

肌电生物反馈电刺激改善脊髓损伤患者下肢功能及步行能力的研究

杨 升，吴博中*
(上海市第二康复医院康复科，上海 201900)

【摘要】目的 分析肌电生物反馈电刺激对脊髓损伤患者下肢功能、步行能力的改善效果，为临床治疗脊髓损伤提供参考和依据。
方法 选取 2022 年 3 月至 2023 年 3 月上海市第二康复医院收治的 42 例脊髓损伤患者，以随机数字表法分为两组，对照组（21 例，采用常规康复训练）、观察组（21 例，在对照组的基础上联合肌电生物反馈电刺激），两组患者均治疗 3 个月。比较两组患者治疗后临床疗效，治疗前后下肢功能、步行能力、神经功能、下肢痉挛程度、平衡功能、肠道功能。**结果** 治疗后观察组患者临床总有效率高于对照组；与治疗前比，治疗后两组患者左侧、右侧下肢运动功能评分（LMES）评分、LMES 评分总分、Berg 平衡量表（BBS）评分及血清血小板衍生生长因子（PDGF）、P 物质（SP）、血管活性肠肽（VIP）水平均升高，观察组更高；治疗后 10 m 步行时间（10 MWT）缩短，观察组更短；改良 Ashworth 痉挛量表（MAS）评分、Wexner 便秘评分（WCS）、神经源性肠道功能障碍评分（NBDS）降低，观察组更低（均 $P<0.05$ ）。**结论** 肌电生物反馈电刺激能有效提高脊髓损伤患者下肢功能及步行能力，改善神经与肠道功能，缓解下肢痉挛程度，恢复平衡能力。

【关键词】 脊髓损伤；肌电生物反馈电刺激；下肢功能；下肢痉挛；步行能力；肠道功能

【中图分类号】 R651.2

【文献标识码】 A

【文章编号】 2096-3718.2023.24.0048.04

DOI: 10.3969/j.issn.2096-3718.2023.24.015

脊髓损伤在临床上十分多见，该病会引起患者中枢神经系统严重损伤，易导致患者残疾，严重者还会危及患者的生命。如何提高患者运动功能，达到站立、步行的康复目标，是康复医学的研究热点。现阶段，临床往往使用常规康复训练对患者进行干预，即通过关节活动度、肌力训练等，虽能够提高患者下肢肌肉收缩能力，对患者病理改变进程起到一定阻滞作用，但病情易反复，单纯康复训练

治疗不彻底。而肌电生物反馈电刺激是结合了电刺激及主动训练的一种干预治疗措施，通过电刺激能激活患者中枢性突触，重新建立感觉兴奋，有利于患者恢复，且通过患者进行主动训练积极配合干预，有利于步行、运动功能的恢复^[1]。基于此，本研究旨在分析脊髓损伤患者接受肌电生物反馈电刺激对下肢功能及步行能力的改善效果，为临床治疗脊髓损伤提供参考和依据，现报道如下。

作者简介：杨升，大学本科，技师，研究方向：神经康复。

通信作者：吴博中，大学本科，主治医师，研究方向：神经内科及康复治疗。E-mail: wbz6362@126.com

参 考 文 献

- [1] 黄文卿, 张巍, 马建荣. 早产儿肺出血高危因素的临床研究 [J]. 中国优生与遗传杂志, 2020, 28(6): 726-728, 735.
- [2] 陈艳江, 徐建梅, 师麟尧. 高频振荡通气模式下肺表面活性物质最佳使用时间选择及对新生儿重度呼吸衰竭转归影响的差异研究 [J]. 海军医学杂志, 2023, 44(2): 182-185.
- [3] 陈秋芳, 和俊杰, 刘雪杰. 矛头蝮蛇血凝酶联合高频振荡通气与联合同步间歇指令通气治疗新生儿肺出血疗效比较 [J]. 新乡医学院学报, 2022, 39(7): 664-668.
- [4] 邵肖梅, 叶鸿瑁, 丘小汕. 实用新生儿学 [M]. 4 版. 北京: 人民卫生出版社, 2011: 588-589.
- [5] 陈克正. 新生儿肺出血的诊断与治疗 [J]. 中华儿科杂志, 2001, 39(4): 248.
- [6] 王兆康. 高频振荡通气联合猪肺磷脂治疗新生儿重症胎粪吸入综合征合并肺出血的临床效果 [J]. 广西医学, 2019, 41(10): 1246-1250.
- [7] 周祥武, 陈贵进, 丁洪亮, 等. 康复新液联合注射用矛头蝮蛇血凝酶治疗胃溃疡出血的临床研究 [J]. 现代药物与临床, 2023, 38(3): 660-664.
- [8] 包莉娜, 李立新, 黄宇婷. 蛇毒血凝酶注射液与肾上腺素在机械通气治疗新生儿肺出血中的应用效果比较 [J]. 中国现代医生, 2020, 58(9): 78-81.
- [9] 蔡凯乾, 程光清. 高频振荡通气联合蛇毒血凝酶治疗新生儿肺出血的疗效 [J]. 临床肺科杂志, 2015, 20(8): 1478-1480.
- [10] 丘文英, 林艺坤, 甘跃华. 高频呼吸机联合血凝酶气管内注入治疗新生儿肺出血的临床效果 [J]. 深圳中西医结合杂志, 2023, 33(6): 87-90.

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2022 年 3 月至 2023 年 3 月上海市第二康复医院收治的 42 例脊髓损伤患者，以随机数字表法分为两组。对照组（21 例）患者中男性 13 例，女性 8 例；年龄 25~65 岁，平均（45.32±6.33）岁；损伤时间 1~12 个月，平均（7.35±3.24）个月；致伤原因：重物砸伤 5 例、高处坠落伤 4 例、车祸 8 例、其他 4 例。观察组（21 例）患者中男性 14 例，女性 7 例；年龄 26~66 岁，平均（45.41±6.35）岁；损伤时间 1~12 个月，平均（7.36±3.25）个月；致伤原因：重物砸伤 6 例、高处坠落伤 5 例、车祸 6 例、其他 4 例。整理上述一般资料，差异无统计学意义（ $P>0.05$ ），组间具有可比性。纳入标准：①符合《中国医师协会骨科医师分会骨科循证临床诊疗指南：成人急性胸腰段脊柱脊髓损伤循证临床诊疗指南》^[2]中的相关诊断标准；②经过骨折复位内固定，脊柱得到有效恢复且符合本研究治疗指征；③病情稳定且无意识及认知功能障碍；④无精神疾病且沟通能力正常。排除标准：①既往存在腹部手术史者；②心、肝、肾等重要脏器严重损伤；③伴有骨折不愈合、关节畸形、恶性肿瘤等疾病；④皮肤敏感。本研究经院内医学伦理委员会批准，患者已签署知情同意书。

1.2 治疗方法 患者入院后，予以对照组患者常规康复训练干预，包括关节活动度训练（指导患者主动进行训练，重点为下肢踝、膝关节及髋关节，10 min/次，2 次/d），肌力训练（指导或通过辅助器械帮助患者训练，30 min/次，2 次/d），平衡训练（进行站位、端坐位、长坐位等，30 min/次，2 次/d），依据患者病情程度，选择合适的训练进行干预，5 d/周。在此基础上，对观察组患者进行肌电生物反馈电刺激治疗，选择生物反馈电刺激治疗仪（莱博瑞医疗技术公司，型号：PRB055 型），于胫前肌肌腹最丰满处贴上 2 个电极贴，在髌骨区域将接地电极置入。患者行仰卧位，并尽可能地收缩盆底、腹部肌肉，在患者直肠插入专用电刺激电极（莱博瑞医疗技术公司，型号：PRB108 型），将盆底肌肉与电极金属环处于一条直线内，设置参数：频率 25~75 Hz，带宽 500 μ s，将引起患者肌肉明显收缩且可耐受维度作为电流强度，25 min/次，2 次/d，6 d/周，同时指导患者主动运动，进行骨盆训练，10 min/次，7 次/d。两组患者均接受治疗 3 个月。

1.3 观察指标 ①临床疗效。参照美国脊柱损伤委员会（ASIA）分级^[3]进行疗效评估，显效：治疗后患者 ASIA 评分增加 2 级及以上；有效：治疗后患者 ASIA 评分增加 1 级；无效：治疗后患者 ASIA 评分无明显升高，甚至有下降趋势^[2]。总有效率 = 显效率 + 有效率。②下肢运动功能评分（LMES）^[4]、10 m 步行时间（10 MWT）。分

别于治疗前后使用 LMES 评分对两组患者下肢运动功能进行评估，左侧、右侧评分各 25 分，总分 50 分，患者下肢功能越差，得分就越低。统计患者 10 MWT，测量 3 次，取平均值。③神经功能指标。采集患者治疗前后空腹状态下静脉血 4 mL，进行离心处理（3 100 r/min、10 min）获得血清，采用双抗体夹心法检测血清血小板衍生生长因子（PDGF）水平，采用酶联免疫吸附法检测血清 P 物质（SP）、血管活性肠肽（VIP）水平，上述所用检测试剂盒均来自济南欧莱博技术有限公司。④下肢痉挛程度、平衡功能、肠道功能评分。使用改良 Ashworth 痉挛量表（MAS）^[5]对两组患者治疗前后下肢痉挛程度进行评估，由轻~重评分为 0~5 分，痉挛程度越严重得分越高。使用 Berg 平衡量表（BBS）^[6]对两组患者治疗前后平衡功能进行评估，总分 56 分，评分越高表示平衡功能越理想。使用 Wexner 便秘评分（WCS）^[7]和神经源性肠道功能障碍评分（NBDS）^[8]对患者治疗前后肠道功能进行评估，WCS 总分 30 分，NBDS 总分 49 分，两者均得分越高便秘越严重。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 26.0 统计学软件进行数据分析，计数资料以 [例 (%)] 表示，采用 χ^2 检验；计量资料经 S-W 法检验证实符合正态分布，且方差齐，以 ($\bar{x} \pm s$) 表示，组间比较采用独立样本 t 检验，治疗前后比较采用配对 t 检验。以 $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者临床疗效比较 观察组患者临床总有效率高于对照组，差异有统计学意义（ $P<0.05$ ），见表 1。

表 1 两组患者临床疗效比较 [例 (%)]					
组别	例数	显效	有效	无效	总有效
对照组	21	8(38.10)	6(28.57)	7(33.33)	14(66.67)
观察组	21	12(57.14)	8(38.10)	1(4.76)	20(95.24)
χ^2 值					3.860
P 值					<0.05

2.2 两组患者 LMES 评分、10 MWT 比较 与治疗前比，治疗后两组患者左侧、右侧 LMES 评分及 LMES 评分总分均升高，观察组高于对照组；治疗后患者 10 MWT 缩短，观察组短于对照组，差异均有统计学意义（均 $P<0.05$ ），见表 2。

2.3 两组患者血清 PDGF、SP、VIP 水平比较 与治疗前比，治疗后两组患者血清 PDGF、SP、VIP 水平均升高，观察组高于对照组，差异均有统计学意义（均 $P<0.05$ ），见表 3。

2.4 两组患者 MAS、BBS、WCS、NBDS 评分比较 与治疗前比，治疗后两组患者 MAS、WCS、NBDS 评分均降低，

观察组低于对照组;BBS 评分升高,观察组高于对照组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),见表 4。

3 讨论

脊髓损伤会对患者机体下行传导通路造成损害,从而使肌力降低、肌肉萎缩,对患者日常生活造成严重障碍。现阶段,临床对脊髓损伤患者进行治疗,普遍使用的方式为保守辅助治疗,其中包括站立与步行训练等常规康复训练,其在延缓患者病情发展方面具有一定的作用,但仅对脊髓损伤患者采用常规康复训练仍存在较大的不足之处,因此,需采用更有效的治疗方案促进患者下肢功能恢复,提高步行能力,改善生活质量。

肌电生物反馈电刺激是将肌电生物反馈技术与神经肌肉电刺激完美结合的一种神经网络重建疗法,其具有无创性,因此在临床治疗各种神经损伤病症中应用广泛,该方式一方面能对患者中枢性突触进行电刺激,促进感觉兴奋再生,改善偏瘫患者肌力与运动范围;另一方面,由于患者主动进行运动训练,有利于其运动功能的提升和恢复;此外,在治疗过程中,电刺激能使脊髓的潜在功能受到激发,有利于非神经元细胞实现神经元细胞功能,缓解肢体

痉挛并发症;且电刺激有利于加强腹膜、肠系膜及肠道的刺激,从而改善肠功能;肌电生物反馈电刺激与运动训练协同可以对参与下肢运动控制的腰段中间神经元和运动神经元起到激活作用,从而使中枢处于兴奋状态,增强肌肉的耐力,进而使运动功能提升^[9]。本研究结果显示,与对照组相比,观察组临床总有效率、LMES 评分及 BBS 评分更高,10 MWT 更短,MAS 评分及 WCS、NBDS 均更低,表示肌电生物反馈电刺激能提升脊髓损伤患者治疗效果,改善下肢功能及步行能力,加快恢复。

血清 PDGF 能对突胶质细胞脂类蛋白和髓鞘基础蛋白的产生进行抑制,维持神经元活性,且对骨细胞增殖分化起促进作用,其水平升高,表示脊髓损伤患者神经元活性增强。SP 通常存于脊髓根神经节的初级传入神经元中,正常生理状态下,SP 具有刺激空肠、回肠、结肠等肠道平滑肌收缩的作用,但在脊髓损伤后,会引发膀胱逼尿肌反射亢进,导致 SP、降钙素基因相关肽等多种神经肽含量明显降低。VIP 介导肠蠕动,其水平升高,能促进电生理增强,影响神经功能。研究显示,脊髓损伤后 SP、VIP 水平下降与结肠的电生理减弱、动力下降均呈正相关,因此提高 SP、VIP 水平,可在一定程度上促进电生理增强及肠道动力的恢

表 2 两组患者 LMES 评分、10 MWT 比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	LMES 评分(分)						10 MWT(s)	
		左侧		右侧		总分		治疗前	治疗后
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后		
对照组	21	12.84±2.33	17.43±2.26*	12.25±2.02	17.64±2.53*	25.09±3.38	35.07±4.06*	37.14±6.76	28.35±5.17*
观察组	21	12.86±2.35	20.19±2.61*	12.27±2.04	20.21±2.76*	25.13±3.39	40.40±4.72*	37.16±6.77	19.24±5.13*
t 值		0.028	3.663	0.032	3.146	0.038	3.923	0.010	5.732
P 值		>0.05	<0.05	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05

注:与治疗前比,* $P<0.05$ 。LMES:下肢运动功能评分;10 MWT:10 m 步行时间。

表 3 两组患者血清 PDGF、SP、VIP 水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	PDGF(pg/mL)		SP(nmol/L)		VIP(ng/L)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	21	216.17±22.15	329.46±24.13*	1.36±0.27	2.45±0.52*	130.42±21.16	229.16±35.28*
观察组	21	215.22±22.16	407.22±23.15*	1.38±0.29	3.77±1.23*	130.51±21.18	278.26±41.19*
t 值		0.139	10.656	0.231	4.530	0.014	4.149
P 值		>0.05	<0.05	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05

注:与治疗前比,* $P<0.05$ 。PDGF:血小板衍生生长因子;SP:P 物质;VIP:血管活性肠肽。

表 4 两组患者 MAS、BBS、WCS、NBDS 评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	MAS 评分		BBS 评分		WCS		NBDS	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	21	2.12±0.38	1.73±0.27*	34.51±3.26	40.26±3.83*	17.12±4.63	11.62±3.55*	23.52±6.74	17.48±4.24*
观察组	21	2.11±0.36	1.23±0.25*	34.53±3.28	47.64±4.17*	17.11±4.61	8.26±1.73*	23.51±6.72	12.34±2.77*
t 值		0.088	6.227	0.020	5.973	0.007	3.899	0.005	4.651
P 值		>0.05	<0.05	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05

注:与治疗前比,* $P<0.05$ 。MAS:改良 Ashworth 痉挛量表;BBS: Berg 平衡量表;WCS: Wexner 便秘评分;NBDS:神经源性肠道功能障碍评分。

复^[10]。肌电生物反馈电刺激能促进乙酰胆碱水平升高,使神经细胞功能增强,有利于促使脊髓神经再生,从而建立新的轴突联系;此外,通过刺激外周低阈值神经纤维,有利于脊髓释放兴奋性递质,从而降低炎症反应,促进患者神经元恢复,改善神经功能;同时肌电生物反馈电刺激还可通过以上途径间接提高肠道神经的兴奋信号的传输与扩大,达到改善肠功能的作用^[11]。本研究结果显示,与对照组相比,观察组血清 PDGF、SP、VIP 水平更高,表示肌电生物反馈电刺激可改善脊髓损伤患者神经功能与肠道功能。

综上,肌电生物反馈电刺激能有效提高脊髓损伤患者下肢功能及步行能力,改善神经与肠道功能,缓解下肢痉挛程度,恢复平衡能力,值得临床推广使用。

参考文献

[1] 张子英,刘恒,赵静,等.肌电生物反馈联合下肢康复机器人训练对脊髓损伤患者下肢功能恢复的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2020,42(12): 1075-1077.

[2] 中国医师协会骨科医师分会,中国医师协会骨科医师分会《成人急性胸腰段脊柱脊髓损伤循证临床诊疗指南》编辑委员会.中国医师协会骨科医师分会骨科循证临床诊疗指南:成人急性胸腰段脊柱脊髓损伤循证临床诊疗指南[J].中华外科杂志,2019,57(3): 161-165.

[3] 洪毅,李想,张军卫,等.国内应用脊髓损伤神经学分类标准

(ASIA)现状初步分析[J].中国康复理论与实践,2007,13(3): 227-228.

[4] 余芳菲,贾新燕,李雯昕,等.电针对不完全性脊髓损伤患者运动功能和大脑皮层运动区兴奋性的影响[J].中医杂志,2018,59(21): 1848-1852.

[5] 郭铁成,卫小梅,陈小红.改良 Ashworth 量表用于痉挛评定的信度研究[J].中国康复医学杂志,2008,23(10): 906-909.

[6] 赵宏,瓮长水,高丽萍.用 Berg 平衡量表和最大步行速度评价脑卒中患者的户外步行自立性[J].中国康复理论与实践,2010,16(1): 8-10.

[7] 赵建军,许丽华.采用 Wexner 评分系统的综合护理在脑梗死患者便秘中的应用[J].中华现代护理杂志,2017,23(34): 4395-4397.

[8] 刘子靖.基于 NBD 评分的肠道干预方案在脊髓损伤后肠道功能障碍患者中的应用[D].长春:吉林大学,2022.

[9] 曹效,吴慧楠,赵海红,等.盆底肌电生物反馈电刺激对脊髓损伤患者肠道功能障碍的效果观察[J].中国康复,2019,34(11): 575-578.

[10] 张建梅,李娜,朱亮,等.盆底生物反馈电刺激联合下肢康复机器人训练对脊髓损伤患者肠道功能的影响[J].脑与神经疾病杂志,2021,29(1): 53-57.

[11] 裴少保,尹宗生,张之栋,等.生物反馈疗法联合功能康复训练对老年脊髓损伤患者脊柱功能、神经功能和生活质量的影响[J].中国老年学杂志,2022,42(7): 1694-1696.

· 读者 · 作者 · 编者 ·

本刊对参考文献的相关要求

参考文献应遵循“最新、关键、必要和亲自阅读过”的原则,在正文中顺次引述(按在正文中被提及的先后来排列文后的参考文献的序号);一般只引正式出版过的文献;尽量选近 5 年的文献资料。

著录格式执行 GB/T 7714—2015《信息与文献 参考文献著录规则》。对于同一文献作者不超过 3 人的全部著录;超过 3 人可以只著录前 3 人,其后加“等”(西文加“et al”,日文加“他”)。作者姓名一律姓氏在前、名字在后,外国人的姓氏一律大写,名字采用首字母缩写形式,缩写名后不加缩写点;不同作者姓名之间用“,”隔开,不用“和”“and”等连词。示例如下:

[1] 蔡丽丽,朱斌,徐青青,等.自拟活血祛风颗粒剂联合温针灸治疗急性脑梗死后吞咽功能障碍的临床观察[J].中国中医急症,2019,28(5): 148-151.

[2] 李阳,彭滔.腹腔镜胆管癌根治术与经皮经肝胆道引流介入治疗胆管癌的效果及影响分析[J/CD].临床普外科电子杂志,2022,10(3):67-70.

[3] EON H, LEE S U, LIM J Y, et al. Low skeletal muscle mass and radiographic osteoarthritis in knee, hip, and lumbar spine: a cross-sectional study[J]. Aging Clin Exp Res, 2019, 31(11): 1557-1562.

[4] NAKAJO Y, ZHAO Q, ENMI J I, et al. Early detection of cerebral infarction after focal ischemia using a new MRI indicator[J]. Mol Neurobiol, 2019, 56(1): 658-670.