

电针配合悬吊运动训练治疗不完全性脊髓损伤疗效观察

牛秋妍¹, 任亚锋², 张晓勇², 李长乐², 李冰¹, 韦慧麟¹

(1. 河南中医药大学, 郑州 450046; 2. 河南中医药大学第一附属医院, 郑州 450000)

【摘要】 目的 观察电针配合悬吊运动训练治疗不完全性脊髓损伤的临床疗效及其对患者运动功能的影响。方法 将 90 例不完全性脊髓损伤患者随机分为 A 组、B 组和 C 组, 每组 30 例。3 组均进行常规治疗, A 组采用电针疗法, B 组采用各体位悬吊运动疗法, C 组采用电针配合悬吊运动治疗。观察 3 组治疗前后运动功能评分、改良 Barthel 指数 (MBI) 评分、各肌群改良 Ashworth 痉挛量表 (MAS) 评分及下肢运动诱发电位 (MEP) 的 Cortical 波和 Lsp 波潜伏期和波幅的变化情况, 并比较 3 组临床疗效。结果 3 组治疗后下肢关键肌运动评分、MBI 评分及下肢 MEP 的 Cortical 波和 Lsp 波波幅均显著上升, Cortical 波和 Lsp 波潜伏期均显著下降, 与同组治疗前比较, 差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。A 组和 C 组治疗后各肌群 MAS 评分均显著降低, 与同组治疗前比较, 差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。C 组治疗后下肢关键肌运动评分、MBI 评分、各肌群 MAS 评分及下肢 MEP 的 Cortical 波和 Lsp 波潜伏期和波幅与 A 组和 B 组比较, 差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。A 组总有效率为 53.3%, B 组为 60.0%, C 组为 83.3%; C 组总有效率明显高于 A 组和 B 组, 差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。结论 在常规康复治疗的基础上辅以电针配合悬吊运动训练可有效改善不完全性脊髓损伤患者的运动功能。

【关键词】 针刺疗法; 督脉; 电针; 脊髓损伤; 悬吊运动; 运动诱发电位; 运动功能; 康复训练

【中图分类号】 R246.6 **【文献标志码】** A

DOI: 10.13460/j.issn.1005-0957.2021.13.0051

Efficacy Observation of Electroacupuncture Combined with Suspension Exercise Training for Incomplete Spinal Cord Injury NIU Qiuyan¹, REN Yafeng², ZHANG Xiaoyong², LI Changle², LI Bing¹, WEI Huilin¹. 1.Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou 450046, China; 2.The First Affiliated Hospital of Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou 450000, China

[Abstract] Objective To observe the clinical efficacy of electroacupuncture plus suspension exercise training (SET) in treating incomplete spinal cord injury (SCI) and its effect on the patient's motor function. **Method** Ninety patients with incomplete SCI were randomized into group A, group B, and group C, with 30 cases in each group. The three groups were offered conventional treatment. In addition, group A was given electroacupuncture treatment, group B received SET in different positions, and group C received electroacupuncture plus SET. Before and after the treatment, the motor function score, modified Barthel Index (MBI) score, modified Ashworth scale (MAS) score of different muscle groups, and latency and amplitude of Cortical and Lsp waves of the lower-limb motor-evoked potential (MEP) were observed for the three groups. The clinical efficacy was also compared. **Result** After the treatment, the motor function scores of the essential lower-limb muscles, MBI score, and amplitude of Cortical and Lsp waves of the lower-limb MEP increased, and the latency of Cortical and Lsp waves decreased in the three groups, all presenting significant differences ($P < 0.05$). The MAS score of each muscle group dropped after the intervention in groups A and C, and the differences were statistically

基金项目: 河南省中医管理局国家中医临床研究基地科研专项课题 (2018JDZX010); 河南省中医药科学研究专项课题 (2019JDZX2109)

作者简介: 牛秋妍 (1997—), 女, 2019 级硕士生, 研究方向为脊柱脊髓损伤的中西医结合康复, Email: 2601469959@qq.com

通信作者: 任亚锋 (1975—), 女, 副主任医师, 硕士生导师, Email: 253453490@qq.com

significant ($P < 0.05$). After the treatment, the essential lower-limb muscle motor function scores, MBI score, MAS score of each muscle group, and the latency and amplitude of Cortical and Lsp waves of the lower-limb MEP in group C were significantly different than those in groups A and B ($P < 0.05$). The total effective rate was 53.3% in group A, 60.0% in group B, and 83.3% in group C. The total effective rate in group C was markedly higher than that in groups A and B ($P < 0.05$). **Conclusion** Based on conventional rehabilitation treatment, electroacupuncture plus SET can effectively improve motor function in patients with incomplete SCI.

[Key words] Acupuncture therapy; Governor Vessel; Electroacupuncture; Spinal cord injury; Suspension exercise; Motor-evoked potential; Motor function; Rehabilitation training

脊髓损伤(spinal cord injury, SCI)是由各种外伤因素或其他脊柱内因疾病所导致的损伤平面以下脊髓功能障碍^[1]。随着经济的发展,近年来交通、劳动、运动等意外事故迅速增长,SCI成为高发病率、高致残率的疾患之一^[2]。SCI后患者出现的运动、感觉及二便障碍给患者家庭带来沉重压力,同时也给社会造成医疗负担^[3]。因此,恢复患者运动功能,对提升患者生活质量、减轻家庭负担以及社会发展具有相当重要的意义。国外有研究认为,悬吊运动训练(suspension exercise training, SET)可为患者提供不稳定支撑平面,激活躯体深部神经肌肉,促进不完全SCI患者下肢运动功能的恢复^[4]。虽然SET降低肌张力效果不够明确,但对增强肌肉力量有较好效果,值得深入研究。SCI属中医学“痿证”范畴,而针灸治疗“痿证”历史悠久^[5],且已得到国内外医学界的广泛认可。近年来,

有大量动物实验^[6-9]表明电针可以改善SCI,但单一干预措施难以达到最佳的康复效果。基于此,本研究在常规康复治疗的基础上,采用电针配合悬吊运动训练治疗不完全性SCI后运动障碍的疗效,现报道如下。

1 临床资料

1.1 一般资料

90例不完全性SCI患者均为2017年5月至2020年5月河南中医药大学第一附属医院康复中心住院患者。按照就诊顺序编号,应用随机数字表法将患者随机分为A组、B组和C组,每组30例。3组患者性别、年龄、病程及损伤程度比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性,详见表1。本研究经河南中医药大学第一附属医院伦理委员会审批(AF/SC-07/03.2)。

表1 3组一般资料比较

组别	例数	性别(例)		平均年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	平均病程($\bar{x} \pm s$, d)	损伤程度(例)		
		男	女			B级	C级	D级
A组	30	22	8	43±12	35.01±5.64	20	7	3
B组	30	25	5	46±10	35.58±6.84	18	8	4
C组	30	19	11	42±12	38.10±5.76	22	6	2

1.2 诊断标准

1.2.1 西医诊断标准

符合由美国脊髓损伤协会(American Spinal Injury Association, ASIA)发布《脊髓损伤神经学分类国际标准(2011年修订版)》^[10]中不完全性SCI分级标准。B级为损伤平面以下有感觉功能无运动功能;C级为损伤平面以下存在运动功能但大于一半的关键肌<3级;D级为损伤平面以下存在运动功能但大于一半的关键肌≥3级。

1.2.2 中医辨证标准

符合《中医病证诊断疗效标准》^[11]中“痿证”的

诊疗依据,符合脾肾阳虚型,表现为肢体活动不利,腰膝酸软无力,面浮不华,食少纳呆;舌质红,苔白,脉细数。

1.3 纳入标准

①符合上述诊断标准;②核磁共振提示存在SCI,且损伤程度为不完全性;③年龄为18~65岁,性别不限;④接受配合治疗不少于6周;⑤自愿参加并签署知情同意书。

1.4 排除标准

①完全性脊髓损伤者;②严重的感染、肿瘤及精神异常或伴有影响疗效评定的并发症者;③有心脏支架

或安装心脏起搏器者;④不能耐受电刺激或不配合者。

2 治疗方法

2.1 常规治疗

予营养神经的药物,并进行常规康复治疗 and 基础康复护理。其中,常规康复治疗具体内容包含①运动疗法主要有姿势牵伸、站立架、肌力等各种训练以及必要时佩戴支具锻炼;②物理因子疗法主要利用低频或者中频脉冲电刺激关键肌,兴奋神经肌肉组织,促进肌肉运动再学习和易化;③中医特色治疗包含督灸、封包等以活血通络、温经通督。

2.2 A 组

在常规治疗的基础上采用电针治疗。取大椎、命门穴,并根据受损部位不同,在患者损伤平面的上下督脉各取 1 个穴位。膈穴常规消毒后,采用 0.30 mm×25~50 mm 华佗牌无菌针灸针(苏州医疗用品厂有限公司)直刺 15 mm,患者有酸麻重胀感觉即为得气。得气后连接 G6805-2A 型电针仪,受损节段的上下督脉穴连接同一组导线,大椎、命门穴连接同一组导线,波形选用密波,输出频率为 2~18 Hz,根据患者耐受情况调整输出强度,留针 25 min。

2.3 B 组

在常规治疗的基础上采用 Redcord 悬吊系统治疗,分别采用仰卧、侧卧、俯卧等体位结合开链闭链运动训练躯干核心肌群及下肢肌群。躯干控制训练分为①仰卧位骨盆上抬,让患者自然屈髋屈膝位,腰部由宽吊带固定,连接宽吊带扣件以及弹力绳,治疗师固定患者双膝关节和双踝关节,引导患者做桥式运动以强化腰背肌力量;②侧卧位髋外展,患者侧卧位腰部由宽吊带及弹力带固定,取另一宽吊带用刚性绳固定于膝关节稍靠下位置起支撑作用,治疗师一手按压骨盆防止代偿,一手辅助患者做髋外展动作,左右两侧肢体都要锻炼,增强臀中肌及躯干髂肋肌、肋间肌力量;③俯卧位平板支撑,用宽吊带和弹力绳固定患者骨盆,根据患者躯干肌群力量调整胸部弹力绳负荷,用窄吊带固定患者双膝,患者双肘接触床面支撑身体使腹部收缩并保持以强化训练腹肌。下肢肌群训练分为①侧卧位(减重状态下)单腿悬挂分别用窄吊带和手带固定膝、踝关节并与髋保持水平,然后做屈髋伸膝动作以增强下肢关键肌力量;②患者立位下,双手用手带和弹力绳固定,治疗师辅助患者做屈伸膝动作以训练下肢稳定性。以

上每组动作重复 10 次,重复 3 组,组间可休息 30 s,上述动作应尽量保持无痛。

2.4 C 组

在常规治疗的基础上采用电针配合 SET 治疗。电针治疗同 A 组,SET 治疗同 B 组。

3 组均每日治疗 1 次,治疗 6 周后进行疗效统计。

3 治疗效果

3.1 观察指标

3.1.1 运动功能评分

利用 ASIA 评分量表^[10]测定患者双下肢 5 个关键肌(髂腰肌、股四头肌、踝背伸肌、趾长伸肌、踝跖屈肌)的肌力并进行评分,分数越高表明疗效越好。

3.1.2 日常生活活动能力评定

采用改良 Barthel 指数(modified Barthel index, MBI)评定患者日常生活能力改善情况。该量表包括 10 项内容,总分 100 分,分数越高表示患者自理能力越好。

3.1.3 肌张力分级

采用改良 Ashworth 痉挛量表(modified Ashworth scale, MAS)测定患者双下肢屈膝肌、伸膝肌、踝背伸肌、踝跖屈肌群肌张力的改善情况,分值越低代表肌张力越小,恢复越好。

3.1.4 脊髓电生理评价

采用美国尼高力公司生产的 ViKing Quest 肌电诱发电位仪对患者进行下肢运动诱发电位(motor evoked potential, MEP)检查。患者取坐位,表面记录电极放在胫前肌肌腹,参考电极放在肌腱处,地极置于脚踝部位刺激部位为皮质腿区、腰骶部,刺激强度为 120%的运动阈值。观察 Cortical、Lsp 波形,并记录潜伏期和波幅。

3 组患者治疗前后分别由 3 名资深医师对上述指标进行独立评定。

3.2 疗效标准

根据治疗前后 ASIA 损伤分级^[12]进行疗效评定。

显效:治疗后 ASIA 损伤分级提高 2 级。

有效:治疗后 ASIA 损伤分级提高 1 级。

无效:临床症状无明显变化。

3.3 统计学方法

应用 Epidata3.2 建立数据库,采用 SPSS21.0 软件进行统计分析。计量资料满足正态分布时用均数±标准差描述,不满足正态分布时用[中位数,(四分位间

距)]描述;满足正态分布且方差齐时用单因素方差分析进行检验,用 *SNK-q* 检验进行组间差异性分析,用配对 *t* 检验进行组内差异性分析;非正态分布采用 *Wilcoxon* 秩和检验。计数资料以例(率)来描述,用卡方检验进行差异性检验;等级资料比较采用秩和检验。以 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

3.4 治疗结果

3.4.1 3组临床疗效比较

由表 2 可见,A 组总有效率为 53.3%,B 组为 60.0%,C 组为 83.3%。C 组总有效率明显高于 A 组和 B 组,差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。

3.4.2 3组治疗前后下肢关键肌运动评分及 MBI 评分比较

由表 3 可见,3 组治疗前下肢关键肌运动评分及

MBI 评分比较,差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。3 组治疗后下肢关键肌运动评分及 MBI 评分均显著上升,与同组治疗前比较,差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。C 组治疗后下肢关键肌运动评分及 MBI 评分均明显高于 A 组和 B 组,差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$);A 组和 B 组治疗后下肢关键肌运动评分及 MBI 评分比较,差异也均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。

表 2 3组临床疗效比较 (例)

组别	例数	显效	有效	无效	总有效率/%
A 组	30	6	10	14	53.3 ¹⁾
B 组	30	7	11	12	60.0 ¹⁾
C 组	30	11	14	5	83.3

注:与 C 组比较 ¹⁾ $P < 0.05$

表 3 3组治疗前后下肢关键肌运动评分及 MBI 评分比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	例数	时间	运动评分	MBI 评分
A 组	30	治疗前	25.00 ± 7.85	41.00 ± 11.62
		治疗后	28.86 ± 6.92 ¹⁾²⁾³⁾	45.33 ± 10.42 ¹⁾²⁾³⁾
B 组	30	治疗前	21.96 ± 4.67	41.83 ± 12.89
		治疗后	28.03 ± 7.27 ¹⁾	51.83 ± 13.49 ¹⁾
C 组	30	治疗前	22.70 ± 6.88	41.50 ± 13.46
		治疗后	32.68 ± 4.59 ¹⁾²⁾	58.83 ± 14.54 ¹⁾²⁾

注:与同组治疗前比较 ¹⁾ $P < 0.05$;与 B 组比较 ²⁾ $P < 0.05$;与 C 组比较 ³⁾ $P < 0.05$

3.4.3 3组治疗前后各肌群 MAS 评分比较

由表 4 可见,3 组治疗前各肌群 MAS 评分比较,差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。A 组和 C 组治疗后各肌群 MAS 评分均显著降低,与同组治疗前比较,差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$);B 组治疗前后各肌群 MAS 评

分比较,差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。C 组治疗后各肌群 MAS 评分均明显低于 A 组和 B 组,差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$);A 组和 B 组治疗后各肌群 MAS 评分比较,差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。

表 4 3组治疗前后各肌群 MAS 评分比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	例数	时间	屈髋肌群	伸膝肌群	踝背伸肌群	踝跖屈肌群
A 组	30	治疗前	3.27 ± 0.56	2.93 ± 0.87	2.78 ± 0.54	3.85 ± 0.92
		治疗后	1.53 ± 0.68 ¹⁾²⁾³⁾	2.30 ± 0.84 ¹⁾²⁾³⁾	1.70 ± 0.79 ¹⁾²⁾³⁾	2.30 ± 0.65 ¹⁾²⁾³⁾
B 组	30	治疗前	3.13 ± 0.78	2.90 ± 0.88	2.58 ± 0.49	3.73 ± 0.76
		治疗后	2.60 ± 0.61	2.73 ± 0.87	2.07 ± 0.64	2.83 ± 0.87
C 组	30	治疗前	3.06 ± 0.47	2.87 ± 0.78	2.53 ± 0.51	3.77 ± 0.81
		治疗后	1.17 ± 0.71 ¹⁾²⁾	1.83 ± 0.79 ¹⁾²⁾	1.33 ± 0.55 ¹⁾²⁾	1.90 ± 0.71 ¹⁾²⁾

注:与同组治疗前比较 ¹⁾ $P < 0.05$;与 B 组比较 ²⁾ $P < 0.05$;与 C 组比较 ³⁾ $P < 0.05$

3.4.4 3组治疗前后下肢 MEP 的 Cortical 波和 Lsp 波潜伏期和波幅比较

由表 5 可见,3 组治疗前下肢 MEP 的 Cortical 波和 Lsp 波潜伏期和波幅比较,差异均无统计学意义

($P > 0.05$)。3 组治疗后下肢 MEP 的 Cortical 波和 Lsp 波潜伏期均显著下降,Cortical 波和 Lsp 波波幅均显著上升,与同组治疗前比较,差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。C 组治疗后下肢 MEP 的 Cortical 波和 Lsp

波潜伏期和波幅与 A 组和 B 组比较, 差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。A 组和 B 组治疗后下肢 MEP 的

Cortical 波和 Lsp 波潜伏期和波幅比较, 差异则均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

表 5 3 组治疗前后下肢 MEP 的 Cortical 波和 Lsp 波潜伏期和波幅比较

($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	时间	Cortical 波		Lsp 波	
			潜伏期(ms)	波幅(mV)	潜伏期(ms)	波幅(mV)
A 组	30	治疗前	35.37±2.70	0.48±0.21	22.21±2.06	1.42±0.18
		治疗后	32.62±2.38 ¹⁾²⁾	1.07±0.13 ¹⁾²⁾	19.05±0.99 ¹⁾²⁾	2.32±0.22 ¹⁾²⁾
B 组	30	治疗前	35.05±2.66	0.51±0.27	21.51±1.80	1.45±0.20
		治疗后	30.20±1.73 ¹⁾²⁾	1.24±0.16 ¹⁾²⁾	16.82±0.30 ¹⁾²⁾	3.29±0.36 ¹⁾²⁾
C 组	30	治疗前	35.62±2.47	0.50±0.24	21.36±1.07	1.39±0.25
		治疗后	27.09±3.07 ¹⁾	1.72±0.27 ¹⁾	12.47±0.78 ¹⁾	4.43±0.33 ¹⁾

注:与同组治疗前比较¹⁾ $P < 0.05$;与 C 组比较²⁾ $P < 0.05$

4 讨论

中医学认为,SCI 与督脉密切相关。《难经·二十八难》:“督脉者,起于下极之俞,并于脊里,上至风府,入属于脑。”说明督脉循行贯穿整个脊柱,而脊髓正好位于脊柱正中,故 SCI 实质为督脉受损。督脉受损,则阳经气血不能濡养四肢肌肉经络,致四肢活动不能,畏寒肢冷。督脉总督一身阳气,有“阳脉之海”之称,滑伯仁《十四经发挥》中记载:“督之为言都也,行背部之中行,为阳脉之都纲。”可见督脉具有调节阳经气血的作用。因此,SCI 与督脉瘀阻有密切相关性,疏通督脉是治疗脊髓损伤的关键,而针刺即可达到疏通经脉之气的效果。大椎为“三阳督脉之会”,具有通督调神、健脑益髓的功能;“肾主骨生髓”,两肾之间为生命之门,简称命门,蕴藏先天之气,故针刺大椎、命门可补阳气,疏通经血,使阳气贯通四肢,则肢体微弱不用好转。近年来,有大量实验^[7-9,13-14]证明电针对 SCI 修复有很大的促进作用,也有一些临床研究^[15-16]发现电针督脉配合其他治疗较单一治疗有更大优势。本研究选取督脉中的大椎、命门及受损节段的上下督脉穴进行电针,一方面作用在督脉可有阳气通达、疏通经气的功效;另一方面现代医学认为电针疏密波具有促进新陈代谢、促进气血循环、改善组织营养、消除炎性水肿等作用,且在密波电场的作用下受损的脊髓神经组织可再生^[17],有利于增强受损神经可塑性,从而加速脊髓神经功能的恢复。有学者^[18]研究发现,毫针在通过竖脊肌等肌肉组织的过程中会间接缓解肌肉强直痉挛状态,帮助肌肉达到正常的松弛度,会对被神经所支配的肌肉骨骼及筋膜做出生理性调整,帮助降低肌张力。本研究结果亦显示,A 组患者治疗后 MAS 评分较治疗前明显改

善,且优于 B 组,提示电针可以针对性降低不完全性 SCI 患者肌张力。

SET 是让患者在不稳定的平面下训练深层核心肌群的方法,主要应用于运动系统和神经系统疾病的康复治疗。有学者^[19]研究表明,对不完全性 SCI 患者进行 SET 训练能诱发肌肉自主收缩从而提高患者的核心力量。本研究设计的 SET 各项动作均可使患者处于不稳定的支撑面,以便核心深层小肌群被激活从而投入到躯干控制的调节中,同时激活主动肌、协同拮抗肌实现协调平衡控制,有效提高损伤平面以下核心肌群的肌力和稳定性^[20]。同时,SET 训练中弹力绳的灵活运用能帮助患者减轻躯干负荷,缓解肌张力,诱发主动运动,有助于患者改善协调功能及运动控制能力^[21]。还有研究^[22]认为,SET 具有一定的神经刺激效应,能够激活脊髓的相关节律性运动中枢。这些都表明 SET 训练对不完全性 SCI 患者运动功能恢复的必要性。本研究结果显示,B 组患者治疗后 ASIA 下肢关键肌运动评分及 MBI 评分较治疗前明显改善,且优于 A 组,提示悬吊运动可以针对性提高不完全性 SCI 患者下肢肌力,改善日常生活能力,但降低肌张力效果不明确。

SCI 主要表现为脊柱损伤节段以下肢体功能的严重障碍,会出现肢体无自主运动、感觉减退、二便障碍等症状,其中运动障碍是 SCI 患者最为常见的并发症^[23]。目前临床上针对 SCI 后运动障碍除了常规康复训练,也采用了经皮脊髓刺激、高压氧配合电针以及调跷通督益髓汤等较新疗法^[24-26]。电针对于 SCI 的作用,主要在于温经通络、疏通督脉以及降低肌张力,电针治疗在即时效应上有一定优势,但对于患者肌力及步行能力的提升帮助不大,而悬吊运动对于 SCI 的治疗作

用主要体现在增强躯干核心肌群的力量, 激发深层肌肉的感受性、力量、耐力, 进而产生运动学习和促进肌肉力量的训练。本研究发现, 不完全性 SCI 患者在电针配合 SET 治疗后, 其疗效相对于仅电针或悬吊组有明显差异, 提示电针配合 SET 能明显改善 SCI 后患者运动功能障碍, 有效增强残存肌力, 改善日常生活能力, 增强脊髓运动传导束的功能。

MEP 是指刺激脊髓或皮层运动区使脊髓前角细胞或周围神经运动纤维兴奋^[27-28], 从而记录的下行传导通路的神经电位, 可客观评估脊髓运动功能。MEP 的潜伏期缩短和波幅增高均表明参与活动的神经元的增多, 细胞兴奋性增高, 即脊髓传导功能好^[29-30]。本次研究选取的 Cortical 和 Lsp 分别代表刺激皮层和脊髓后到达胫前肌的电位^[27]。结果显示, 电针联合 SET 治疗后 Cortical 和 Lsp 潜伏期较治疗前缩短, 波幅较治疗前增加, 与脊髓功能评定结果一致, 表明两种方法联合能显著改善不完全性 SCI 患者的运动功能障碍。MEP 虽然是一种比较客观、定量的检测技术^[31-33], 但单独应用很难精确判断 SCI 恢复程度, 故本研究还选取了 ASIA 分级、MBI、MAS 等常规指标来评价判断脊髓损伤运动功能改善情况。

综上所述, SET 以及电针用于治疗 SCI 都是有据可依的, 且取得满意疗效, 证明在常规康复治疗的基础上, 电针配合 SET 治疗 SCI 值得在临床应用, 但具体悬吊训练方法和电针方式有待优化。另外需要指出两点不足, 一是本研究没有设置常规对照组, 主要原因是在临床工作中考虑到患者最大获益可能, 所有患者均尽可能接受一些可能有效的治疗方案; 二是本研究样本量偏少, 观察时间短, 未进行长期随访, 因此其结果可能具有局限性, 仍需进一步研究。

参考文献

- [1] THIBAUDIER Y, TAN A Q, PETERS D M, *et al.* Differential deficits in spatial and temporal interlimb coordination during walking in persons with incomplete spinal cord injury[J]. *Gait Posture*, 2020, 75:121-128.
- [2] LI H L, Xu H, LI Y L, *et al.* Epidemiology of traumatic spinal cord injury in Tianjin, China: An 18-year retrospective study of 735 cases[J]. *J Spinal Cord Med*, 2019, 42(6):778-785.
- [3] WHITE B A B, DEAN, STREET J T, *et al.* The economic burden of urinary tract infection and pressure ulceration in acute traumatic spinal cord injury admissions: Evidence for comparative economics and decision analytics from a matched case-control study[J]. *J Neurotrauma*, 2017, 34(20):2892-2900.
- [4] KIM Y W, KIM N Y, CHANG W H, *et al.* Comparison of the therapeutic effects of a sling exercise and a traditional stabilizing exercise for clinical lumbar spinal instability[J]. *J Sport Rehabil*, 2018, 27(1):47-54.
- [5] 孙忠人, 李佳诺, 尹洪娜, 等. 针刺促进脊髓损伤后神经功能恢复及相关信号通路作用机制研究进展[J]. *中华中医药杂志*, 2019, 34(11):5291-5295.
- [6] 卫哲, 周赞华. 夹脊电针对脊髓损伤小鼠运动功能及凋亡蛋白的影响[J]. *中国中西医结合杂志*, 2018, 38(2):219-222.
- [7] 邹恩苗, 高丽萍, 胡洁, 等. 督脉电针治疗对脊髓损伤大鼠神经细胞自噬及凋亡的影响[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2019, 27(11):11-14.
- [8] 吕威, 莫雨平, 李冰, 等. 督脉电针对不同时间段脊髓损伤大鼠运动功能及 p75 神经营养受体表达的影响[J]. *中国康复理论与实践*, 2016, 22(8):876-883.
- [9] 吴金隆, 杨堃, 金永喜, 等. 督脉电针联合康复训练对脊髓损伤模型大鼠 NGF、bFGF、BDNF 表达的影响[J]. *浙江中西医结合杂志*, 2020, 30(6):449-453.
- [10] 美国脊柱损伤协会. 脊髓损伤神经学分类国际标准(2011 年修订版)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2013:25.
- [11] 国家中医药管理局. 中医病证诊断疗效标准[S]. 南京: 南京大学出版社, 1994.
- [12] 沈丹彤, 古菁, 叶水林, 等. 不同疗程高压氧治疗脊髓损伤的临床观察[J]. *实用医学杂志*, 2018, 34(9):1472-1475, 1494.
- [13] 吕威, 李冰, 景泉凯, 等. 电针“大椎”“命门”对脊髓损伤大鼠神经元细胞凋亡及 JNK 信号通路相关蛋白表达的影响[J]. *针刺研究*, 2017, 42(1):14-19.
- [14] 郭全虎, 郑利强, 江维, 等. 督脉电针对脊髓损伤后大鼠运动功能的影响[J]. *中国中医急症*, 2018, 27(7):1144-1146, 1150.
- [15] 王束瑾. 电针督脉联合康复训练治疗脊髓损伤的疗效观察[J]. *中国实用神经疾病杂志*, 2016, 19(15):125-126.
- [16] 余芳菲, 王俊, 熊愿, 等. 夹脊穴、督脉为主的电针方案

- 联合高压氧治疗对急性脊髓损伤的临床观察[J]. 时珍国医国药, 2020, 31(4):1022-1024.
- [17] 刘静, 肖明中. 电针对急性脊髓损伤大鼠运动功能及钙蛋白酶表达的影响[J]. 针刺研究, 2020, 45(12):968-972.
- [18] 韩聪, 赵耀东, 金钰钧, 等. 经筋理论结合毫针刺法治疗腰椎间盘突出症临床经验[J]. 中华中医药杂志, 2020, 35(12):6157-6160.
- [19] 尹正录, 孟兆祥, 王继兵, 等. 悬吊运动训练对不完全截瘫患者平衡及步行能力的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2017, 39(2):114-116.
- [20] ROH H S, CHO W J, RYU W J, *et al.* The change of pain and lumbosacral sagittal alignment after sling exercise therapy for patients with chronic low back pain[J]. *J Phys Ther Sci*, 2016, 28(10):2789-2792.
- [21] LEE S B, CHO W J. The effect of sling exercise on sagittal lumbosacral angle and intervertebral disc area of chronic low back pain patients[J]. *J Exerc Rehabil*, 2016, 12(5):471-475.
- [22] 胡智宏, 孔叶平, 叶倩. 悬吊训练作用机制及临床应用研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2016, 31(8):924-927.
- [23] WECHT J M, WEIR J P, KATZELNICK C G, *et al.* Systemic and cerebral hemodynamic contribution to cognitive performance in spinal cord injury[J]. *J Neurotrauma*, 2018, 35(24):2957-2964.
- [24] MEGÍA GARCÍA A, SERRANO-MUÑOZ D, TAYLOR J, *et al.* Transcutaneous spinal cord stimulation and motor rehabilitation in spinal cord injury: A systematic review[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2020, 34(1):3-12.
- [25] 李佳, 李娜, 胡彬, 等. 调跷通督益髓汤对不完全性脊髓损伤患者运动功能及胃肠道功能障碍的影响[J]. 中国老年学杂志, 2020, 40(18):3904-3907.
- [26] 唐能能, 李毓吉. 高压氧联合电针治疗脊髓损伤运动功能障碍患者的疗效观察[J]. 中华航海医学与高气压医学杂志, 2020, 27(3):349-350.
- [27] THOMPSON A K, FIORENZA G, SMYTH L, *et al.* Operant conditioning of the motor-evoked potential and locomotion in people with and without chronic incomplete spinal cord injury[J]. *J Neurophysiol*, 2019, 121(3):853-866.
- [28] BUNDAY K L, URBIN M A, PEREZ M A. Potentiating paired corticospinal-motoneuronal plasticity after spinal cord injury[J]. *Brain Stimul*, 2018, 11(5):1083-1092.
- [29] LEE K Z, LIOU L M, VINIT S. Diaphragm Motor-Evoked Potential Induced by Cervical Magnetic Stimulation following Cervical Spinal Cord Contusion in the Rat[J]. *J Neurotrauma*, 2021, 38(15):2122-2140.
- [30] XIANG B, JIAO S, ZHANG Y, *et al.* Effects of desflurane and sevoflurane on somatosensory-evoked and motor-evoked potential monitoring during neurosurgery: a randomized controlled trial[J]. *BMC Anesthesiol*, 2021, 21(1):240.
- [31] 徐薇, 王树杰, 朱洁, 等. 术中经颅电刺激运动诱发电位监测在术前脊髓损伤患者中的应用[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2020, 13(3):225-229.
- [32] 段强, 孙良文, 韦春霞, 等. 作用于小脑的低频 rTMS 对后循环缺血卒中患者的下肢运动功能及皮层兴奋性的影响[J]. 中华脑科疾病与康复杂志(电子版), 2020, 10(6):352-356.
- [33] 刘文, 乔慧, 刘淑玲, 等. 直接皮质刺激运动诱发电位在累及运动区胶质瘤切除术中运动通路保护研究[J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2006, 11(11):481-483.

收稿日期2021-08-12