

功能手技能训练结合功能性电刺激对四肢瘫患者手功能的疗效研究

王杨^a, 王瑜^a, 王海云^a, 何爱群^a, 刘四文^b

【摘要】 目的:研究功能手技能训练结合功能性电刺激对四肢瘫患者手功能的临床疗效,并探讨其应用特点。**方法:**42例四肢瘫患者随机分为对照组和观察组各21例。其中对照组开展为期8周,每周6d,每天30min的功能手技能训练;观察组在功能手技能训练基础上增加15min/d的双手双通道功能性电刺激。分别于训练前及训练后采用上肢肌力测试、Auspinal测试及脊髓独立性评估进行疗效评估。**结果:**训练后,2组患者上肢肌力得分、手实用功能及日常生活能力均较训练前明显提高($P<0.05$)。观察组患者训练前后上肢肌力及手实用功能提高程度较对照组提高显著($P<0.05$)。**结论:**功能手技能训练结合功能性电刺激能显著提高四肢瘫患者手部实用功能,并促进其日常生活自理,适宜在临床进一步推广。

【关键词】 功能手技能训练;功能性电刺激;四肢瘫;手功能

【中图分类号】 R49;R682 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2021.08.010

脊髓损伤是一种高致残性疾病。患者在损伤节段以下感觉、运动功能减弱及丧失,尤以颈髓损伤引起的四肢瘫功能障碍最为严重^[1]。患者除了面临下肢步行功能受限外,还存在不同程度的手上肢功能受限,严重限制其自理能力及生存质量^[2]。调查显示,77%的四肢瘫患者认为手功能的提高对于其生活自理能力的提升有十分重要的作用,其需求甚至大于对步行能力的需求^[3]。因此针对四肢瘫患者制定行之有效的手功能训练方案是医护团队临床研究和探索的必要内容。常规的四肢瘫手功能训练方案以代偿方式的功能手技能训练(Functional Hand Skills Training, FHST)为主,其疗效已被临床证明^[4-6],但该训练方案往往依赖于介入时机及持续训练的时长^[7]。对于介入时机晚或持续训练时长不足的患者,其手功能训练疗效往往欠佳,进而影响患者日常生活能力^[8]。因此探索更为高效的四肢瘫手功能训练方案十分必要。

本研究团队在长期的临床实践中,摸索出将四肢瘫功能手技能训练与前臂及手部肌群功能性电刺激(Functional Electrical Stimulation, FES)相结合的训练方案。该疗法针对四肢瘫患者不同损伤节段手部功能特点,既能发挥“腱效应”代偿技能训练的优势也充分利用功能性电刺激对神经功能的恢复和肌肉功能的强化作用,弥补了功能手技能训练对神经功能恢复及肌肉力量关注不足的问题。本研究将四肢瘫功能手技

能训练与手部肌群功能性电刺激相结合,观察患者手功能活动表现,并探讨其临床应用。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2018年7月~2020年7月在广东省工伤康复医院住院治疗的四肢瘫患者42例。入选标准:入组病例均经过CT或MRI确诊的颈髓损伤患者,且符合美国脊柱损伤协会(American Spinal Injury Association, ASIA)损伤程度分级A/B/C级、神经平面在C4~C8;双侧肩前屈肌群 ≥ 2 级;脊柱骨折情况稳定;病程为3周~12个月;坐位耐力1h以上;双上肢各关节被动活动无明显受限;无严重心肺疾病及并发症。本研究已获得广东省工伤康复医院伦理审查委员会批准。42例患者随机分为对照组和观察组各21例。其中常规功能手技能训练组为对照组;功能手技能训练结合功能性电刺激组为观察组。2组患者一般资料比较差异无统计学意义,见表1。

1.2 方法 2组均进行常规的上肢功能训练。其中①对照组接受每天30min、每周6d、持续8周的FHST。训练内容依据患者单侧运动平面差异,设计不同的训练侧重技能。FHST在患者安全舒适坐位下进行,以桌面活动为主,治疗师根据患者单侧功能水平及屈肌腱挛缩程度指导患者进行各种代偿或非代偿的手部功能训练。具体内容如下:C4运动平面以双手捧握;代偿粗大抓握、配置腕辅具代偿侧捏、指间捏为主要训练内容;C5运动平面以配置(或不配置)腕辅具代偿侧捏、指间捏、复杂粗大抓握、配置辅具书写技能为主要训练内容;C6运动平面以代偿复杂侧捏、指间捏、复杂粗大抓握、编织状抓握、配置(或不配置)书写技能

基金项目:广东省医学科学技术研究基金项目(No. B2018181)

收稿日期:2021-03-14

作者单位:广东省工伤康复医院, a. 作业治疗科, b. 康复部, 广州 510000

作者简介:王杨(1985-),女,副主任治疗师,主要从事脊髓损伤作业治疗及社区康复等方面的研究。

表 1 2 组一般资料比较

组别	n	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	病程 (d, $\bar{x} \pm s$)	损伤平面(例)				损伤程度(例)		
		男	女			C4	C5	C6	C7	A 型	B 型	C 型
对照组	21	14	7	32.57 $\pm$ 12.45	100.95 $\pm$ 50.56	2	9	6	4	11	9	1
观察组	21	14	7	32.62 $\pm$ 11.02	79.29 $\pm$ 53.60	3	11	5	2	9	8	4

为主要训练内容;C7 运动平面以代偿(或不代偿)复杂侧捏、圆柱状抓握、复杂粗大抓握、编织状抓握、握力训练、单个手指活动及灵活性训练为主要训练内容。其中双手捧握为使用双侧腕部稳定对持水杯等物品;粗大抓握单侧手指参与握持直径 3~5cm 形状不规则物品;侧捏为单侧拇指及食指参与握持直径 0.3~1.5cm 物品;指间捏为单侧四指指间参与握持直径 0.3~1.5cm 物品;圆柱状抓握为单侧拇指及其他手指参与握持直径约 3cm,长度约 5cm 圆柱状物品;编织状抓握为利用四指掌指关节不同屈曲角度稳定固定扁平状物品,如汤匙柄等;握力训练为使用阻力夹或生物反馈的握力训练系统进行。②观察组在每天 FHST 训练之前增加 15min 双通道的 FES。FES 设备采用南京伟思医疗生物刺激反馈仪(型号:瑞翼 S4)自定义模式实施。双通道同步刺激。刺激脉宽 250 μ s,脉冲频率 35Hz。电流强度为相应肌群阈上刺激,且患者耐受为宜。为避免电灼伤,建议电流强度 <50 mA。训练中指导患者集中注意力感受刺激肌群的控制和收缩,并在 FES 的帮助下反复练习腕背伸、手指抓握及拇内收动作。依据单侧运动平面差异,刺激肌群如下:C4~C5 运动平面刺激桡侧腕伸肌群及屈指肌群;C6~C7 运动平面刺激屈指肌群及拇内收肌群。

1.3 评定标准 训练前及训练后由统一培训且未参与训练的治疗师分别对受试者进行以下测试评估。①上肢肌力测试:以 ASIA 上肢肌力得分记录,以徒手肌力测试法分别测试上肢 5 块关键肌群肱二头肌、桡侧腕伸肌、肱三头肌、中指指深屈肌及小指外展肌肌力,肌力得分总和即为该侧上肢 ASIA 运动得分。ASIA 上肢肌力得分能良好反映四肢瘫患者上肢功能^[9]。②手实用功能测试:采用 the AuSpinal test 评估,该评估于 2011 年由澳洲学者 Coates 及 Harvey 总结并进行

信度效度研究的针对四肢瘫患者手实用功能评估的标准化量表。测试分为 7 项常用功能活动:钥匙任务;拧螺帽任务;硬币任务;取信用卡任务;糖果任务;打电话任务;易拉罐任务。每项功能任务根据其复杂程度分别分为 3~5 个步骤,每个步骤分值上限为 2~4 分,评估者根据患者单手的活动表现分步打分。每项活动总计分值为 12~14 分。Auspinal 测试总分上限为 86 分。该评估能良好反应四肢瘫患者的功能手技能,具有较高的信度和效度^[10]。③日常生活能力测试:采用脊髓独立性评估 SCIM-III,该量表共评估 17 项活动,最高分 100 分,可有针对性的反映脊髓损伤患者日常生活自理能力。经信度效度检测,适用于国内脊髓损伤患者^[11]。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 19.0 统计软件分析数据。计量数据均以 $\bar{x} \pm s$ 表示,数据服从正态分布;计数资料以频数表示。组内计量数据比较采用配对 t 检验,组间计量数据比较采用独立样本 t 检验,组间计数资料比较采用 U 检验。显著性水平 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 2 组患者训练前及训练后 ASIA 上肢、AuSpinal 测试、SCIM 分数比较 训练 8 周后,2 组患者上肢肌力得分、手实用功能及日常生活能力均较训练前明显提高(均 $P<0.05$),且观察组手实用功能 AuSpinal 测试较常规组提高更明显($P<0.05$),ASIA 上肢及 SCIM 评分 2 组间比较差异无统计学意义。见表 2。

2.2 2 组患者训练前后 ASIA 上肢、AuSpinal 测试、SCIM 分数提高程度比较 观察组患者训练前后上肢肌力及手实用功能提高程度较对照组提高显著(均 $P<0.05$)。2 组日常生活自理能力提高程度未见显著差异。见表 3。

表 2 2 组训练前后 ASIA 上肢、AuSpinal test、SCIM 得分比较

组别	n	时间	ASIA 上肢(左)	ASIA 上肢(右)	AuSpinal(左)	AuSpinal(右)	SCIM
对照组	21	训练前	8.86 $\pm$ 3.43	9.10 $\pm$ 3.51	11.00 $\pm$ 15.65	12.43 $\pm$ 15.93	18.19 $\pm$ 5.81
	21	训练后	10.48 $\pm$ 3.47 ^a	10.81 $\pm$ 3.57 ^a	50.48 $\pm$ 19.56 ^a	52.86 $\pm$ 17.05 ^a	28.19 $\pm$ 5.71 ^a
观察组	21	训练前	8.95 $\pm$ 3.34	8.86 $\pm$ 3.09	11.62 $\pm$ 20.80	10.67 $\pm$ 16.70	17.19 $\pm$ 6.76
	21	训练后	12.57 $\pm$ 3.27 ^a	12.38 $\pm$ 3.14 ^a	62.95 $\pm$ 12.01 ^{ab}	64.00 $\pm$ 13.05 ^{ab}	30.10 $\pm$ 6.66 ^a

与治疗前比较,^a $P<0.05$;与对照组比较,^b $P<0.05$

表 3 2 组训练前后 ASIA 上肢、AuSpinal test、SCIM 分数提高程度比较 分, $\bar{x} \pm s$

组别	n	ASIA 上肢(左)	ASIA 上肢(右)	AuSpinal(左)	AuSpinal(右)	SCIM
对照组	21	1.62±1.43	1.71±1.62	39.48±16.12	40.43±16.48	10.00±5.06
观察组	21	3.62±1.75 ^a	3.52±1.36 ^a	51.33±17.90 ^a	53.33±14.62 ^a	12.90±4.49

与对照组比较, ^a $P<0.05$

3 讨论

四肢瘫患者表现出的各种手功能障碍,其根本致病原因是因颈髓损伤致神经平面以下的感觉运动功能障碍。由于脊髓神经损伤的可逆程度不高,临床上处理对策常常以代偿式的技能训练为主,如功能手技能训练,利用手指屈肌腱挛缩的“腱效应”,通过长期反复的训练,有技巧的完成代偿侧捏、复杂的粗大抓握等功能活动^[12]。患者可经过系统训练代偿实现部分手部功能^[13]。然而文献及临床实际中仍可见脊髓损伤后有部分神经功能的恢复,临床上通过使用药物注射等干预措施能产生一定程度的运动及感觉功能恢复^[14-16]。因此提示治疗师针对脊髓损伤患者功能障碍,在治疗方案的选择上不应忽略可能出现的神经功能恢复及肌力的强化方案。国内外关于功能性电刺激的研究中均指出,功能性电刺激能够促进中枢神经功能的恢复,且对外周肌肉有良好的肌力强化作用^[17-19]。因此在本次研究结果中,选择前臂及手部肌群的功能性电刺激作为功能手技能训练的补充,取得了良好的临床效应。本研究结果提示,使用结合疗法的观察组在上肢肌力及手部实用功能表现优于对照组。而采用类似结合方案的德国及加拿大学者等均从各自的临床实验中得出相似结论^[20-21]:即联合采用功能手技能训练及功能性电刺激优于单纯使用代偿式的技能训练。该联合疗法的作用机制尚未能完全明确,而相关动物实验则提示,针对颈髓挫伤的白鼠,运动疗法与相应肌群的电刺激结合相较于单纯的运动疗法能显著增强脊髓损伤瘫痪肌群的轴突恢复,并对皮质脊髓束的可塑性有积极影响^[22]。

美国学者 Gomes-Osman 在其研究中将功能手技能训练的核心技巧总结为:①手指单独活动;②指尖抓握;③复杂指尖抓握;④粗大抓握;⑤复杂粗大抓握五类^[23]。除手指内在肌控制外,以上五类技巧实现均需腕背伸、拇指的侧捏和手指的粗大抓握。而本研究方案中将功能性电刺激主要针对腕背伸肌群、屈指肌群及拇指内收肌群。将技能的应用与肌力的强化结合^[24],相辅相成,令患者在训练中更清晰强烈地感知作用肌群,取得更有针对性的临床疗效。从训练后活动表现中可以看出,观察组总体的手部实用功能优于对照组。而本次研究中也发现患者在经过功能性电刺

激后,更能掌握发力要点和肌肉控制,动作领悟能力提高,技能学习的效率更高。这也是研究团队在众多的辅助疗法中选择功能性电刺激的原因之一。然而该联合疗法仍建立在功能手技能训练原理之上,治疗中仍不可遗忘进一步普及四肢瘫的功能手技能训练方案,包括早期良肢位摆放及康复宣教^[6,25-26]。但联合疗法能在一定程度上缩短功能手的形成时间并扩大功能手的临床效应,减少了早期体位摆放的不适感,也为早期的卧床期作业治疗提供新的介入途径。临床实践中,团队成员甚至在患者卧床期床头摇高即开始介入训练^[27],无论是技能训练还是功能性电刺激均取得患者良好的理解和配合,也为后期的复杂功能活动甚至生活自理训练奠定了良好的训练基础。另外,如何改善平台期四肢瘫患者手功能也是临床实践中较为棘手的问题。本次研究中纳入的病程 200+ 日的患者也最终实现手功能的进步,分析由于功能性电刺激带来的肌力强化作用^[24],加强了代偿技巧中的关节控制。因此功能性电刺激作为功能手技能训练的辅助手段,一定程度上也增加其应用范围,扩大了临床应用效果。但在本研究中功能性电刺激作为辅助手段,其疗效仅能在一定程度补充功能手技能训练,使其较快取得手实用功能进展。但需要手指力量及精细活动的自理活动,如自我间歇导尿等,以及需要良好坐位平衡能力配合的自理活动,如穿裤子、洗浴下半身等,该联合疗法并未能实现四肢瘫患者独立完成。此外还存在下肢功能障碍及辅助技术等因素限制,因此本研究中观察组四肢瘫患者的基本日常生活能力未能实现显著提高。后续研究中将对参与研究个案跟踪随访,明确联合疗法的后续治疗效应。此外本研究中纳入个案数量有限,后续研究中更需要进一步增加案例数量,以进一步明确治疗效果。

综上所述,功能手技能训练结合功能性电刺激能有效提高四肢瘫患者手功能,其临床疗效优于单一的功能手技能训练,适于进一步的临床推广。

【参考文献】

[1] 励建安,沈梅. 实用脊髓损伤康复学[M]. 北京:人民军医出版社, 2013,1-5.

[2] Bryden AM, Sinnott KA, Mulcahey MJ. Innovative strategies for improving upper extremity function in persons with tetraplegia

- and considerations in measuring functional outcomes. [J] Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation, 2005,10(4):75 - 93.
- [3] Snoek GL, IJzerman MJ, Hermens HJ, et al. Survey of the needs of patients with spinal cord injury: impact and priority for improvement in hand function in tetraplegics. [J] Spinal Cord, 2004,42(1):526-532.
- [4] Harvey L, Batty J, Jones R et al. Hand function in C6 and C7 quadriplegics 1-16 years following injury. [J] Spinal Cord, 2001, 39(1):37-43.
- [5] Lu X, Battistuzzo CR, Zoghi M, et al. Effects of training on upper limb function after cervical spinal cord injury: a systematic review. [J] Clin Rehabil. 2015,29(1):3-13.
- [6] 王杨,王海云,王寅,等. 功能手训练对四肢瘫患者手功能的疗效探讨[J]. 中国处方药,2017,7(1):144-146.
- [7] Fox IK, Miller AK, Curtin CM. Nerve and Tendon Transfer Surgery in Cervical Spinal Cord Injury: Individualized Choices to Optimize Function. [J] Top Spinal Cord Inj Rehabil. 2018, 24(3):275-287.
- [8] Thorsen R, Binda L, Chiaramonte S, et al. Correlation among lesion level, muscle strength and hand function in cervical spinal cord injury. [J] Eur J Phys Rehabil Med. 2014,50(1):31-38.
- [9] Osunronbi T, Sharma H. International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury: factors influencing the frequency, completion and accuracy of documentation of neurology for patients with traumatic spinal cord injuries. [J] Eur J Orthop Surg Traumatol. 2019,29(8):1639-1648.
- [10] Coates SK, Harvey LA, Dunlop SA, et al. The AuSpinal: a test of hand function for people with tetraplegia. [J] Spinal Cord. 2011,49(2):219-29.
- [11] 王杨,董安琴,王海云,等. 脊髓独立性评估量表Ⅲ在脊髓损伤患者日常生活活动能力评估中的应用[J]. 中国康复,2017,32(3):214-216.
- [12] Harvey L. Management of spinal cord injuries: a guide for physiotherapists [M]. Edinburgh: Churchill Livingstone Elsevier, 2008,93-104.
- [13] Harvey L. Principles of conservative management for a non-orthotic tenodesis grip in tetraplegics. [J] J Hand Ther. 1996,9(1):238-242.
- [14] 何宇祺,王洪超,李青. 脊髓损伤后内源性神经干细胞激活机制的研究进展[J]. 中国脊柱脊髓杂志,2019,3(1):279-283.
- [15] 周甜甜,苏文杰,廖维靖. 细胞联合生物材料应用于脊髓损伤治疗的研究进展[J]. 中国康复,2020,35(6):333-336.
- [16] Di Rienzo F, Guillot A, Mateo S, et al. Neuroplasticity of prehensile neural networks after quadriplegia. [J] Neuroscience, 2014,274(1):82 - 92.
- [17] 魏新春,周云,吴建贤,等. 多通道功能性电刺激在临床康复中的应用及研究进展[J]. 中国康复,2019,34(6):333-336.
- [18] 高峰,杜良杰,李建军. 脊髓损伤患者的下肢功能重建——矫形器、功能性电刺激和外科手术[J]. 中国康复理论与实践,2008,23(8):724-726.
- [19] 李建民,郝正玮,赵雅宁. 不同步态训练方法对慢性不完全性脊髓损伤患者步行功能效果的 Meta 分析[J]. 中国康复理论与实践,2013,28(2):183-188.
- [20] Pfurtscheller J, Rupp R, Müller GR, et al. Functional electrical stimulation instead of surgery Improvement of grasping function with FES in a patient with C5 tetraplegia. [J] Unfallchirurg 2005, 108(1):587 - 590
- [21] Popovic MR, Thrasher TA, Adams ME, et al. Functional electrical therapy: retraining grasping in spinal cord injury. [J] Spinal Cord, 2006, 44(1),143 - 151.
- [22] Hisham S, Heather A, Anika A, et al. Dual motor cortex and spinal cord neuromodulation improves rehabilitation efficacy and restores skilled locomotor function in a rat cervical contusion injury model[J]. Experimental Neurology, 2021,341(1):71-85.
- [23] Doll U, Maurer B, Spahn B et al. Functional hand development in tetraplegia. [J] Spinal Cord, 1998, 36(1):818-821.
- [24] Gomes-Osman J, Tibbett JA, Poe BP, et al. Priming for Improved Hand Strength in Persons with Chronic Tetraplegia: A Comparison of Priming-Augmented Functional Task Practice, Priming Alone, and Conventional Exercise Training. [J] Front Neurol, 2017,7(1):1-13.
- [25] Harvey LA, Herbert RD. Muscle stretching for treatment and prevention of contracture in people with spinal cord injury. [J] Spinal Cord. 2002,40(1):1-9.
- [26] 石芝喜,王俊,蔡朋,等. 两种不同的腕手固定重建手部抓握功能对颈6A~B级脊髓损伤 ADL 的影响[J]. 中国康复,2019, 34(6):319-321.
- [27] Kapadia N, Moineau B, Popovic R. Functional Electrical Stimulation Therapy for Retraining Reaching and Grasping After Spinal Cord Injury and Stroke. [J] Frontiers in Neuroscience. 2020, 14(1):1-9.

欢 迎 订 阅