的漏斗图

3.“起立-行走”计时测试:24 项研究报告了运动对帕金森病患者“起立-行走”计时测试评分的影响,太极拳[SMD = -0.63,95%CI(-0.89,-0.37)]、平衡训练[SMD = -0.41,95%CI(-0.67,-0.16)]以及虚拟现实技术[SMD = -0.44,95%CI(-0.83,-0.04)]与对照组相比,差异有统计学意义($P < 0.05$),网状关系图见图 6。干预方式的优劣排序为:机器人辅助训练>太极拳>虚拟现实技术>平衡训练>跑步机训练>步行训练>抗阻训练,见图 7。漏斗图结果显示,所有研究整体呈现对称性分布,提示偏倚较小,见图 8。

4.Berg 平衡量表:38 项研究报告了运动对帕金森病患者 Berg 平衡量表评分的影响,太极拳[SMD = 0.62,95%CI(0.39,0.85)]、帕金森操[SMD = 1.01,95%CI(0.53,1.51)]、平衡训练[SMD = 0.99,95%CI(0.75,1.22)]、抗阻训练[SMD = 1.96,95%CI(1.48,2.45)]、机器人辅助训练[SMD = 1.36,95%CI(0.50,2.23)]、步行训练[SMD = 1.60,95%CI(0.94,2.26)]、虚拟现实技术[SMD = 0.61,95%CI(0.29,0.93)]以及跑步机训练[SMD = 0.78,95%CI(0.05,1.51)]与对照组相比,差异有统计学意义($P < 0.05$),网状关系图见图 9。干预方式的优劣排序为:机器人辅助训练>虚拟现实技术>帕金森操>步行训练>抗阻训练>平衡训练>跑步机训练>太极拳,见图 10。漏斗图结果显示,所有研究整体呈现对称性分布,提示偏倚较小,见图 11。

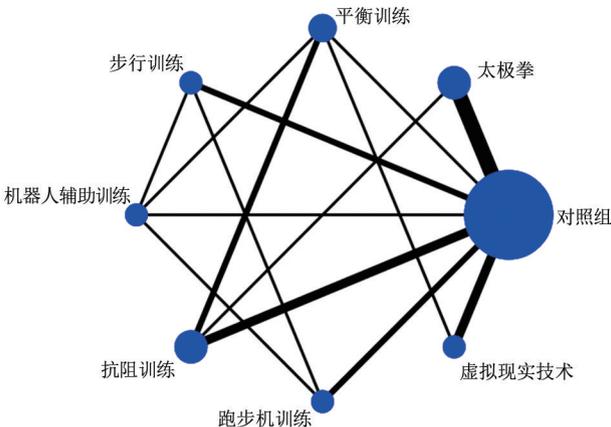


图 6 运动干预对“起立-行走”计时测试评分影响的网状关系图

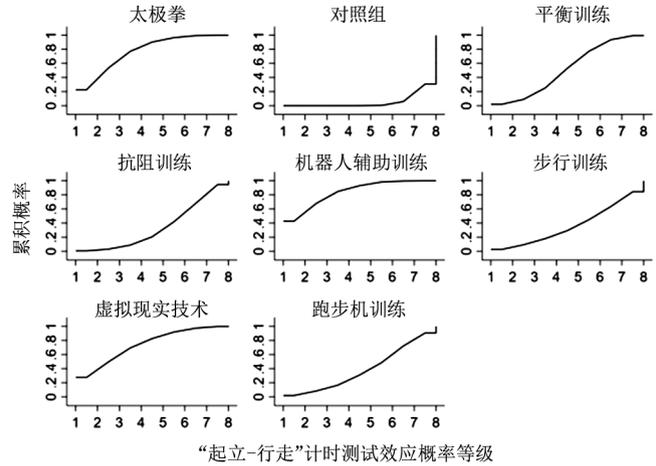


图 7 运动干预对“起立-行走”计时测试评分影响的排序图

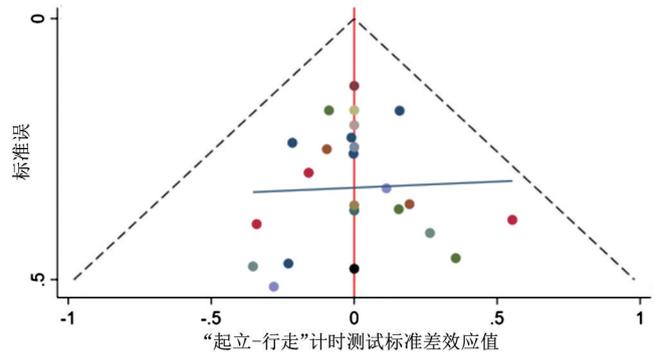


图 8 运动干预对“起立-行走”计时测试评分影响的漏斗图

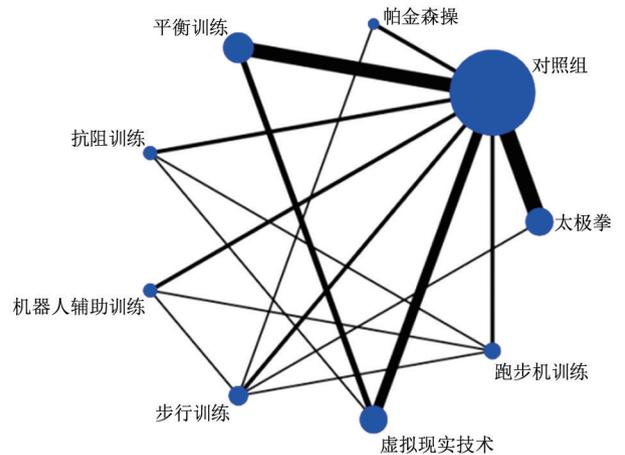


图 9 运动干预对 Berg 平衡量表评分影响的网状关系图

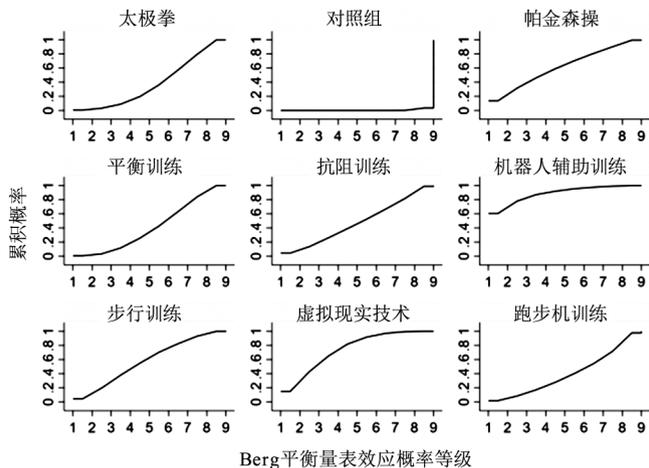


图 10 运动干预对 Berg 平衡量表评分影响的排序图

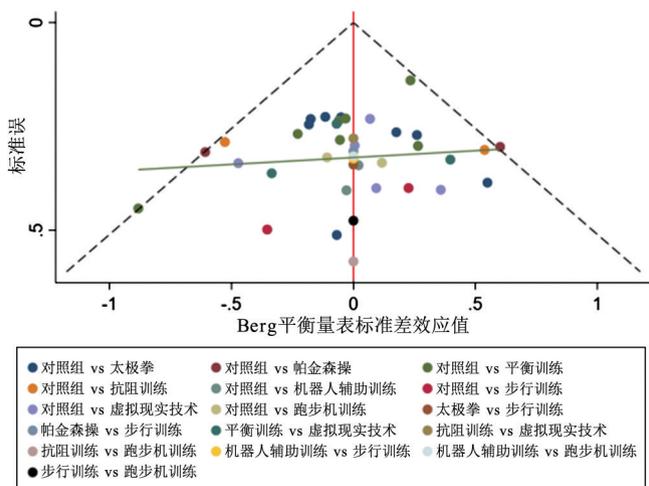


图 11 运动干预对 Berg 平衡量表评分影响的漏斗图

讨论

本研究共纳入包含了 8 种运动干预手段的 54 项研究,通过不同结局指标,比较了多种运动方式在改善帕金森病患者运动功能方面的差异。研究结果显示,帕金森操、太极拳、机器人辅助训练在改善帕金森病患者运动功能方面,较其它运动类型更有效。

本研究选用统一帕金森病评定量表、“起立-行走”计时测试及 Berg 平衡量表 3 种结局指标评定帕金森病患者的运动功能。统一帕金森病评定量表是目前国际上常用的评估帕金森病患者运动功能的方法^[60]。采用统一帕金森病评定量表第三部分的相应条目,可以对运动迟缓、僵硬、姿势平衡障碍、步态异常和手功能活动障碍等进行评定。有关帕金森病动物模型的研究表明,运动可以减少 α -突触核蛋白聚集,增加多巴胺水平,改善运动和认知功能^[61]。定期的运动干预可能会逆转或减轻帕金森病潜在的神经退行性病变,从而改善统一帕金森病评定量表评分。

帕金森操以中枢神经系统的可塑性理论为基础,包括全身的放松、热身、牵伸运动和协调平衡运动,通过调节基底神经节的功能,刺激大脑神经中枢皮质联系重新建立,帮助患者强化

传入、传出冲动刺激,利于高级中枢神经系统充分发挥代偿作用,以恢复运动功能,从而改善帕金森病患者上肢和下肢的运动迟缓和僵硬症状^[18]。因此,帕金森操是降低统一帕金森病评定量表评分、延缓帕金森病患者功能障碍进展、缓解早期肌肉僵硬和运动迟缓症状效果较好的运动干预方式。

网状 Meta 分析结果显示,太极拳是提高“起立-行走”计时测试评分效果较好的运动干预方式。帕金森病患者存在颈背部屈曲前倾、肌强直和肌张力改变等症状,通过太极拳锻炼整个腿部肌群和膝、踝关节周围韧带,可以改善患者伸、屈肌的协调性,提高平衡能力和控制力,从而降低跌倒的发生率^[49]。此外,太极拳具有所需运动空间较小、运动过程相对徐缓、运动动作相对简单等特点,较便于帕金森病患者运动。因此,太极拳也是缓解帕金森病患者运动迟缓和肌肉僵硬、改善功能障碍效果较好的运动干预方式。

机器人辅助训练是改善平衡功能效果较好的运动手段,这一结论与既往研究一致^[62]。机器人辅助训练主要用于改善帕金森病患者的上下肢运动功能,着力于改变患者姿势不稳、动静平衡、步态冻结等问题^[63],通过设定相应的关节角度和速度,促使患者努力向前迈步,一定时间内的高频率重复运动可以减少痉挛,增强帕金森病患者的神经可塑性,并强化外周深浅感觉输入,提高平衡能力,促使步态功能恢复。此外,机器人训练系统还可以提供充分的反馈、安全的环境和充分的保护。因此,机器人辅助训练也是对帕金森病患者运动功能产生积极影响的干预手段之一。

本研究存在的局限性:①将无法分型的运动干预方式排除在外,在一定程度上降低了证据的全面性;②部分运动疗法之间无直接比较结果;③不同运动方式比较的研究纳入数量不足,可能对结果产生影响。

综上所述,帕金森操、太极拳和机器人辅助训练是提高帕金森病患者运动功能较好的干预方式。在今后的研究和临床实际操作中,应根据患者自身的实际情况,合理选择运动方式,以获得最佳康复效果。

参考文献

- [1] 甘雪,刘书一,王正波.线粒体自噬及功能障碍与帕金森病[J].中国比较医学杂志,2020,30(10):121-127.DOI:10.3969/j.issn.1671-7856.2020.10.018.
- [2] 王姝,莫英绪,彭芳,等.广西北海地区帕金森病患病率与饮食因素的相关性研究[J].中华老年心脑血管病杂志,2018,20(4):417-418.DOI:10.3969/j.issn.1009-0126.2018.04.021.
- [3] 朱书月,叶小青,彭娟娟,等.帕金森病运动障碍康复的研究现状[J].国际老年医学杂志,2021,42(3):182-185.DOI:10.3969/j.issn.1674-7593.2021.03.014.
- [4] 李笑冰,白雅,刘学东.虚拟现实技术在帕金森病康复治疗中的应用[J].中华物理医学与康复杂志,2022,44(7):645-648.DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.07.016.
- [5] Zhang S, Huang X, Zhao X, et al. Effect of exercise on bone mineral density among patients with osteoporosis and osteopenia: a systematic review and network meta-analysis [J]. Clin Nurs, 2022, 31(15-16): 2100-2111. DOI: 10.1111/jocn.16101.
- [6] 张颖,张亚军,钱辉,等.基于表面电极肌电信号研究平衡功能训练对帕金森患者运动控制能力的影响[J].中国现代医生,2021,59

- (14): 7-11. DOI: 1673-9701(2021)14-0007-05.
- [7] 余晓佳. 帕金森病患者运用 Synapsys 静态平衡仪康复训练效果[J]. 国际医药卫生导报, 2019, 25(24): 3998-3999. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-1245.2019.24.007.
- [8] 杨长贵, 李爱东, 蔡思敏, 等. 平衡训练系统对帕金森病平衡障碍和跌倒的影响[J]. 临床和实验医学杂志, 2018, 17(24): 2646-2649. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4695.2018.24.021.
- [9] 王春景. 平衡训练系统辅助治疗对帕金森病患者平衡能力及跌倒发生的影响[J]. 医药论坛杂志, 2020, 41(1): 105-107. DOI: CNKI: SUN: HYYX.0.2020-01-033.
- [10] 赵姣姣, 赵娅男. 平衡仪训练对帕金森病平衡及自理能力的影响[J]. 中国城乡企业卫生, 2020, 35(4): 1-3. DOI: 10.16286/j.1003-5052.2020.04.001.
- [11] 林志诚, 陈阿贞, 江一静, 等. 虚拟现实平衡游戏训练对帕金森病患者平衡功能的效果[J]. 中国康复理论与实践, 2016, 22(9): 1059-1063. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2016.09.017.
- [12] 刘静, 颜智, 廖瑞松, 等. 虚拟现实技术对帕金森病患者平衡功能的康复效果[J]. 中国康复医学杂志, 2020, 35(6): 682-687. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2020.06.007.
- [13] Landers MR, Hatlevig RM, Davis AD, et al. Does attentional focus during balance training in people with Parkinson's disease affect outcome? A randomised controlled clinical trial[J]. Clin Rehabil, 2016, 30(1): 53-63. DOI: 10.1177/0269215515570377.
- [14] 汪亚群, 谢慧森, 江霞, 等. 帕金森病康复操佐治早期帕金森病患者运动症状的研究[J]. 中华中医药杂志, 2014, 29(6): 2012-2014. DOI: CNKI: SUN: BXYY.0.2014-06-076.
- [15] 陈耀英, 许一, 陈赛莲, 等. 帕金森健康操对帕金森患者运动功能障碍的影响[J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2015, 36(21): 3186-3187. DOI: CNKI: SUN: QQHB.0.2015-21-036.
- [16] 唐浪娟, 彭雨燕, 汪春霞, 等. 帕金森操、慢走对帕金森病患者肢体运动功能及平衡功能的影响[J]. 中国老年学杂志, 2020, 40(13): 2801-2803. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2020.13.037.
- [17] 李小丽, 莫昊风, 饶利斌, 等. 帕金森健康操对帕金森病运动功能的影响[J]. 心理医生, 2017, 23(35): 301-302. DOI: 1007-8231(2017)35-0301-02.
- [18] 唐浪娟, 彭雨燕, 岳丽春. 帕金森健康操对帕金森患者运动症状康复疗效的观察[J]. 中国康复医学杂志, 2017, 32(4): 464-466. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2017.04.018.
- [19] 李润泽. 基于循证的虚拟现实技术在帕金森病患者康复中的应用研究[D]. 青岛: 青岛大学, 2021.
- [20] 秦灵芝, 李玮, 王晓娟, 等. 虚拟现实技术在帕金森病冻结步态康复中的应用[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2019, 41(3): 206-209. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.03.010.
- [21] 柏秀玲. 虚拟现实技术结合强化肌力训练对帕金森病患者平衡功能及行走能力的影响[J]. 反射疗法与康复医学, 2021, 2(8): 118-120. DOI: 118-120.2096-7950(2021)04(b)-0118-03.
- [22] Smania N, Corato E, Tinazzi M, et al. Effect of balance training on postural instability in patients with idiopathic Parkinson's disease[J]. Neurorehabil Neural Repair, 2010, 24(9): 826-834. DOI: 10.1177/1545968310376057.
- [23] Santos P, Machado T, Santos L, et al. Efficacy of the Nintendo Wii combination with conventional exercises in the rehabilitation of individuals with Parkinson's disease: a randomized clinical trial[J]. Neuro-Rehabilitation, 2019, 45(2): 255-263. DOI: 10.3233/NRE-192771.
- [24] Feng H, Li C, Liu J, et al. Virtual reality rehabilitation versus conventional physical therapy for improving balance and gait in Parkinson's disease patients: a randomized controlled trial[J]. Med Sci Monit, 2019, 25: 4186-4192. DOI: 10.12659/MSM.916455.
- [25] Gandolfi M, Geroin C, Dimitrova E, et al. Virtual reality telerehabilitation for postural instability in Parkinson's disease: a multicenter, single-blind, randomized, controlled trial[J]. Biomed Res Int, 2017, 2017: 7962826. DOI: 10.1155/2017/7962826.
- [26] Pazzaglia C, Imbimbo I, Tranchita E, et al. Comparison of virtual reality rehabilitation and conventional rehabilitation in Parkinson's disease: a randomised controlled trial[J]. Physiotherapy, 2020, 106: 36-42. DOI: 10.1016/j.physio.2019.12.007.
- [27] 唐浪娟, 梅瑰, 王真真, 等. 抗阻训练对改善帕金森病患者下肢肌力及平衡功能的效果[J]. 中国老年学杂志, 2019, 39(1): 127-130. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2019.01.046.
- [28] 朱彤, 桑九英, 孙彩花, 等. 抗阻运动联合规律康复训练在帕金森病患者护理中的应用[J]. 齐鲁护理杂志, 2022, 28(5): 22-25. DOI: 10.3969/j.issn.1006-7256.2022.05.007.
- [29] Carvalho A, Barbirato D, Araujo N, et al. Comparison of strength training, aerobic training, and additional physical therapy as supplementary treatments for Parkinson's disease: pilot study[J]. Clin Interv Aging, 2015, 10: 183-191. DOI: 10.2147/CIA.S68779.
- [30] 唐洁, 曾艳, 林碧映. 力量和平衡训练对帕金森病患者运动及姿势控制功能的影响[J]. 神经损伤与功能重建, 2017, 12(3): 266-268. DOI: 10.16780/j.cnki.sjssgncj.2017.03.027.
- [31] Demonceau M, Maquet D, Jidovtseff B, et al. Effects of twelve weeks of aerobic or strength training in addition to standard care in Parkinson's disease: a controlled study[J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2017, 53(2): 184-200. DOI: 10.23736/S1973-9087.16.04272-6.
- [32] Helgerud J, Thomsen SN, Hoff J, et al. Maximal strength training in patients with Parkinson's disease: impact on efferent neural drive, force-generating capacity, and functional performance[J]. J Appl Physiol (1985), 2020, 129(4): 683-690. DOI: 10.1152/jappphysiol.00208.2020.
- [33] Li F, Harmer P, Fitzgerald K, et al. Tai chi and postural stability in patients with Parkinson's disease[J]. N Engl J Med, 2012, 366(6): 511-519. DOI: 10.1056/NEJMoa1107911.
- [34] Schlenstedt C, Paschen S, Kruse A, et al. Resistance versus balance training to improve postural control in Parkinson's disease: a randomized rater blinded controlled study[J]. PLoS One, 2015, 10(10): e0140584. DOI: 10.1371/journal.pone.0140584.
- [35] Silva-Batista C, de Lima-Pardini AC, Nucci MP, et al. A randomized, controlled trial of exercise for Parkinsonian individuals with freezing of gait[J]. Mov Disord, 2020, 35(9): 1607-1617. DOI: 10.1002/mds.28128.
- [36] 丁文娟, 梁成盼, 苏敏. 下肢康复机器人对帕金森病患者平衡功能影响的研究[J]. 中国康复医学杂志, 2022, 37(4): 494-500. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2022.04.010.
- [37] Picelli A, Melotti C, Origano F, et al. Does robotic gait training improve balance in Parkinson's disease? A randomized controlled trial[J]. Parkinsonism Relat Disord, 2012, 18(8): 990-993. DOI: 10.1016/j.parkreldis.2012.05.010.
- [38] Picelli A, Melotti C, Origano F, et al. Robot-assisted gait training versus equal intensity treadmill training in patients with mild to moderate Parkinson's disease: a randomized controlled trial[J]. Parkinsonism Relat Disord, 2013, 19(6): 605-610. DOI: 10.1016/j.parkreldis.2013.

02.010.

- [39] Picelli A, Melotti C, Origano F, et al. Robot-assisted gait training is not superior to b-alance training for improving postural instability in patients with mild to moderate Parkins-on's disease: a single-blind randomized controlled trial[J]. Clin Rehabil, 2015, 29(4): 339-347. DOI:10.1177/0269215514544041.
- [40] Capecchi M, Pournajaf S, Galafate D, et al. Clinical effects of robot-assisted gait training and treadmill training for Parkinson's disease. A randomized controlled trial[J]. Ann Phys Rehabil Med, 2019, 62(5): 303-312. DOI:10.1016/j.rehab.2019.06.016.
- [41] Bang DH, Shin WS. Effects of an intensive Nordic walking intervention on the balance function and walking ability of individuals with Parkinson's disease: a randomized controlled pilot trial[J]. Aging Clin Exp Res, 2017, 29(5): 993-999. DOI:10.1007/s40520-016-0648-9.
- [42] Arfa-Fatollahkhani P, Cherati AS, Habibi SA, et al. Effects of treadmill training on the balance, functional capacity and quality of life in Parkinson's disease: a randomized clinical trial[J]. J Complement Integr Med, 2019, 17(1): 245. DOI:10.1515/jcim-2018-0245.
- [43] Steib S, Klamroth S, Gaßner H, et al. Perturbation during treadmill training improves dynamic balance and gait in Parkinson's disease: a single-blind randomized controlled pilot trial[J]. Neurorehabil Neural Repair, 2017, 31(8): 758-768. DOI:10.1177/1545968317721976.
- [44] Nadeau A, Pourcher E, Corbeil P. Effects of 24 wk of treadmill training on gait performance in Parkinson's disease[J]. Med Sci Sports Exerc, 2014, 46(4): 645-655. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000144.
- [45] Canning CG, Allen NE, Dean CM, et al. Home-based treadmill training for individuals with Parkinson's disease: a randomized controlled pilot trial[J]. Clin Rehabil, 2012, 26(9): 817-826. DOI: 10.1177/0269215511432652.
- [46] 季苏琼,毛志娟,杨清梅,等.太极拳锻炼对帕金森患者的疗效观察[J].中国康复,2016,31(1):51-53. DOI:10.3870/zgkf.2016.01.015.
- [47] 路富林.太极拳对老年早期帕金森病患者生活质量的影响[J].中国老年学杂志,2017,37(20):5121-5123. DOI:10.3969/j.issn.1005-9202.2017.20.075.
- [48] 管细红,唐霞珠,刘建民.太极拳训练对帕金森病人步行能力及害怕跌倒的影响[J].护理研究,2016,30(28):3514-3517. DOI:10.3969/j.issn.1009-6493.2016.28.017.
- [49] 管细红,唐霞珠,董永海.太极拳训练对早期帕金森病患者步行能力及害怕跌倒的疗效[J].中国老年学杂志,2018,38(20):4962-4963. DOI:10.3969/j.issn.1005-9202.2018.20.039.
- [50] 朱毅,李建兴,李凝,等.太极拳对早期帕金森病运动控制的影响[J].中国康复理论与实践,2011,17(4):355-358. DOI:10.3969/j.issn.1006-9771.2011.04.017.
- [51] 陆彩凤,李道鸿.太极拳干预对早期帕金森患者平衡与运动能力影响的研究[J].中国保健营养,2015,25(17):69-70. DOI:1004-7484-(2015)17-0069-02.
- [52] 李博,钟清玲,余红,等.太极拳训练对帕金森患者平衡功能及害怕跌倒的影响[J].中国康复医学杂志,2017,32(3):309-312. DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2017.03.013.
- [53] 管细红,吴红梅,刘桂连,等.太极拳训练对早期帕金森病患者平衡功能及害怕跌倒心理的影响[J].江西医药,2017,52(11):1124-1127. DOI:10.3969/j.issn.1006-2238.2017.11.005.
- [54] Gao Q, Leung A, Yang Y, et al. Effects of Tai Chi on balance and fall prevention in Parkinson's disease: a randomized controlled trial[J]. Clin Rehabil, 2014, 28(8): 748-753. DOI: 10.1177/0269215514521044.
- [55] Choi HJ, Garber CE, Jun TW, et al. Therapeutic effects of tai chi in patients with Parkinson's disease[J]. ISRN Neurol, 2013, 2013: 548240. DOI:10.1155/2013/548240.
- [56] 朱明泽.太极拳对帕金森病患者身心健康的影响及生化机制研究[D].上海:上海体育学院,2017.
- [57] 宋金辉,王普清,罗韵文,等.减重步行训练配合节律性听觉刺激及视觉刺激对帕金森病患者步态的影响[J].中国现代医学杂志,2015,25(7):87-91. DOI:10.3969/j.issn.1005-8982.2015.07.022.
- [58] Cugusi L, Solla P, Serpe R, et al. Effects of a Nordic walking program on motor and non-motor symptoms, functional performance and body composition in patients with Parkinson's disease[J]. NeuroRehabilitation, 2015, 37(2):245-254. DOI:10.3233/NRE-151257.
- [59] Cheng FY, Yang YR, Wu YR, et al. Effects of curved-walking training on curved-walking performance and freezing of gait in individuals with Parkinson's disease: a randomized controlled trial[J]. Parkinsonism Relat Disord, 2017, 43: 20-26. DOI: 10.1016/j.parkreldis.2017.06.021.
- [60] Stebbins GT, Goetz CG, Burn DJ, et al. How to identify tremor dominant and postural instability/gait difficulty groups with the movement disorder society unified Parkinson's disease rating scale: comparison with the unified Parkinson's disease rating scale[J]. Mov Disord, 2013, 28(5):668-670. DOI: 10.1002/mds.25383.
- [61] Zhou W, Barkow JC, Freed CR. Running wheel exercise reduces α -synuclein aggregation and improves motor and cognitive function in a transgenic mouse model of Parkinson's disease[J]. PLoS One, 2017, 12(12):e0190160. DOI: 10.1371/journal.pone.0190160.
- [62] Kelly NA, Hammond KG, Bickel CS, et al. Effects of aging and Parkinson's disease on motor unit remodeling: influence of resistance exercise training[J]. J Appl Physiol, 2018, 124(4):888-898. DOI: 10.1152/jappphysiol.00563.
- [63] 祁郑晴,陈微,许虹.辅助机器人在帕金森病人中的应用研究进展[J].护理研究,2022,36(22):4049-4052. DOI:10.12102/j.issn.1009-6493.2022.22.018.

(修回日期:2023-07-23)

(本文编辑:凌琛)