

本体感觉训练联合规律有氧运动对帕金森病患者运动功能的影响*

郭建堂 刘明贺 张永青**

中国人民解放军总医院第三医学中心, 北京 100039

[摘要] **目的** 探讨本体感觉训练联合规律有氧运动对帕金森病患者运动症状、认知功能及血清脑源性神经营养因子 (BDNF) 水平的影响。**方法** 选取 2023 年 1 月—2023 年 12 月在中国人民解放军总医院第三医学中心收治的帕金森病患者 120 例, 按简单随机法分为对照组和观察组, 每组各 60 例, 对照组仅进行常规干预, 观察组接受本体感觉训练联合规律有氧运动, 分别于干预前、干预后评估运动症状、认知功能、血清 BDNF 水平。**结果** 观察组计时“起立-行走”测试 (TUGT) 时间、Berg 平衡量表 (BBS) 评分、平衡仪压力中心运动轨迹长、平衡仪压力中心椭圆面积干预前后差值均大于对照组 ($P < 0.05$); 干预后观察组蒙特利尔认知功能评估量表 (MoCA) 评分、简易精神状态检查量表 (MMSE) 评分及差值均高于对照组 ($P < 0.05$); 干预后观察组 BDNF 水平及差值均高于对照组 ($P < 0.05$)。**结论** 本体感觉训练联合规律有氧运动对帕金森病患者的运动症状和认知功能均有显著改善, 其机制可能与促进 BDNF 水平相关。

[关键词] 帕金森病; 本体感觉训练; 规律有氧运动; 运动症状; 认知功能; 脑源性神经营养因子

doi: 10.3969/j.issn.1674-7593.2025.02.010

Effect of proprioceptive training combined with regular aerobic exercise on motor function in patients with Parkinson's disease

Guo Jiantang, Liu Minghe, Zhang Yongqing* **

The Third Medical Center of Chinese PLA General Hospital, Haidian District, Beijing 100039

* ** Corresponding author: Zhang Yongqing, email: luma_1234@sina.com

[Abstract] **Objective** To investigate the effects of proprioceptive training combined with regular aerobic exercise on motor symptoms, cognitive function and serum BDNF level in patients with Parkinson's disease. **Methods** A total of 120 patients with Parkinson's disease admitted to the Third Medical Center of Chinese PLA General Hospital from January 2023 to December 2023 were selected and divided into control group ($n = 60$) and observation group ($n = 60$) according to simple random method (single blind method). The control group only received routine intervention, and the observation group received proprioceptive training combined with regular aerobic exercise. Motor symptoms, cognitive function, serum BDNF level were assessed before and after intervention. **Results** The differences of TUGT time, Berg Balance Scale (BBS) score, length of movement track of pressure center and ellipse area of pressure center in observation group before and after intervention were greater than those in control group ($P < 0.05$). After intervention, Montreal Cognitive Function Assessment Scale (MoCA) score, Mini-mental State Examination Scale (MMSE) score and difference of observation group were higher than those of control group ($P < 0.05$). After intervention, the level and difference of BDNF in observation group were higher than those in control group ($P < 0.05$). **Conclusion** Proprioceptive training combined with regular aerobic exercise can significantly improve motor symptoms and cognitive function in patients with Parkinson's disease, and the mechanism may be related to the promotion of BDNF level.

[Key words] Parkinson's disease; Proprioceptive training; Regular aerobic exercise; Motor symptoms; Cognitive function; Brain-derived neurotrophic factor

帕金森病是一种慢性进行性神经退行性疾病, 主要特征为肌张力升高、静止性震颤、运动迟缓

和姿势平衡障碍^[1]。统计数据显示全球超过 600 万人患有帕金森病, 且随着人口老龄化趋势的加剧,

收稿日期: 2024-05-23 修回日期: 2024-06-14 录用日期: 2024-06-26

* 国家自然科学基金面上项目 (81873914)

** 通信作者: 张永青, 电子邮箱 luma_1234@sina.com

这一数字正在逐年增加^[2]。帕金森病患者不仅面临肌肉运动受限的困扰,还伴随着认知功能的下降^[3]。认知功能障碍包括注意力、记忆能力和执行功能的损害,严重影响患者的日常生活能力和生活质量^[4-5]。因此,对于帕金森病患者的综合康复干预显得尤为重要。本体感觉训练通过改善患者的平衡感觉和姿势控制,可以提高运动功能和减少跌倒风险^[6]。此外,规律有氧运动已被证实对老年人的认知功能具有积极影响,可以促进大脑的血液供应和神经可塑性^[7]。血清脑源性神经营养因子(Brain-derived neurotrophic factor, BDNF)是一种与神经发育和保护密切相关的蛋白质,其水平的变化可以作为神经系统功能状态的指标^[8-9]。本研究旨在探究本体感觉训练联合规律有氧运动在帕金森病患者中的应用,为提高帕金森病患者的康复效果提供重要参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取2023年1月—2023年12月中国人民解放军总医院第三医学中心收治的帕金森病患者,采用非劣效性检验的方法估算样本量,使用PASS15.0计算,并考虑到20%失访率,最终计算得到每组最小样本量为60例,两组共120例。纳入标准:①符合帕金森病诊断标准^[10];②年龄>60岁;③患者知情同意。排除标准:①合并阿尔茨海默病、抑郁焦虑症等;②合并心力衰竭、心肌梗死等严重心血管疾病;③严重肝肾功能不全;④有严重听力或视力障碍影响运动训练的进程;⑤无法独立行走或需要依赖辅助器具;⑥有进行性恶性肿瘤或其他严重恶性疾病;⑦有不能耐受运动训练的严重肌肉骨骼疾病;⑧下肢骨折。按简单随机法分为对照组和观察组,每组各60例。对照组男35例,女25例,年龄60~74岁,平均年龄(66.95±4.29)岁,Hoehn-Yahr分期(用于评估帕金森病严重程度的分级系统,分期越高表示病情越严重):I期16例,II期17例,III期14例,IV期13例。观察组男38例,女22例,年龄60~75岁,平均年龄(65.77±4.11)岁,Hoehn-Yahr分期:I期15例,II期17例,III期12例,IV期16例。两组一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具可比性。

1.2 方法

对照组仅进行常规干预,观察组接受本体感觉训练联合规律有氧运动,具体操作如下。

1.2.1 对照组 向患者提供关于帕金森病的基本知识、病情发展、治疗方法等方面的教育;提供心理支持和护理,帮助患者应对情绪上的困扰和压力;为患者提供合理的饮食建议,包括饮食均衡、营养丰富等方面的指导;指导患者在日常生活中避免意外伤害,包括居家安全、出行安全等方面的指导。

1.2.2 观察组

1.2.2.1 本体感觉训练 ①本体感觉神经肌肉训练:1~4周,仰卧,患侧下肢屈曲,反转拮抗肌,之后俯卧,放松屈肌,20 min/d。②平衡训练:5~8周,直立于软垫,背靠墙面,将瑞士球置于背与墙间,双足分立,与肩同宽,双上肢环抱于胸前,依次站立、下蹲,每个动作坚持10 s,间歇停顿10 s,20 min/d。③Moto-med训练:9~12周,采用下肢型康复训练器,取坐位,根据耐受力调整阻力,行正反方向训练,每个方向10 min,20 min/d,每周休息1 d,干预地点为本院病区康复训练大厅。

1.2.2.2 规律有氧运动 ①建立规律有氧运动团体,包括研究者、管理医师、护士共3人,研究者职责是负责组织和协调规律有氧运动的团体活动,包括制订运动计划、监督运动进度和效果评估等,管理医师职责是负责对参与运动的患者进行健康评估,监测运动过程中的健康状况,并在必要时提供医学指导和支持,护士职责是负责协助研究者和管理医师进行患者的日常生活照料,监测患者运动过程中的安全状况,并提供必要的护理支持。②建立微信群:出院时邀请患者加入微信群,对于不会使用微信者可让家属代替。③监测有氧运动情况:包括步行、慢跑、太极等,运动30~60 min/次,3~5次/周。嘱咐患者或患者家属将运动情况上传至微信群,对于运动方案有歧义者,护士通过微信、电话等方式解释说明,并积极督促患者进行运动锻炼,对于存在运动受限者,可嘱咐患者家属帮助其进行关节锻炼等。④预防措施:如进行运动,运动时间应安排在早餐后1 h,所有参与者都须佩戴智能运动手表,以便实时记录心率,运动强度应控制在最大心率的65%~80%,确保达到理想的靶心率,为保障安全,运动过程中必须有家属陪同。

1.3 观察指标

①运动症状:分别于干预前、干预12周后评估,计时“起立-行走”测试(Timed up and go test, TUGT)时间:被测试者从一张标准椅子上(高度为46 cm)起立,并在听到“开始”的信号后开始行走,被测试者按照正常步态行走,穿过一段距离(长度为3 m),尽量保持自然的步伐和姿势,当被测试者通过终点线时,立即停止计时器,记录TUGT时间,测试3次,取平均值。Berg平衡量表(Berg Balance Scale, BBS)评分:包括动态和静态平衡功能,总分56分,评分高低与平衡能力强弱成正比。平衡仪压力中心运动轨迹长和平衡仪压力中心椭圆面积:采用PK-254平衡仪系统检测,数值越小表示患者姿势控制能力及平衡能力恢复越好;②认知功能:分别于干预前、干预12周后采用蒙特利尔认知功能评估量表(Montreal cognitive assessment, MoCA)、简易精神

状态检查量表 (Mini-mental state examination, MMSE) 评估, MoCA 评分、MMSE 评分均与认知功能成正比。③血清 BDNF 水平: 分别于干预前、干预后采集空腹静脉血 3 mL, 离心, 3 000 r/min, 10 min, 采用 ELISA 法检测血清 BDNF 水平。为了避免多巴胺类药物对评估指标的影响, 提前了解患者的多巴胺类药物使用情况, 包括剂量、次数和服药时间等; 在进行评估时, 确保患者按照原定的多巴胺类药物使用方案进行, 不得随意更改或者漏服; 针对不同患者的多巴胺类药物使用情况, 可能需要调整评估时机, 确保在多巴胺类药物达到峰值效应或者稳定状态下评估, 避免药物

浓度的波动对评估结果产生影响。

1.4 统计学方法

采用 SPSS27.0 统计学软件进行数据分析, 正态分布计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两组间比较采用 t 检验; 计数资料用例 (%) 表示, 两组间比较采用 χ^2 检验; 检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 两组运动症状比较

观察组 TUGT 时间、BBS 评分、平衡仪压力中心运动轨迹长、平衡仪压力中心椭圆面积干预前后差值均大于对照组 ($P < 0.05$), 见表 1、表 2。

表 1 两组 TUGT 时间和 BBS 评分比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab. 1 Comparison of TUGT time and BBS score between the two groups ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	TUGT 时间 (s)			BBS 评分 (分)		
		干预前	干预后	差值	干预前	干预后	差值
对照组	60	24.21 ± 2.52	19.26 ± 2.31 ^a	4.95 ± 0.24	30.64 ± 4.17	36.35 ± 3.84 ^a	5.71 ± 0.26
观察组	60	23.47 ± 2.61	15.75 ± 2.16 ^a	7.72 ± 0.19	30.86 ± 3.75	39.78 ± 3.16 ^a	8.92 ± 0.62
t 值		1.58	8.597	70.601	0.304	5.343	30.062
P 值		0.117	<0.001	<0.001	0.762	<0.001	<0.001

注: 与干预前比较^a $P < 0.05$

表 2 两组平衡仪压力中心运动轨迹长和椭圆面积比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab. 2 Comparison of the movement path length and ellipse area of the pressure center of the two groups of balance instruments ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	平衡仪压力中心运动轨迹长 (mm)			平衡仪压力中心椭圆面积 (mm ²)		
		干预前	干预后	差值	干预前	干预后	差值
对照组	60	654.11 ± 45.15	460.73 ± 43.11 ^a	193.38 ± 15.65	1 298.52 ± 120.16	733.12 ± 81.51 ^a	565.40 ± 33.57
观察组	60	653.15 ± 44.08	352.32 ± 28.05 ^a	300.83 ± 21.35	1 278.27 ± 119.51	507.01 ± 115.12 ^a	771.26 ± 40.67
t 值		0.118	16.327	31.857	0.926	12.417	31.77
P 值		0.906	<0.001	<0.001	0.357	<0.001	<0.001

注: 与干预前比较^a $P < 0.05$

2.2 两组认知功能比较

干预后观察组 MoCA 评分、MMSE 评分及差值

均高于对照组 ($P < 0.05$), 见表 3。

表 3 两组认知功能比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

Tab. 3 Comparison of cognitive function between the two groups ($\bar{x} \pm s$, scores)

组别	例数	MoCA 评分			MMSE 评分		
		干预前	干预后	差值	干预前	干预后	差值
对照组	60	15.15 ± 2.91	20.41 ± 3.19 ^a	5.26 ± 0.37	16.81 ± 2.26	23.41 ± 3.76 ^a	6.60 ± 0.54
观察组	60	15.62 ± 3.14	25.78 ± 2.82 ^a	10.16 ± 0.31	17.51 ± 2.55	27.42 ± 2.54 ^a	9.91 ± 0.22
t 值		0.850	9.769	78.631	1.591	6.845	43.971
P 值		0.397	<0.001	<0.001	0.114	<0.001	<0.001

注: 与干预前比较^a $P < 0.05$

2.3 两组血清 BDNF 水平比较

干预后观察组 BDNF 水平及干预前后差值均高于对照组, $P < 0.05$, 见表 4。

表 4 两组血清 BDNF 水平比较 ($\bar{x} \pm s$, ng/mL)

Tab. 4 Comparison of serum BDNF levels between the two groups ($\bar{x} \pm s$, ng/mL)

组别	例数	干预前	干预后	差值
对照组	60	4.27 ± 0.62	4.78 ± 0.61 ^a	0.51 ± 0.09
观察组	60	4.39 ± 0.74	5.45 ± 0.47 ^a	1.06 ± 0.07
<i>t</i> 值		0.963	6.739	37.365
<i>P</i> 值		0.338	<0.001	<0.001

注: 与干预前比较^a $P < 0.05$

3 讨论

帕金森病患者通常出现运动障碍, 目前认为其原因是大脑中的多巴胺生成细胞的退化和死亡, 导致多巴胺水平下降。本体感觉是指人体通过感受身体内部肌肉、关节和皮肤的位置、姿势和运动状态等信息来维持平衡和协调运动的能力^[11]。本体感觉训练通过刺激患者的感觉神经系统, 提高本体感知和运动控制能力, 从而改善患者的运动症状^[12]。另外有氧运动可以增强心血管系统功能, 提高氧气供应, 促进脑部血流和氧气输送, 从而改善患者的运动功能^[13]。Sangarapillai 等^[14]的研究发现运动感觉训练可有效改善帕金森病患者运动功能。一项 meta 分析考察了高强度有氧运动对帕金森病患者的影响, 在运动功能方面, 高强度有氧运动和中/低强度有氧运动进行统计学分析后并无显著差异, 只有一项研究得出与中等强度组相比, 剧烈运动组的有氧适能明显更高的结论^[15]。本次研究纳入的患者均为老年人群, 有氧运动强度较低, 因此, 关于有氧运动是否可有效改善帕金森病患者运动功能有待进一步深入研究。

病理生理学研究显示, 大脑中存在 α -突触核蛋白和 tau 蛋白的异常聚集, 这些异常蛋白聚集可能对大脑神经元的正常功能产生不利影响, 导致认知功能障碍。本研究发现干预后观察组 MoCA 评分、MMSE 评分均高于对照组, 表明接受本体感觉训练联合规律有氧运动的帕金森病患者在认知功能方面取得了显著的改善。有研究显示, 规律有氧运动可以促进血液循环和大脑血流量的增加, 提高脑部氧气供应, 从而改善认知功能^[16]。此外, 有氧运动还可以刺激神经生长因子的释放和突触可塑性, 促进神经元之间的连接和信息传递, 进一步增强认知功能^[17]。本体感觉训练通过刺激感觉神经系统, 提高患者的本体感知和空间定位能力, 有助于改善患者的认知功能。国内一项 meta 分析^[18]显示, 有氧运动可以改善帕金森患者记忆力、执行功能和注意力等, 与本次研究结果具有

相似性, 但本研究在此基础上增加本体感觉训练, 在干预方式方面具有一定创新性。

BDNF 是一种神经营养因子, 在中枢神经系统中广泛分布, 并参与多种神经功能、学习记忆和情绪调节等方面的调控^[19]。有研究表明, 在帕金森病患者中, BDNF 的水平降低, 可能是黑质多巴胺能神经元损害导致的结果^[20]。本研究发现干预后观察组 BDNF 水平高于对照组 ($P < 0.05$), 说明本体感觉训练联合规律有氧运动对帕金森病患者的 BDNF 水平产生了正向调节作用。本体感觉训练可能通过刺激感觉神经系统, 提高患者的本体感知和运动控制能力, 从而增加了运动神经元对 BDNF 的需求, 进而刺激了 BDNF 的合成和释放; 规律有氧运动则通过增加血液流动、改善脑部氧气供应, 并刺激神经活动, 从而增强 BDNF 的产生。也有研究表明运动是一种通过调节 BDNF 来调节神经元可塑性的认知增强策略^[21]。因此, 有氧运动联合本体感觉训练改善患者认知功能机制可能与调节 BDNF 水平有关。

综上所述, 本体感觉训练联合规律有氧运动对帕金森病患者的运动症状和认知功能均有显著改善, 其机制可能与促进 BDNF 水平相关。但是本研究也存在不足, 如本研究的样本量可能有限, 需要更大规模的研究来验证这些结果; 且本研究的观察时间可能相对较短, 缺乏对长期效果的评估。虽然本研究发现观察组的血清 BDNF 水平较高, 但 BDNF 的生物学意义尚待进一步研究, 还需要更深入的研究来理解 BDNF 与帕金森病之间的关系和其在治疗中的潜在作用机制。

参考文献

- [1] Pintér D, Kovács M, Harmat M, et al. Trimetazidine and parkinsonism: a prospective study[J]. *Parkinsonism Relat Disord*, 2019,62:117-121.
- [2] García-De-La-Fuente A M, Lafuente-Ibáñez-de-Mendoza I, Laritegui-Sebastián M J, et al. Facts and controversies regarding oral health in Parkinson's disease: a case-control study in Spanish patients[J]. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2022,27(5):e419-e425.
- [3] Degos B, Pouget P, Missal M. From anticipation to impulsivity in Parkinson's disease [J]. *NPJ Parkinsons Dis*, 2022,8(1):125.
- [4] Ruzafa-Valiente E, Fernández-Bobadilla R, García-Sánchez C, et al. Parkinson's disease—cognitive functional rating scale across different conditions and degrees of cognitive impairment [J]. *J Neurol Sci*, 2016,361:66-71.
- [5] Zhang X, Ni L, Hu S, et al. Polygonatum sibiricum ameliorated cognitive impairment of naturally aging rats through BDNF-TrkB signaling pathway[J]. *J Food Biochem*, 2022,46(12):e14510.
- [6] Wang C, Ji Z, Wang L, et al. The efficacy of 5 rehabilitation treatments after anterior cruciate ligament recon-

- struction: A network meta-analysis[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2021,100(45):e27835.
- [7] Ahn J, Kim M. Effects of exercise therapy on global cognitive function and, depression in older adults with mild cognitive impairment: a systematic review and meta-analysis[J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2023,106:104855.
- [8] Jin W. Regulation of BDNF-TrkB signaling and potential therapeutic strategies for Parkinson's disease[J]. *J Clin Med*, 2020,9(1):257.
- [9] Alomari M A, Khalil H, Khabour O F, et al. Altered cardiovascular function is related to reduced BDNF in Parkinson's disease[J]. *Exp Aging Res*, 2018,44(3):232-245.
- [10] Kim H J, Bang M, Lee K S, et al. Effects of BDNF Val66Met polymorphism on white matter microalterations of the corpus callosum in patients with panic disorder in Korean populations[J]. *Psychiatry Investig*, 2020,17(10):967-975.
- [11] Woo S H, Lukacs V, de Nooij J C, et al. Piezo2 is the principal mechanotransduction channel for proprioception[J]. *Nat Neurosci*, 2015,18(12):1756-1762.
- [12] Cuppone A V, Squeri V, Semprini M, et al. Robot-assisted proprioceptive training with added vibro-tactile feedback enhances somatosensory and motor performance[J]. *PLoS One*, 2016,11(10):e0164511.
- [13] Aburub A, Ledger S J, Sim J, et al. Cardiopulmonary function and aerobic exercise in Parkinson's: a systematic review of the literature[J]. *Mov Disord Clin Pract*, 2020,7(6):599-606.
- [14] Sangarapillai K, Norman B M, Almeida Q J. Boxing vs sensory exercise for Parkinson's disease: a double-blinded randomized controlled trial[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2021,35(9):769-777.
- [15] Rodríguez M Á, Albillos-Almaraz L, López-Aguado I, et al. Vigorous aerobic exercise in the management of Parkinson disease: a systematic review[J]. *PM R*, 2021,13(8):890-900.
- [16] Edwards M K, Loprinzi P D. Experimental effects of acute exercise and meditation on parameters of cognitive function[J]. *J Clin Med*, 2018,7(6):125.
- [17] Dadgar H, Majidi H, Aghaei S. Biological and neurobiological mechanisms of transcranial direct current stimulation[J]. *Iran J Psychiatry*, 2022,17(3):350-355.
- [18] 汤若男, 王玉玲, 王淼, 等. 有氧运动对帕金森病患者认知功能干预效果的 Meta 分析[J]. *神经损伤与功能重建*, 2023,18(7):396-403.
- Tang R N, Wang Y L, Wang M, et al. A meta-analysis of the effect of aerobic exercise on cognitive function in patients with Parkinson's disease[J]. *Neural Inj Funct Reconstr*, 2023,18(7):396-403.
- [19] Wu Z W, Shi H, Chen D C, et al. BDNF serum levels and cognitive improvement in drug-naive first episode patients with schizophrenia: a prospective 12-week longitudinal study[J]. *Psychoneuroendocrinology*, 2020,122:104879.
- [20] Jin W. Regulation of BDNF-TrkB signaling and potential therapeutic strategies for Parkinson's disease[J]. *J Clin Med*, 2020,9(1):257.
- [21] de Assis G G, de Almondes K M, Moraes K A D. Exercise-dependent BDNF as a modulatory factor for the executive processing of individuals in course of cognitive decline. A systematic review[J]. *Front Psychol*, 2017,8:584.