

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2024.08.013

❖ 临床研究 ❖

多巴丝肼联合重复经颅直流电刺激治疗对帕金森病患者运动和非运动功能的影响

康乐乐¹, 苗婵婵¹, 高海茸²

(1. 延安大学附属医院神经内科; 2. 延安市人民医院神经内科, 陕西 延安 716000)

【摘要】目的: 探讨多巴丝肼联合重复经颅直流电刺激(rTMS)治疗对帕金森疾病(PD)患者运动和非运动功能的影响。**方法:** 选取96例PD患者为研究对象,根据治疗方案不同分为单一组和联合组,每组各48例。单一组患者口服多巴丝肼治疗;联合组患者在对照组基础上给予rTMS治疗,两组患者疗程均为2个月。比较两组患者临床疗效[帕金森评估量表(UPDRS)评分]、运动能力[Barthel指数、肌张力(MAS)]、认知能力[(蒙特利尔认知评估量表(MoCA)评分)、大脑皮质兴奋性指标[动作诱发电位(MEP)、静息运动阈值(RMT)]、生活质量[生活质量评估量表(GQOL-74)评分]及不良反应发生情况。**结果:** 治疗后,两组患者UPDRS评分、MAS、RMT均下降($P < 0.05$),且联合组低于单一组($P < 0.05$);Barthel指数、MoCA、MEP、GQOL-74评分均上升($P < 0.05$),且联合组高于单一组($P < 0.05$);两组患者不良反应总发生率无统计学差异($P > 0.05$)。**结论:** rTMS联合多巴丝肼可有效改善PD患者运动功能、认知功能及大脑皮质兴奋性,提高生活质量,且安全性高,值得临床推广。

【关键词】 多巴丝肼;重复经颅直流电刺激;帕金森病;运动能力

【中图分类号】 R454.1 **【文献标志码】** A

Influence of levodopa and benserazide combined with repetitive transcranial direct current stimulation therapy on motor function and non-motor function in patients with Parkinson's disease

KANG Le-le¹, MIAO Chan-chan¹, GAO Hai-rong²

(Department of Neurology, 1. Affiliated Hospital of Yan'an University; 2. Yan'an People's Hospital, Yan'an 716000, Shaanxi, China)

【Abstract】Objective: To explore the influence of levodopa and benserazide combined with repetitive transcranial direct current stimulation (rTMS) on motor and non-motor functions in patients with Parkinson's disease (PD). **Methods:** 96 patients with PD were selected as the research subjects, and they were divided into single group and combined group according to different treatment regimens, with 48 cases in each group. The single group was orally administered with levodopa and benserazide, while the combined group was given rTMS therapy on this basis, the treatment course for both groups was 2 months. The clinical efficacy (UPDRS), and motor ability [Barthel index, muscle tension (MAS)], cognitive ability (MoCA), cerebral cortical excitability indicators [motor evoked potential (MEP), resting motor threshold (RMT)], quality of life (GQOL-74), and adverse reactions were compared between the two groups. **Results:** After treatment, the UPDRS, MAS and RMT in both groups were decreased ($P < 0.05$), and the above indicators in combined group were lower than those in single group ($P < 0.05$). The Barthel index, MoCA, MEP and GQOL-74 were increased in both groups ($P < 0.05$), and the combined group had higher indicators ($P < 0.05$). There were no significant differences in the incidence rates of adverse reactions between the two groups ($P > 0.05$). **Conclusion:** rTMS combined with levodopa and benserazide can improve the motor function, cognitive function and cerebral cortical excitability and enhance the quality of life in patients with PD, and it has high safety, which is worthy of clinical promotion.

【Key words】 Levodopa and benserazide; Repetitive transcranial direct current stimulation; Parkinson's disease; Motor ability

帕金森病 (parkinson's disease, PD) 又称震颤麻痹,作为一种多发于老年群体的神经疾病,患者多表现为肌肉强直、动作迟缓、平衡障碍、四肢震颤、睡眠

障碍、感知障碍等,对生活造成极大不便^[1]。60%~70%的PD患者运动症状与多巴胺能神经元丢失相关,临床治疗药物与替代或模拟多巴胺功能有关,

基金项目: 陕西省重点研发计划项目(S2021-YF-YBSF-0491)

作者简介: 康乐乐(1989-),女,硕士。E-mail: mylovelm16@163.com

通讯作者: 高海茸。E-mail: ghr137512344@163.com

其中多巴丝肼为 PD 常用治疗药物,是由左旋多巴与苄丝肼组成的复方制剂。左旋多巴为多巴胺前体,可促进脑内合成多巴胺;而苄丝肼可抑制左旋多巴代谢,促进左旋多巴发挥药效。但研究^[2]显示 PD 病程通常较长,左旋多巴制剂起效相对较慢,且患者长期单一服用,可能导致敏感性降低,因此,临床依然在探究更为理想的治疗方案。随着物理疗法的兴起,重复经颅直流电刺激(repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS)常应用于脑科疾病治疗,其可通过电容器释放脉冲磁场刺激患者大脑皮质,并调节远隔部位兴奋性;通过低高频电位有效降低或提高大脑皮质兴奋性;同时刺激诱导运动皮层的神经元变化,改善患者脑神经功能,发挥治疗作用^[3]。本研究旨在探讨多巴丝肼联合 rTMS 治疗对 PD 患者运动和非运动功能的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2018 年 2 月至 2023 年 2 月延安市人民医院收治的 96 例 PD 患者为研究对象,根据治疗方案不同分为单一组和联合组,每组各 48 例。本研究经院伦理委员会审核批准,患者及其家属知情同意,两组患者一般资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。纳入标准:(1) PD 诊断符合《中国帕金森病的诊断标准(2016 版)》^[4]的标准;(2)能配合完成量表填写;(3)临床资料完整。排除标准:(1)患痴呆或癫痫;(2)药物过敏;(3)治疗依从性差。

表 1 两组患者一般资料比较($\bar{x} \pm s, n(\%)$)

资料	单一组($n=48$)	联合组($n=48$)	t/χ^2 值	P 值
男/女	23(47.92)/25(52.08)	22(45.83)/26(54.17)	0.042	0.838
平均年龄(岁)	40.25 \pm 5.24	40.98 \pm 5.62	0.658	0.512
平均病程(kg/m ²)	2.74 \pm 0.52	2.67 \pm 0.43	0.719	0.474
合并症			0.704	0.872
运动障碍	16(33.33)	18(37.50)		
感觉障碍	8(16.67)	10(20.83)		
视力障碍	12(25.00)	10(20.83)		

1.2 方法

单一组患者口服多巴丝肼(山东新华制药股份有限公司,每片 0.25 g)治疗,首次剂量 0.125 g/次,3 次/d,然后每周调整剂量 1 次,每次调整为日服总剂量增加 0.125 g,直至达到符合患者最佳治疗剂量,最大剂量不超过 5 片/d,持续服用 2 个月。联合组患者在对照组基础上通过西班牙 NE 经颅直流电刺激仪(NE starStim,北京华睿宝科技有限公司)实施 rTMS 治疗,皮质手运动区域刺激电流约 1 mA,电流正极位于患者左前额叶背外侧,电流负极位于侧眉弓上缘;大脑皮层刺激电流大小约 70 μ A,采用直

流电,持续电刺激 10 min,1 次/d,持续电刺激治疗 2 个月。

1.3 观测指标

(1)临床疗效:治疗前后采用帕金森评估量表(UPDRS)^[5]评分评估,包括精神行为(16 分)、日常生活(68 分)、运动功能(56 分)四个维度,分数越低,代表治疗效果越好,患者症状越轻。(2)运动能力:治疗前后采用 Barthel 指数^[6]、肌张力评估量表(MAS)^[7]评分评估,其中 Barthel 指数共 100 分,分数越高运动能力越强;MAS 共 4 级,等级越低肌肉功能越强。(3)认知能力:治疗前后采用蒙特利尔认知评估量表(MoCA)^[8]评分评估,包括注意、延迟回忆、定向、执行、语言、命名及抽象 7 个维度共 30 分,分数越高认知能力越强。(4)大脑皮质兴奋性指标:治疗前后采用 M-8000E 型肌电图诱发电位仪(粤械注准 20162070621,珠海市迈康科技有限公司)检测患者动作诱发电位(MEP)、静息运动阈值(RMT)。(5)生活质量:治疗前后采用生活质量评估量表(GQOL-74)^[9]评分评估,包括社会功能(25 分)、躯体功能(25 分)、心理功能(25 分)、物质功能(25 分)四个维度,分数越高,代表患者生活质量越好。(6)不良反应发生情况:包括头晕、恶心、胸闷等。

1.4 统计学分析

采用 SPSS26.0 软件对数据进行处理与分析。计量资料符合正态分布且方差齐性,以($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较行独立样本 t 检验,组内比较行配对样本 t 检验;计数资料以[$n(\%)$]表示,组间比较行独立样本 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者临床疗效比较

治疗前,两组患者 UPDRS 各维度评分差异均无统计学意义($P > 0.05$)。治疗后,两组患者 UPDRS 各维度评分均下降($P < 0.05$),且联合组低于单一组($P < 0.05$)。见表 2。

2.2 两组患者运动能力比较

治疗前,两组患者 Barthel 指数与 MAS 评分差异无统计学意义($P > 0.05$)。治疗后,两组患者 Barthel 指数评分均上升($P < 0.05$),且联合组高于对照组($P < 0.05$);MAS 评分均下降($P < 0.05$),且联合组低于单一组($P < 0.05$)。见表 3。

2.3 两组患者认知能力比较

治疗前,两组患者 MoCA 各维度评分差异均无统计学意义($P > 0.05$)。治疗后,两组患者 MoCA 各维度评分均上升($P < 0.05$),且联合组高于单一组($P < 0.05$)。见表 4。

表2 两组患者临床疗效比较($\bar{x} \pm s$,分)

组别	精神行为		日常生活		运动功能	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
联合组($n=48$)	12.63 ± 1.44	5.61 ± 1.12 *	57.63 ± 5.05	37.54 ± 5.48 *	46.26 ± 3.29	30.63 ± 4.63 *
单一组($n=48$)	12.53 ± 1.36	7.43 ± 1.94 *	58.14 ± 4.41	42.31 ± 6.41 *	46.43 ± 3.66	34.41 ± 5.81 *
t 值	0.350	5.629	0.527	3.919	0.239	3.526
P 值	0.727	<0.001	0.599	<0.001	0.811	0.004

* $P < 0.05$,与同组治疗前比较。表3 两组患者运动能力($\bar{x} \pm s$,分)

组别	Barthel 指数评分		MAS 评分	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
联合组($n=48$)	56.33 ± 7.16	78.63 ± 10.60 *	3.23 ± 0.37	1.37 ± 0.35 *
单一组($n=48$)	57.35 ± 7.41	70.58 ± 13.74 *	3.13 ± 0.42	1.69 ± 0.50 *
t 值	0.686	3.214	1.238	3.633
P 值	0.495	0.002	0.219	<0.001

* $P < 0.05$,与同组治疗前比较。表4 两组患者认知功能比较($\bar{x} \pm s$,分)

维度	联合组($n=48$)	单一组($n=48$)	t 值	P 值
注意				
治疗前	3.18 ± 0.43	3.22 ± 0.39	0.477	0.634
治疗后	5.13 ± 0.53 *	4.68 ± 0.48 *	4.360	<0.001
延迟回忆				
治疗前	3.05 ± 0.31	3.02 ± 0.27	0.506	0.614
治疗后	4.34 ± 0.59 *	4.03 ± 0.44 *	2.918	0.004
定向				
治疗前	3.12 ± 0.28	3.15 ± 0.33	0.480	0.632
治疗后	4.52 ± 0.54 *	3.89 ± 0.46 *	6.153	<0.001
执行				
治疗前	3.20 ± 0.24	3.23 ± 0.30	0.541	0.590
治疗后	4.21 ± 0.57 *	3.98 ± 0.46 *	2.176	0.032
语言				
治疗前	1.21 ± 0.32	1.24 ± 0.30	0.474	0.637
治疗后	2.02 ± 0.35 *	1.86 ± 0.28 *	2.473	0.015
命名				
治疗前	1.25 ± 0.17	1.21 ± 0.19	1.087	0.280
治疗后	2.05 ± 0.31 *	1.66 ± 0.21 *	7.216	<0.001
抽象				
治疗前	0.95 ± 0.15	0.99 ± 0.12	1.443	0.152
治疗后	1.52 ± 0.25 *	1.26 ± 0.21 *	5.517	<0.001

* $P < 0.05$,与同组治疗前比较。

2.4 两组患者大脑皮质兴奋性指标比较

治疗前,两组患者 MEP 与 RMT 差异无统计学意义($P > 0.05$)。治疗后,两组患者 MEP 均上升($P < 0.05$),且联合组 MEP 高于单一组($P < 0.05$); RMT 均下降($P < 0.05$),且联合组低于单一组($P < 0.05$)。见表5。

2.5 两组患者生活质量比较

治疗前,两组患者 GQOL-74 各维度评分差异均无统计学意义($P > 0.05$)。治疗后,两组患者

GQOL-74 各维度评分上升($P < 0.05$),且联合组高于单一组($P < 0.05$)。见表6。

表5 两组患者大脑皮质兴奋性指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	MEP(uV)		RMT(%)	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
联合组($n=48$)	1.83 ± 0.35	2.25 ± 0.45 *	57.28 ± 6.52	50.25 ± 4.97 *
单一组($n=48$)	1.78 ± 0.31	2.03 ± 0.40 *	57.57 ± 5.21	53.24 ± 5.20 *
t 值	0.741	2.532	0.241	2.880
P 值	0.461	0.013	0.810	0.005

* $P < 0.05$,与同组治疗前比较。表6 两组患者生活质量比较($\bar{x} \pm s$,分)

维度	联合组($n=48$)	单一组($n=48$)	t 值	P 值
社会功能				
治疗前	11.52 ± 2.55	11.73 ± 2.36	0.419	0.676
治疗后	20.34 ± 2.08 *	18.68 ± 2.21 *	3.790	<0.001
躯体功能				
治疗前	12.13 ± 2.56	11.93 ± 2.15	0.414	0.679
治疗后	21.34 ± 1.88 *	19.44 ± 2.16 *	4.597	<0.001
心理功能				
治疗前	14.93 ± 2.39	14.69 ± 2.54	0.477	0.635
治疗后	21.08 ± 1.58 *	18.63 ± 2.53 *	5.691	<0.001
物质功能				
治疗前	9.63 ± 1.57	9.60 ± 1.12	0.108	0.914
治疗后	18.92 ± 2.82 *	17.07 ± 1.35 *	4.100	<0.001

* $P < 0.05$,与同组治疗前比较。

2.6 两组患者不良反应发生情况比较

两组患者不良反应总发生率比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表7。

表7 两组患者不良反应发生情况比较[n (%)]

组别	头晕	恶心	胸闷	总发生
联合组($n=48$)	1(2.08)	1(2.08)	1(2.08)	3(6.25)
单一组($n=48$)	1(2.08)	0	1(2.08)	2(4.17)
χ^2 值				0.211
P 值				0.646

3 讨论

多巴胺是协调机体运动功能的主要神经递质,PD患者多存在多巴胺能神经元丧失,多巴胺分泌缺乏,从而诱发神经运动症状。目前临床治疗PD主

要用替代或模拟多巴胺功能类药物以改善 PD 症状及缓解疾病进展。但研究^[10]指出,大多数 PD 药物会随着治疗时间延长,疗效逐渐减弱,并出现相关并发症,如何提升 PD 疗效一直是临床治疗难点。脑部电刺激疗法是 20 世纪 70 年代出现的技术,可通过给与多对脑内核团或特定区域电刺激,达到调控相关脑区功能的作用。研究^[11]显示,通过对 PD 患者基底核环路的丘脑底核及苍白球内侧实施电刺激,可明显改善患者运动症状,提高患者运动与神经功能。

本研究结果显示,治疗后,两组患者 UPDRS 评分与 MAS 评分均下降($P < 0.05$),且联合组低于单一组($P < 0.05$); Barthel 指数评分均上升($P < 0.05$),且联合组高于单一组($P < 0.05$),表明 rTMS 辅助多巴丝肼治疗 PD,可改善患者运动功能,效果明显。多巴丝肼是苄丝肼与左旋多巴组成的复合制剂,其中,左旋多巴可通过代谢在脑中转化多巴胺,而多巴胺可调节患者肌肉收缩及神经元兴奋作用,故而可以改善患者运动功能;苄丝肼作为一种外周脱羧酶抑制剂,可起到抑制外周左旋多巴代谢的作用,使其进入中枢神经发挥药效,利于维持中枢神经中的多巴胺浓度^[12]。联合组加用的 rTMS 治疗,可通过磁场脉冲经大脑皮质向患者神经元释放间断高低频电刺激,激活大脑黑质并促进多巴胺神经元释放多巴胺,多巴胺作用于神经系统特异性受体后可促进神经信号传递,调控肌肉收缩,恢复 PD 患者四肢功能^[13],因此联合组患者运动功能改善情况更佳。

MEP 是刺激运动皮质在对侧靶肌记录到的肌肉运动复合电位^[14]; RMT 是刺激皮质运动区引起靶肌运动诱导电位波幅的最小刺激强度^[15],检测 MEP 与 RMT 可反映患者神经兴奋功能。本研究结果显示,治疗后,两组患者 MoCA 与 MEP 均上升($P < 0.05$),且联合组高于单一组($P < 0.05$); RMT 均下降($P < 0.05$),且联合组低于单一组($P < 0.05$),表明多巴丝肼联合 rTMS 可有效改善患者认知能力与神经功能。由于多巴胺的缺失,PD 患者神经信号传递易出现障碍,导致其对事物感知能力、记忆力与语言、抽象思维能力下降,口服多巴丝肼后,大脑内多巴胺浓度会明显提高,通过作用于神经元受体后,可促进神经元细胞内外产生电位差,进而促进神经冲动^[16]。rTMS 治疗则是通过物理形式,刺激调节神经元上的电荷分布,以此抑制或激活神经元活动,同时促进神经突触间神经递质的传递,有效强化神经信号传递能力,重塑脑网络结构^[17],因此联合组患者神经功能改善效果更优。

本研究中,治疗后,两组患者 GQOL-74 评分均上升($P < 0.05$),且联合组高于单一组($P < 0.05$),表明多巴丝肼联合 rTMS 治疗能更明显提升患者生活质量。PD 患者由于运动能力与神经功能逐渐丧失,导致其日常生活存在诸多不便,如行走、交流、思考等,而经联合方案治疗,患者不仅肌肉运动能力得到提高,神经功能也得到强化^[18],因此联合组患者生活质量提升更好。两组患者均出现少量头晕、恶心、胸闷病例,可能与 rTMS 电刺激强度大小或患者药物敏感有关,适当降低 rTMS 电刺激强度或减少每日服药剂量后,症状均得到改善。

综上,多巴丝肼联合 rTMS 可改善 PD 患者运动功能与神经功能,提升患者生活质量,且安全性好,值得临床推广。

参考文献

- [1] Tolosa E, Garrido A, Scholz SW, et al. Challenges in the diagnosis of Parkinson's disease [J]. *The Lancet Neurology*, 2021, 20(5): 385-397.
- [2] 巩忠, 王海鹏, 许莉, 等. 多巴丝肼联合普拉克索治疗帕金森病患者的临床研究 [J]. *中国临床药理学杂志*, 2023, 39(18): 2607-2611.
- [3] 李润泽, 姚尧, 冯珂珂, 等. 重复经颅磁刺激改善帕金森病运动症状的脑功能网络分析 [J]. *生物化学与生物物理进展*, 2023, 50(1): 126-134.
- [4] 中华医学会神经病学分会帕金森病及运动障碍学组, 中国医师协会神经内科医师分会帕金森病及运动障碍专业. 中国帕金森病的诊断标准(2016 版) [J]. *中华神经科杂志*, 2016, 49(4): 268-271.
- [5] Khalil H, Aldaajani ZF, Aldughmi M, et al. Validation of the Arabic version of the movement disorder society-unified Parkinson's disease rating scale [J]. *Movement Disorders: Official Journal of the Movement Disorder Society*, 2022, 37(4): 826-841.
- [6] 周青青, 施加加, 倪波业. 扩展 Barthel 指数与功能独立性量表在评定卒中患者日常生活活动功能等级中的对比分析 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2021, 43(7): 602-606.
- [7] Meseguer-Henarejos AB, Sánchez-Meca J, López-Pina JA, et al. Inter- and intra-rater reliability of the Modified Ashworth Scale: a systematic review and meta-analysis [J]. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 2018, 54(4): 576-590.
- [8] 覃百灵, 李通, 胡敏婷, 等. 不同频率重复经颅磁刺激对卒中后癫痫患者的疗效及其对神经功能、认知功能、生活质量的影响 [J]. *神经损伤与功能重建*, 2023, 18(5): 304-306, 310.
- [9] Xie YE, Huang WC, Li YP, et al. Dynamic interaction nursing intervention on functional rehabilitation and self-care ability of patients after aneurysm surgery [J]. *World Journal of Clinical Cases*, 2022, 10(15): 4827-4835.
- [10] Han L, Su XZ, Zhang ZY, et al. Effect of panlong needling at Jiaji (EX-B 2) on motor dysfunction in patients with Parkinson's disease of liver and kidney deficiency: a randomized controlled trial [J]. *Chinese Acupuncture & Moxibustion*, 2022, 42(5): 493-497.

- [11] Chung CL, Mak MK, Hallett M. Transcranial magnetic stimulation promotes gait training in parkinson disease[J]. *Annals of Neurology*, 2020, 88(5):933-945.
- [12] Yang Y, Gao F, Gao L, et al. Effects of rasagiline combined with levodopa and benserazide hydrochloride on motor function and homocysteine and IGF-1 levels in elderly patients with Parkinson's disease[J]. *BMC Neurology*, 2023, 23(1):360.
- [13] Begemann MJ, Brand BA, Čurčić-Blake B, et al. Efficacy of non-invasive brain stimulation on cognitive functioning in brain disorders: a meta-analysis[J]. *Psychological Medicine*, 2020, 50(15):2465-2486.
- [14] Wang C, Zeng Q, Yuan Z, et al. Effects of low-frequency (0.5 Hz) and high-frequency (10 Hz) repetitive transcranial magnetic stimulation on neurological function, motor function, and excitability of cortex in ischemic stroke patients[J]. *The Neurologist*, 2023, 28(1):11-18.
- [15] 马式意, 李柄佑, 王蕊, 等. 米氮平联合重复经颅磁刺激治疗缺血性脑卒中后抑郁的疗效观察[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2021, 43(6):520-522.
- [16] 赖琼, 赵晓玲, 李立, 等. 普拉克索、多巴丝肼初始单独或联合治疗对帕金森病非运动症状患者认知功能和血液学指标的影响[J]. *实用医院临床杂志*, 2020, 17(5):148-152.
- [17] He PK, Wang LM, Chen JN, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) fails to improve cognition in patients with Parkinson's disease: a Meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *The International Journal of Neuroscience*, 2022, 132(3):269-282.
- [18] 刘保芹, 崔书克. 低频重复经颅磁刺激联合普拉克索对帕金森病患者认知功能及氧化应激指标的影响[J]. *保健医学研究与实践*, 2022, 19(2):48-50, 54.

(收稿日期:2024-02-02)

修回日期:2024-04-11)

(上接第 1058 页)

还显示,微创组患者术后并发症发生率低于传统组 ($P < 0.05$),与既往研究^[14]结果相似,说明 PTED 相较于传统手术有更好的安全性,主要是因为 PTED 可以在影像学技术的引导下进行精确操作,有效减少了对周围组织的损伤,因此降低了患者出现术后感染、出血等并发症的发生风险。

综上,PTED 用于 LDH 合并 LSS 患者可有效减少患者的治疗时间,改善疼痛症状,降低患者术后的并发症发生率,还有利于促进患者腰椎功能的恢复,疗效确切,且安全性好,值得临床应用。

参考文献

- [1] Cheng W, Gao W, Zhu C, et al. Contralateral translaminar endoscopic approach for highly down-migrated lumbar disc herniation using percutaneous biportal endoscopic surgery: original research [J]. *BMC Surgery*, 2024, 24(1):58.
- [2] 席金涛, 李涛, 张同会, 等. 椎间孔镜 I-SEE 技术治疗腰椎间盘突出合并腰椎管狭窄症的术后影像学变化分析[J]. *颈腰痛杂志*, 2023, 44(5):849-851.
- [3] 陈重罡, 朱希田, 陈荣生, 等. 混合现实技术与 X 射线透视引导椎间孔镜治疗腰椎间盘突出症的比较研究[J]. *重庆医学*, 2022, 51(12):2004-2008, 2014.
- [4] 陆焱, 梁昌海, 邢国, 等. 微创经椎间孔腰椎间融合术治疗腰椎椎管狭窄症的效果评价[J]. *中国内镜杂志*, 2022, 28(1):18-23.
- [5] Wang C, Yin X, Zhang L, et al. Posterolateral fusion combined with posterior decompression shows superiority in the treatment of severe lumbar spinal stenosis without lumbar disc protrusion or prolapse: a retrospective cohort study[J]. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 2020, 15(1):26.
- [6] 张洪亮, 陈志超, 唐蜜, 等. SNRB 联合椎间孔镜手术治疗多节段腰椎间盘突出并椎管狭窄症[J]. *海南医学*, 2021, 32(11):1426-1429.
- [7] 胡民结, 胡旭琪, 潘学康, 等. 老年腰椎间盘突出症患者经皮椎间孔镜下微创技术治疗后恢复状态的影响因素[J]. *广东医学*, 2022, 43(10):1291-1295.
- [8] He LM, Chen KT, Chen CM, et al. Comparison of percutaneous endoscopic and open posterior lumbar interbody fusion for the treatment of single-segmental lumbar degenerative diseases [J]. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2022, 23(1):329.
- [9] Gadraj PS, Harhangi BS, Amelink J, et al. Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy versus open microdiscectomy for lumbar disc herniation: a systematic review and meta-analysis[J]. *Spine*, 2021, 46(8):538-549.
- [10] 纪甜, 陈思伶, 李娜, 等. 经皮穿刺椎间孔镜技术对腰椎间盘突出症患者疼痛及 CPK、Myo 的影响[J]. *颈腰痛杂志*, 2023, 44(5):827-830.
- [11] Han J, Tang W, Li G, et al. Comparison of percutaneous endoscopic transforaminal and interlaminar approaches in treating adjacent segment disease following lumbar decompression surgery: a clinical retrospective study[J]. *Pain Physician*, 2023, 26(7):E833-E842.
- [12] 张博, 朱红鹤, 董晖, 等. 经皮椎间孔镜技术治疗复发性腰椎间盘突出症的临床疗效[J]. *中国微创外科杂志*, 2023, 23(11):813-817.
- [13] 郑明军, 蒋臻, 张植雄, 等. 经皮椎间孔镜技术与显微镜辅助治疗腰椎间盘突出症的临床疗效分析[J]. *中国内镜杂志*, 2023, 29(4):13-18.
- [14] 李伟, 邱龙顺, 黄新, 等. 经皮椎间孔镜椎间孔切除术与经椎间孔椎体间融合术治疗腰椎间盘突出合并椎管狭窄症疗效对比研究[J]. *陕西医学杂志*, 2021, 50(3):319-322.

(收稿日期:2024-03-28)

修回日期:2024-05-17)