

# 功能性电刺激对 ICU 获得性肌无力患者康复训练疗效的影响

龙臣 朱云龙 许俊 袁光雄 付林 冯文斌

**【摘要】 目的** 探讨功能性电刺激对 ICU 获得性肌无力患者康复训练疗效的影响。**方法** 将 60 例 ICU 获得性肌无力患者分为常规康复组(30 例)和电刺激康复组(30 例)。比较 2 组起病后第 10 日、1 个月、3 个月、6 个月改良 Barthel 指数评分(MBI)和英国医学研究委员会(MRC)量表总分,以及 2 组机械通气时间、ICU 住院时间和总住院时间等指标。**结果** 2 组起病的第 10 日 MRC 总分、MBI 比较差异均有统计学意义( $P$  均  $<0.05$ )。常规康复组在起病的第 1、3 个月处于生活依赖状态,而电刺激康复组在起病后第 3 个月四肢肌力及日常生活能力基本恢复正常,2 组 MRC 量表总分及 MBI 比较差异均有统计学意义( $P$  均  $<0.05$ )。电刺激康复组在机械通气时间、ICU 住院时间、总住院时间方面均较常规康复组短( $P$  均  $<0.05$ )。**结论** 在常规康复训练的基础上加用功能性电刺激能促进 ICU 获得性肌无力患者肌力早期恢复,缩短机械通气时间及 ICU 住院时间,改善其日常生活能力。

**【关键词】** 功能性电刺激; 早期康复训练; ICU 获得性肌无力

**Effect of functional electrical stimulation on clinical efficacy of rehabilitation training in patients with ICU-acquired muscle weakness** Long Chen, Zhu Yunlong, Xu Jun, Yuan Guangxiong, Fu Lin, Feng Wenbin. ICU, Xiangtan Central Hospital, Xiangtan 411100, China

Corresponding author, Zhu Yunlong, E-mail: 109027284@qq.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the effect of functional electrical stimulation upon the clinical efficacy of rehabilitation training in patients with ICU-acquired muscle weakness. **Methods** Sixty critical patients with ICU-acquired muscle weakness were divided into the conventional rehabilitation and electrical stimulation rehabilitation groups(both  $n = 30$ ). The modified Barthel index score(MBI) and the Medical Research Council(MRC) chronic dyspnea scores were assessed at 10 d, 1-, 3- and 6-month after onset. The mechanical ventilation time and length of ICU stay and total length of hospital stay were statistically compared between two groups. **Results** The percentage of patients with MRC score  $<48$  and MBI  $<60$  at 10 d after onset did not significantly differ between two groups(both  $P > 0.05$ ). At 1 and 3 months after onset, patients in the conventional rehabilitation group failed to live independently. Those in the functional electrical stimulation group restored normal muscle strength of the limbs and could live independently at 3 months following onset. The total scores of MBI and MRC scales significantly differed between two groups(both  $P < 0.05$ ). Compared with the conventional rehabilitation group, the mechanical ventilation time, length of ICU stay and total length of hospital stay were significantly shorter in the functional electrical stimulation group(all  $P < 0.05$ ). **Conclusions** On the basis of conventional training, functional electrical stimulation can accelerate the early recovery of muscle strength, shorten the mechanical ventilation time and length of ICU stay and improve independent living capability.

**【Key words】** Functional electrical stimulation; Early rehabilitation training;  
ICU-acquired muscle weakness

临床研究显示大部分存活的重症患者往往在出院后数年仍然遗留躯体功能以及认知能力障碍,这

些问题严重影响患者生活质量,增加社会医疗成本。ICU 获得性肌无力(ICU-AW)是危重病常见

的并发症，四肢肌肉和呼吸肌无力是其突出的表现特征，导致脱机困难、长时间需要机械通气支持及延长 ICU 治疗时间<sup>[1]</sup>。根据神经肌肉受累情况 ICU-AW 可被分为 3 种类型：重症多神经病（CIP）、重症肌病和长时间神经肌肉阻滞（PNB）<sup>[2]</sup>。ICU-AW 可由危重病本身所致，尤其是脓毒症和 MODS，还有多种潜在的影响因素，如制动、高血糖、皮质激素和神经肌肉阻断剂、氧化应激反应、呼吸机参数设置不恰当等<sup>[3]</sup>。研究显示，早期的康复训练能够改善危重症患者的器官功能，缩短 ICU 住院时间，促进患者肌力恢复，尽早撤离呼吸机<sup>[4,6]</sup>。功能性电刺激（FES）是使用一定强度的低频脉冲电流，按照预先编定的程序，作用于丧失功能的器官或肢体，刺激运动神经，诱发肌肉运动或模拟正常的自主运动来替代或矫正器官和肢体功能的一种康复手段<sup>[7]</sup>。本研究中，笔者分析了本院重症医学科 60 例 ICU-AW 患者实施常规康复（早期康复训练）或电刺激康复（早期康复训练 + FES）的疗效，探讨 FES 对 ICU 获得性肌无力患者康复训练疗效的影响。

对象与方法

一、研究对象

2013 年 3 月至 2015 年 2 月入住本院重症医学科的 60 例患者，均于发病后 48 h 内入院，均被诊断为 ICU-AW，急性生理与慢性健康评分（APACHE II）均≥15 分，预计 ICU 住院时间大于 1 周。根据入院先后顺序分为常规康复组（早期康复训练，30 例），电刺激康复组（早期康复训练 + FES，30 例），2 组一般资料具可比性，见表 1。所有患者均排除既往合并周围运动神经系统异常、双侧大脑半球或脑干病变、因语言障碍影响理解能力等情况。本研究经医院伦理委员会讨论通过，每位患者均签署了知情同意书。

常规康复组包括男 14 例、女 16 例，重症肺炎 8 例，脓毒症休克 11 例，重症急性胰腺炎 7 例，颅内感染 4 例；电刺激康复组包括男 17 例、女 13 例，重症肺炎 7 例，脓毒症休克 12 例，重症急性胰腺炎 8 例，颅内感染 3 例。2 组的性别、年龄、病因、APACHE II 评分比较差异均无统计学意义（*P* 均 > 0.05）。见表 1。

表 1 常规康复组与电刺激康复组一般资料比较		
项 目	常规康复组 (30 例)	电刺激康复组 (30 例)
性别（男/女）	14/16	17/13
年龄（岁）	66.2 ± 12.8	62.3 ± 14.6
APACHE II 评分（分）	18.3 ± 3.7	19.5 ± 4.9
疾病种类（例）		
重症肺炎	8	7
脓毒症休克	11	12
重症急性胰腺炎	7	8
颅内感染	4	3

二、治疗方法

1. 采用的量表及病情评估

采用英国医学研究委员会（MRC）量表作为诊断 ICU-AW 的工具，MRC 为 6 级肌力评定法，每级评分 0 ~ 5 分，通过双侧上肢（伸腕、屈肘、肩关节外展）及双侧下肢（足背屈、伸膝、屈髋）肌力对运动功能进行评价，MRC 总分范围 0（四肢瘫）~ 60（肌力正常）分，少于 48 分可诊断为 ICU-AW<sup>[8]</sup>。采用改良 Barthel 指数评分（MBI）评价患者生活能力，MBI 中每个活动的评级可分 5 级（5 分），不同的级别代表了不同程度的独立能力，最低的是 1 级，最高是 5 级，级数越高，代表独立能力越高，正常者 100 分，≥60 分为生活基本自理，41 ~ 59 分为中度功能障碍、生活需要帮助，21 ~ 40 分为重度功能障碍、生活依赖明显，≤20 分为生活完全依赖<sup>[9]</sup>。病情评估由高年资医师完成，内容包括神经、呼吸、循环等系统情况，通过评估选择康复治疗的运动方式<sup>[10]</sup>。

2. 康复锻炼评估

康复锻炼评估由物理治疗师完成，内容包括关节活动度、肌力、肌张力与肌肉耐力、日常生活活动能力（ADL）等。评估后物理治疗师根据患者病情与活动能力制订标准化的康复计划，并根据每日情况适当调整。

3. 早期康复训练的方式

早期康复训练的前提是患者生命体征平稳，无康复禁忌证，入院 48 h 内就应开始。每周 5 d 肢体训练（床上被动活动关节→床上主动活动关节→床边主动活动→协助离床活动），每次锻炼时间根据患者的具体情况而定。只有在完成上一阶段训练后，才能进入下一阶段。如果在康复过程中患者不能耐受或是病情有变化趋势，应立即停止活动。

4. FES

采用日本产双通道 FES 治疗仪，运动点在我院肌电图（英国，Synergy T-EP EMG/EP Monitoring Systems）引导下完成，治疗时患者处于仰卧位，刺激参数为频率 30 Hz、脉宽 200  $\mu$ s，通电/断电比 5s/5s，波升/波降 1s/1s。上肢：将一块电板置于三角肌运动点，另一块置于前臂肱桡肌运动点，以能引起整个上肢的力量恢复及手背屈且患者能耐受为准<sup>[11]</sup>。下肢：将一块电板置于股四头肌运动点，另一块置于胫前肌运动点，以能引起下肢的抬高以及足踝背屈且患者能耐受为准。以上疗法每日 2 次，每次 20 min，7 d 为 1 疗程。

三、观察指标

由于患者在起病 1 周内均进行机械通气或持续镇静治疗，故我们选择起病的第 10 日评估患者的四肢肌力及活动情况。评估起病后第 10 日、1 个月、3 个月、6 个月的 MBI 和 MRC 总分。记录机械通气时间、ICU 住院时间以及总住院时间。

四、统计学处理

采用 SPSS 17.0 软件处理数据，计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示，组间比较用独立样本  $t$  检验；计数资料

表 2 常规康复组与电刺激康复组不同时间点 MRC 及 MBI 比较 ( $\bar{x} \pm s$ )					
项 目	组 别	起病第 10 日	1 个月	3 个月	6 个月
MRC 总分	常规康复组	37.1 $\pm$ 5.4	42.2 $\pm$ 7.9	46.6 $\pm$ 4.5	52.8 $\pm$ 5.7
	电刺激康复组	41.2 $\pm$ 6.2	49.3 $\pm$ 7.3	55.2 $\pm$ 4.8	56.5 $\pm$ 4.3
$t$ 值		2.731	3.615	3.829	2.838
$P$ 值		0.008	0.001	<0.001	0.006
MBI 得分	常规康复组	41.4 $\pm$ 5.7	52.3 $\pm$ 7.3	63.4 $\pm$ 7.6	79.8 $\pm$ 7.4
	电刺激康复组	45.6 $\pm$ 6.2	64.6 $\pm$ 7.8	92.1 $\pm$ 7.2	95.2 $\pm$ 4.6
$t$ 值		2.731	6.306	15.015	9.681
$P$ 值		0.008	<0.001	<0.001	<0.001

二、常规康复组与电刺激康复组其他观察指标比较

2 组机械通气时间、ICU 住院时间、总住院时间比较差异均有统计学意义( $P$  均 <0.05)，见表 3。

讨 论

重症医学的发展提高了初期救治的成功率，对后一阶段乃至生存期合并症的治疗和生理稳态与体能的恢复、维持提出了更高的要求和挑战<sup>[12]</sup>。我们不仅仅要使患者存活，更期望患者能恢复健康正常的体魄。FES 是指用低频电流刺激已丧失功能但

采用 $\chi^2$ 检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

结 果

一、常规康复组与电刺激康复组 MRC、MBI 比较

2 组起病的第 10 日 MRC 总分、MBI 比较差异均有统计学意义 ( $P$  均 <0.05)。常规康复组起病后第 1 个月四肢肌无力 15 例 (50.0%)，14 例进行电生理检查，12 例显示肌肉和感觉神经动作电位波幅减少，出现纤颤、正尖波，其余 2 例正常，MRC 总分为 (42.2  $\pm$  7.9) 分，MBI 为 (52.3  $\pm$  7.3) 分；电刺激康复组起病后第 1 个月四肢肌无力 11 例 (36.7%)，9 例进行电生理检查，2 例显示肌肉和感觉神经动作电位波幅减少，7 例正常，MRC 总分为 (49.3  $\pm$  7.3) 分，MBI 为 (64.6  $\pm$  7.8) 分，上述各项 2 组比较差异均有统计学意义 ( $P$  均 <0.05)。随访第 3、6 个月，2 组患者 MRC 总分及 MBI 均增加，其中电刺激康复组在起病后第 3 个月末四肢肌力及日常生活能力基本恢复正常，见表 2。

表 3 常规康复组与电刺激康复组住院期间观察指标比较 ( $\bar{x} \pm s$ )			
组 别	机械通气时间 (d)	ICU 住院时间 (d)	总住院时间 (d)
常规康复组	10.3 $\pm$ 3.1	17.2 $\pm$ 4.6	32.6 $\pm$ 5.7
电刺激康复组	8.4 $\pm$ 2.8	14.2 $\pm$ 3.2	28.2 $\pm$ 6.5
$t$ 值	2.491	2.932	2.788
$P$ 值	0.016	0.005	0.007

仍具有完整神经支配的器官或肢体，以其产生的即时效应来代替或纠正器官或肢体功能的治疗方法。

目前在临床上 FES 主要用于脑血管意外、脑外伤、脊髓损伤、脑性瘫痪、多发性硬化以及呼吸肌麻痹等的康复治疗,笔者尚未见其用于 ICU-AW 治疗的报道<sup>[13]</sup>。我们发现,与常规康复组比较,FES 配合早期康复训练能明显改善 ICU-AW 患者的运动功能,而运动功能的改善则有助于提高危重症患者的日常生活能力。

国外已有大量文献报道康复训练对恢复 ICU-AW 患者运动功能的疗效<sup>[14]</sup>。我们的研究对象均于入院后 48 h 内开始康复训练,此点与国外临床研究一致<sup>[7]</sup>。我们选择的病例均为 APACHE II  $\geq 15$  分的危重症患者,有研究显示,这类患者的住院时间超过 7 d,ICU-AW 的发生率高达 75%~100%<sup>[15]</sup>。7 d 内我们的研究对象基本处于呼吸机辅助呼吸以及持续的镇静状态,无法对其运动功能进行评估,因此我们待患者意识状态好转(起病第 10 日)才进行首次评估,此时 ICU-AW 的发生率达 100%,患者生活能力明显受限,需旁人帮助。随着早期的康复训练以及 FES 的开展,常规康复组起病后第 1 个月四肢肌无力者仍占 50.0%,而电刺激康复组四肢肌无力比例较常规康复组低,2 组比较差异具有统计学意义。随访到起病后第 3、6 个月,2 组患者 MRC 总分及 MBI 均增加,电刺激康复组在起病后第 3 个月末四肢肌力及日常生活能力基本恢复正常。因此我们认为,功能性电刺激能明显改善危重症患者的运动功能,改善患者的日常生活活动能力,早期恢复机体功能,降低残疾率<sup>[16]</sup>。

我们的研究还显示,功能性电刺激联合早期康复训练治疗能减少住院时间,节约医疗资源,减轻患者和社会的经济负担。FES 的主要作用有以下几点:①FES 能刺激已丧失功能但仍具有完整神经支配的肢体,以所产生的即时效应来代替或纠正肢体功能,以增加关节活动范围,提高肌肉功能,如收缩力、耐力、诱发反射活动等。②FES 激活肌肉的神经纤维,有效地提高被刺激肌肉的张力,并通过调整高级神经中枢而促进相关功能的重建<sup>[17]</sup>。③FES 可使患者膈肌肌纤维由 II b 型向 I、II a 型转化,增加氧化酶活性,提高膈肌的有氧代谢能力,同时促进膈肌线粒体钙离子的摄取-释放,改善兴奋-收缩偶联,提高膈肌收缩力及耐力,明显改善患者的呼吸功能。

综上所述,功能性电刺激联合早期康复训练能明显改善危重症患者 ICU-AW 的预后,改善其日常

生活能力,减轻家庭和社会负担。随着 ICU 相关研究的不断深入,我们相信个体化的康复训练必定会越来越受重视。

## 参 考 文 献

- [1] Nordon-Craft A, Schenkman M, Ridgeway K, Benson A, Moss M. Physical therapy management and patient outcomes following ICU-acquired weakness: a case series. *J Neurol Phys Ther*, 2011, 35 (3): 133-140.
- [2] Pawlik AJ, Kress JP. Issues affecting the delivery of physical therapy services for individuals with critical illness. *Phys Ther*, 2013, 93 (2): 256-265.
- [3] Parry SM, Berney S, Granger CL, Dunlop DL, Murphy L, El-Ansary D, Koopman R, Denchy L. A new two-tier strength assessment approach to the diagnosis of weakness in intensive care: an observational study. *Crit Care Med*, 2015, 19 (1): 780.
- [4] Kress J, Hall J. ICU-acquired weakness and recovery from critical illness. *N Engl J Med*, 2014, 370: 1626-1635.
- [5] Pohlman MC, Schweickert WD, Pohlman AS, Nigos C, Pawlik AJ, Esbrook CL, Spears L, Miller M, Franczyk M, Deprizio D, Schmidt GA, Bowman A, Barr R, McCallister K, Hall JB, Kress JP. Feasibility of physical and occupational therapy beginning from initiation of mechanical ventilation. *Crit Care Med*, 2010, 38 (11): 2089-2094.
- [6] Gosselin R, Needham D, Hermans G. ICU-based rehabilitation and its appropriate metrics. *Curr Opin Crit Care*, 2012, 18: 533-539.
- [7] Huang Z, Wang Z, Lv X, Zhou Y, Wang H, Zong S. A novel functional electrical stimulation-control system for restoring motor function of post-stroke hemiplegic patients. *Neural Regen Res*, 2014, 9 (23): 2102-2110.
- [8] Moss M, Yang M, Macht M, Sottile P, Gray L, McNulty M, Quan D. Screening for critical illness polyneuromyopathy with single nerve conduction studies. *Intensive Care Med*, 2014, 40: 683-690.
- [9] 李奎成,唐丹,刘晓艳,徐艳文. 国内 Barthel 指数和改良 Barthel 指数应用的回顾性研究. *中国康复医学杂志*, 2009, 24 (8): 737-740.
- [10] Hodgson, CL, Stiller, KR, Needham, DM, Tipping, CJ, Harold, M, Baldwin, CE. Expert consensus and recommendations on safety criteria for active mobilization of mechanically ventilated critically ill adults. *Crit Care*, 2014, 18 (6): 658-667.
- [11] 陈舜喜,郑家鼎,王宏秀. 神经肌肉电刺激辅助治疗脊髓损伤神经源性膀胱的临床探析. *新医学*, 2014, 45 (1): 57-59.
- [12] Denchy L, Skinner EH, Edbrooke L, Haines K, Warrillow S, Hawthorne G, Gough K, Hoon SV, Morris ME, Berney S. Exercise rehabilitation for patients with critical illness: a randomized controlled trial with 12 months of follow-up. *Crit Care*, 2013, 17 (4): R156.
- [13] Kayambu G, Boots R, Paratz J. Physical therapy for the critically

- ill in the ICU: a systematic review and meta-analysis. Crit Care Med, 2013, 41 (6): 1543-1554.
- [14] Connolly B, Denehy L, Brett S, Elliott D, Hart N. Exercise rehabilitation following hospital discharge in survivors of critical illness: an integrative review. Crit Care, 2012, 16 (3): 226.
- [15] Puthucheary ZA, Rawal J, McPhail M, Connolly B, Ratnayake G, Chan P, Hopkinson NS, Phadke R, Dew T, Sidhu PS, Veloso C, Seymour J, Agley CC, Selby A, Limb M, Edwards LM, Smith K, Rowleron A, Rennie MJ, Moxham J, Harridge SD, Hart N, Montgomery HE. Acute skeletal muscle wasting in critical illness. JAMA, 2013, 310 (15): 1591-1600.
- [16] Grimm A, Teschner U, Porzelius C, Ludewig K, Zielske J, Witte OW, Brunkhorst FM, Axer H. Muscle ultrasound for early assessment of critical illness neuromyopathy in severe sepsis. Crit Care, 2013, 17 (5): R227.
- [17] Barbara M. Doucet, Amy Lam, Lisa Griffin. Neuromuscular electrical stimulation for skeletal muscle function. Yale J of Biol Med, 2012, 85 (2): 201-215.

(收稿日期: 2016-09-22)

(本文编辑: 洪悦民)

