

# 神经肌肉电刺激对ICU患者肌力及临床结局影响的系统评价

刘晶涛<sup>1a</sup>,董大伟<sup>1a</sup>,陆巍<sup>1b</sup>,陈俊杉<sup>2</sup>

**【摘要】目的:**系统评价神经肌肉电刺激对ICU患者肌力及临床结局的干预效果。**方法:**计算机检索Cochrane Library、Web of Science、PubMed、中国知网、维普以及万方数据库中从建库至2018年12月公开发表的关于神经肌肉电刺激在ICU患者中应用效果的随机对照试验,由两名研究人员独立对文献筛选、数据提取和文献质量进行评价。采用Revman5.3软件对符合质量标准的文献中的结局指标进行Meta分析。**结果:**共纳入14篇文献。6篇文献报告了患者的MRC总评分,Meta分析结果显示:观察组MRC总评分高于对照组[MD=4.14,95%CI(2.69,5.58), $P<0.01$ ];6篇文献报道了患者住ICU期间的机械通气时间,Meta分析结果显示:观察组机械通气时间较对照组明显缩短[MD=-2.19,95%(-4.09,-0.30), $P=0.02$ ];5篇文献报道了患者的住ICU时间,Meta分析结果显示:观察组住ICU时间较对照组明显缩短[MD=-1.80,95%CI(-3.33,-0.27), $P=0.02$ ]。**结论:**神经肌肉电刺激在ICU患者中应用是安全有效的,可提高MRC评分,缩短机械通气时间和住ICU时间,但仍需要多中心、大样本随机对照试验进一步证明。

**【关键词】**神经肌肉电刺激;ICU获得性衰弱;重症监护室;危重症患者;系统评价

**【中图分类号】**R49    **【DOI】**10.3870/zgkf.2019.11.011

**Influences of Neuromuscular Electrical Stimulation on Muscle Strength and Clinical Outcomes in ICU Patients: A Systematic Review** Liu Jingtao, Dong Dawei, Lu Wei, et al. Department of Intensive Care Unit, Nanjing Drum Tower Hospital Affiliated to Medical College of Nanjing University, Nanjing 210008, China

**【Abstract】 Objective:** To systematically review the effects of neuromuscular electrical stimulation (NMES) on muscle strength and clinical outcomes in ICU patients. **Methods:** Six databases including Cochrane Library, Web of Science, PubMed, CNKI, VIP and Wanfang database were searched for related literature from database established to December 2018. Randomized controlled trials (RCT) about the effects of NMES in ICU patients were collected. Literature screening, data extraction and quality evaluation were independently performed by two researchers. Meta-analysis was performed using RevMan software (version 5.3). **Results:** Fourteen studies were eventually included. The total MRC score of the patients was reported in 6 literature, and the Meta analysis results showed that the total MRC score in the observation group was significantly higher than that in the control group [MD=4.14, 95% CI (2.69, 5.58),  $P < 0.01$ ]. Six literature reported the mechanical ventilation time of patients in ICU, and Meta analysis results showed that the mechanical ventilation time in the observation group was significantly shorter than in the control group [MD=-2.19, 95% CI (-4.09, -0.30),  $P=0.02$ ]. The length of ICU stay in the observation group was significantly shorter than that in the control group [MD=-1.80, 95% CI (-3.33, -0.27),  $P=0.02$ ]. **Conclusion:** The application of NMES in ICU patients is safe and effective. NMES can enhance MRC score, and shorten mechanical ventilation time and ICU stay. Also, Large sample and multi-center RCTs are needed to confirm the effects of NMES.

**【Key words】** neuromuscular electrical stimulation; ICU-AW; intensive care units; critical illness; systematic review

随着医疗技术水平的不断提高,ICU医务人员对危重患者的救治能力明显提高。仅让患者存活并非医

收稿日期:2019-04-14

作者单位:1.南京大学医学院附属鼓楼医院,a.重症医学科,b.护理部,南京210008;2.南京大学医学院附属金陵医院重症医学科,南京210002  
作者简介:刘晶涛(1988-),男,硕士研究生,主要从事重症康复护理方面的研究。

通讯作者:陆巍,luwei8001@sina.com

疗的终点,相关专家呼吁ICU专业人员不仅要关注患者的生存率,更应关注患者功能状态以及出院后的生活质量<sup>[1]</sup>。ICU获得性衰弱(Intensive Care Unit Acquired Weakness, ICU-AW)因素及神经肌肉组织,致肌肉萎缩,引发患者出现近、远期多种不良结局<sup>[2]</sup>,甚至患者出院数年后仍不能恢复正常生活等一系列恶劣影响而受到学者持续关注。长期制动、机械通气、严重

败血症、多器官功能衰竭等因素会引发 ICU-AW 的发生率急剧升高<sup>[3]</sup>,部分患者可高达 86%<sup>[4]</sup>。因此,ICU-AW 俨然已成为一种重大的公共健康问题<sup>[5]</sup>。ICU-AW 的发病机制尚不完全清楚,仍无明确的预防及治疗措施。近年来,有研究报道早期运动是安全的,在改善患者肌力方面有一定效果<sup>[6]</sup>。由于专业人员缺乏、担忧安全问题以及患者不愿配合等因素,其在临床开展面临诸多困难<sup>[7]</sup>。因此,ICU 医护人员亟需寻求一种患者易接受、安全有效的替代或辅助性干预方法。神经肌肉电刺激(Neuromuscular electrical stimulation,NMES)可通过低频电流刺激相关的神经以达到肌肉收缩、延缓肌肉萎缩的目的<sup>[8]</sup>,其使用无需患者配合,是一种无创性操作。既往研究表明 NMES 在预防运动损伤与严重 COPD 患者肌肉萎缩方面效果显著<sup>[9-10]</sup>,但在 ICU 患者中应用效果尚存争议<sup>[11-12]</sup>。因此,本研究旨在评价 NMES 对 ICU 患者肌力及临床结局的干预效果,为 ICU 管理者采取适宜的干预措施以减少 ICU-AW 的发生提供循证依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入和排除标准

1.1.1 文献纳入标准 ①随机对照试验(Randomized controlled trials, RCT);②ICU 患者,年龄≥18 周岁;③对照组实施常规康复措施,观察组在常规康复的基础上对患者实施 NMES 治疗;④结局指标:a. 肌力评估:医学理事会评分(Medical Research Council-score, MRC)和握力测试;b. 机械通气时间;c. 住 ICU 时间;d. 住 ICU 期间死亡率;e. 活动能力:6 分钟步行试验(Six-Minute Walk Test, 6MWT);f. 肌肉横截面积(Cross Sectional Diameter, CSD)、肌肉层厚度(Muscle Layer Thickness, MLT);g. 心率、呼吸频率;h. 最大吸气末压力。

1.1.2 文献排除标准 ①灰色文献、重复发表、无法获取全文以及以患者左右肢体对照的文献;②怀孕、昏迷、濒死、瘫痪、高龄以及其它可能会影响肢体神经肌肉功能的患者;③干预时机未在 ICU 期间。

1.2 检索策略 本研究检索从建库至 2018 年 12 月国内外公开发表的中英文 RCT 文献,包括学位论文、会议论文等。使用计算机在线检索英文数据库:Cochrane Library、Web of Science、PubMed,以英文检索式“(‘Neuromuscular stimulation’OR‘electrostimulation’OR‘electrical stimulation’OR‘electrical muscle stimulation’) AND (‘muscle weakness’ OR ‘ICU-AW’ OR ‘acquired weakness’) AND (‘intensive care units’OR‘critical illness’OR‘critically ill’)”进行检

索。同时检索中国知网、维普和万方数据库,中文检索采用与英文相对应的检索策略。

1.3 文献资料提取 2 名研究者独立对纳入文献进行数据提取,内容包括作者、文献发表年份、研究地点、研究对象疾病类型、样本量、干预部位、干预措施、结局指标。

1.4 文献质量评价 2 名受过循证培训的研究者独立对文献质量进行评价,如意见不统一且无法通过讨论做出定论,则请第 3 名研究者做出最终决定。研究者依据 Cochrane 评价手册(版本 5.1.0)的风险偏倚评价标准和 PEDro 评价量表独立对入选的 RCT 文献进行评价。风险偏倚评价标准共 7 个项目,如各项评价标均为高风险,提示发生偏倚的风险较高,该文献予以排除。PEDro 评价量表共计 11 个评价项目,其中第 1 项的评价标准与研究的外在效度相关,其分值通常不计人总分。因此,纳入的每篇文献的评分为 0~10 分,分值越高表明该文献方法学质量越好。

1.5 统计学方法 采用 Revman5.3 软件进行 Meta 分析。对连续性计量资料且采用相同的测量方法,用均数差(MD)或用标准化均数差(SMD)分析;若纳入研究中计量资料仅提供中位数和极差,则采用侯晓雯等<sup>[13]</sup>的数据转换方法将其转换为均数和标准差,然后对数据合并分析;对于计数资料计算相对危险度,所有分析均计算 95% 可信区间。通过 Q 检验和 I<sup>2</sup> 检验确定研究间的异质性,如  $P > 0.1, I^2 < 50\%$ ,则采用固定效应模型;如  $P < 0.1, I^2 > 50\%$ ,则考虑研究间有异质性,无法确定异质性来源时采用随机效应模型。结局指标无法合并只进行描述性分析。

## 2 结果

2.1 文献检索结果 检索中英文数据库共获取相关文献 180 篇,初筛 144 篇,复筛 24 篇,最终纳入 14 篇文献<sup>[14-27]</sup>,其中英文文献 12 篇,中文文献 2 篇<sup>[18,22]</sup>,共 671 例患者。纳入研究的基本特征,见表 1。

### 2.2 文献质量评价

2.2.1 纳入研究的偏倚风险评价 见图 1

2.2.2 纳入研究经 PEDro 量表评价结果 2 篇文献评分为 8 分<sup>[23,26]</sup>,7 篇文献评分为 7 分<sup>[14,19-21,24,25,27]</sup>,2 篇文献评分为 6 分<sup>[18,22]</sup>,3 篇文献评分为 5 分<sup>[15-17]</sup>。

### 2.3 Meta 分析

2.3.1 NMES 对 ICU 患者肌力的影响 ①MRC 总评分:纳入研究中 12 篇文献报告了 NMES 对患者 MRC 的干预效果<sup>[14-24,27]</sup>,其中 6 篇文献报告了患者的 MRC 总评分<sup>[14-18,21]</sup>,其余 6 篇文献仅报告部分关节的 MRC 评分<sup>[19,20,22-24,27]</sup>。

表1 纳入研究的基本特征

纳入研究	时间	研究地点	患者特征	对照组/实验组		干预措施			结局指标
				对照组	实验组	观察组(NMES干预期部位和频率)			
Abdellaoui <sup>[19]</sup>	2011	法国	COPD	6/9	常规康复	双侧股四头肌和胭绳肌；1次/d,1h/次			①⑥
Abu-Khaber <sup>[14]</sup>	2013	埃及	机械通气	40/40	常规康复	双侧股四头肌；1次/d,1h/次			①③⑤
Akar <sup>[23]</sup>	2017	土耳其	COPD	10/10	常规康复	双侧三角肌和股四头肌；共20次			①④
Fischer <sup>[24]</sup>	2016	奥地利	心胸术后	32/31	常规康复	双侧股四头肌；为2次/d,30min/次			①②⑧
Fontes <sup>[20]</sup>	2018	巴西	心脏瓣膜术后	33/26	常规康复	股四头肌和腓肠肌肌腹；为2次/d,60min/次			①⑥
Gerovasili <sup>[25]</sup>	2009	希腊	APACHEII≥13	24/25	常规康复	双侧腓骨长肌和股四头肌；为1次/d,55min/次			⑦⑨
Gruther <sup>[26]</sup>	2010	奥地利	常规	17/16	常规康复	股四头肌；1次/d,30min/次(首周),60min/次(次周起)			⑧
Karatzanos <sup>[15]</sup>	2012	希腊	常规	28/24	常规康复	股外侧肌、股内侧肌和腓骨长肌；55min/次			①②
Kho <sup>[21]</sup>	2015	美国	机械通气	18/16	常规康复	双侧股内外侧、胫前和腓肠肌；1次/d,60min/次或2次/d,30min/次			①②④⑥
Leite <sup>[16]</sup>	2018	巴西	常规	26/24	常规康复	膈肌和双侧股四头肌；45min/次			①③④
Routsi <sup>[17]</sup>	2010	希腊	APACHEII≥13	28/24	常规康复	双侧股内侧肌和腓骨长肌；55min/次			①③④
Ercole <sup>[27]</sup>	2003	意大利	COPD	12/12	常规康复	股四头肌和臀肌；2次/d,30min/次			①⑨
孙建兰 <sup>[22]</sup>	2016	中国	COPD	24/24	常规康复	股四头肌；2次/d,15min/次			①③
陈红 <sup>[18]</sup>	2017	中国	机械通气	45/47	常规康复	肱二头肌和股四头肌；2次/d,30min/次			①③④⑤⑩

注:①MRC;②握力;③机械通气时间;④住ICU时间;⑤住ICU期间死亡率;⑥6MWD;⑦CSD;⑧MLT;⑨为心率和呼吸频率;⑩为最大吸气末压力

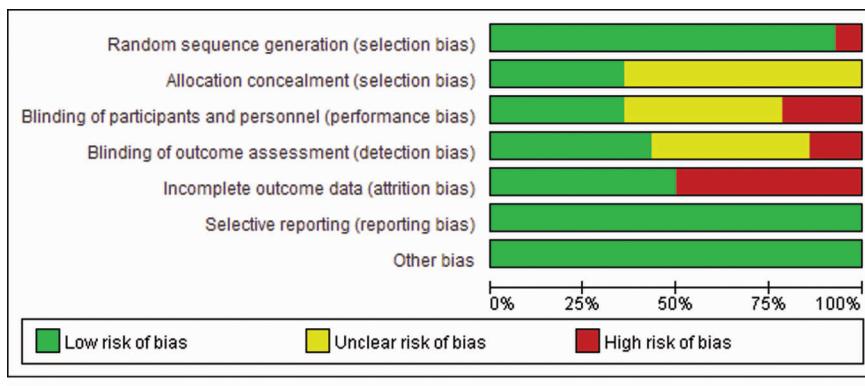


图1 纳入研究偏倚风险图

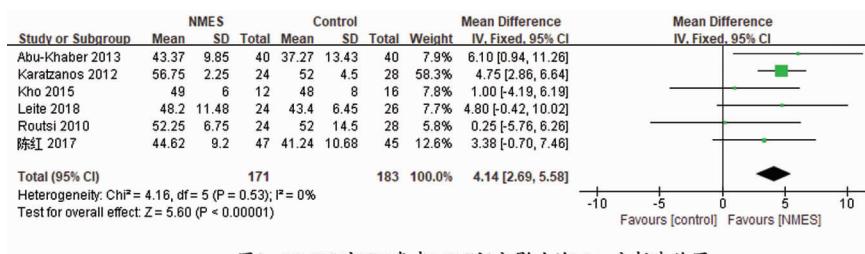


图2 NMES对ICU患者MRC评分影响的Meta分析森林图

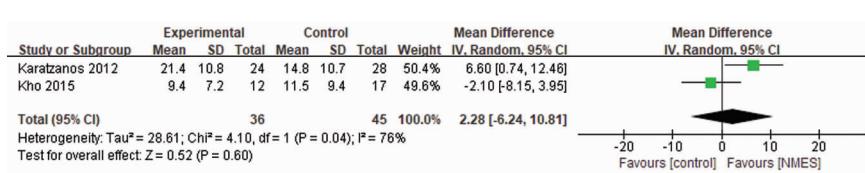


图3 NMES对ICU患者握力影响的Meta分析森林图

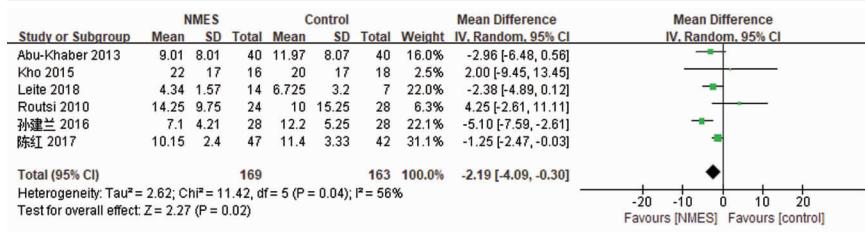


图4 NMES对机械通气时间影响的Meta分析森林图

各研究间无统计学异质性( $P = 0.53, I^2 = 0\%$ ),用固定效应模型合并分析。结果显示:观察组MRC总评分高于对照组[MD = 4.14, 95%CI(2.69, 5.58),  $P < 0.01$ ],故可认为NMES可提高ICU患者MRC总评分。见图2。②握力:3篇文献报道了患者的握力<sup>[15, 21, 24]</sup>, Fischer等<sup>[24]</sup>研究因采用混合线性模型展示握力变化而无法提取数据,最终2篇文献中的握力数据可进行合并分析<sup>[15, 21]</sup>,研究间具有异质性( $P = 0.04, I^2 = 76\%$ ),用随机效应模型合并分析。结果显示:观察组与对照组在提高ICU患者握力方面尚无统计差异[MD = 2.28, 95% CI (-6.24, 10.81),  $P = 0.60$ ]。见图3。

2.3.2 NMES对ICU患者机械通气时间的影响 6篇文献报道了患者住ICU期间的机械通气时间<sup>[14, 16-18, 21-22]</sup>,研究间具有异质性( $P = 0.04, I^2 = 56\%$ ),用随机效应模型合并分析。结果显示:观察组机械通气时间较对照组明显缩短[MD = -2.19, 95% (-4.09, -0.30),  $P = 0.02$ ]。见图4。

2.3.3 NMES对患者住ICU时间的影响 5篇文献报道了患者的住ICU时间<sup>[16-18, 21, 23]</sup>,研究间无异质性( $P = 0.58, I^2 = 0\%$ ),用固定效应

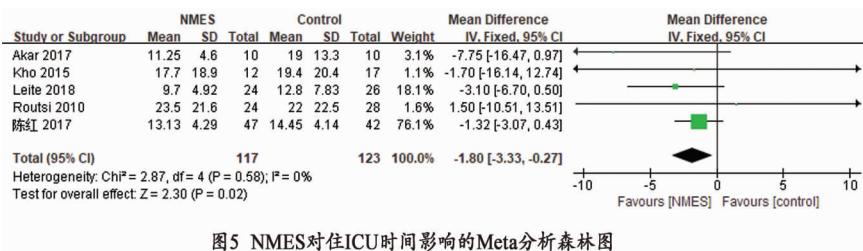


图5 NMES对住ICU时间影响的Meta分析森林图

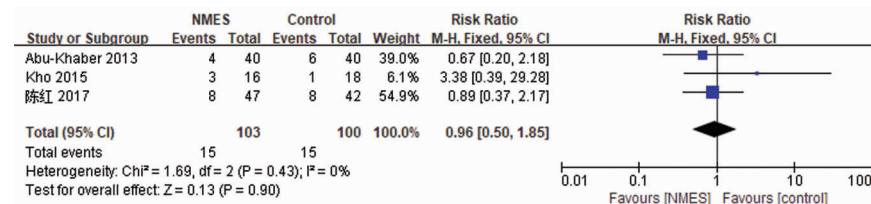


图6 NMES对ICU患者死亡率影响的Meta分析森林图

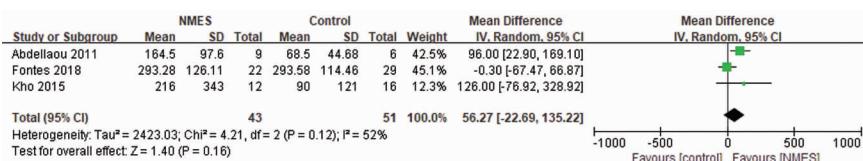


图7 NMES对6MWD结果影响的Meta分析森林图

模型合并分析。结果显示：观察组住 ICU 时间较对照组明显缩短 [ $MD = -1.80$ , 95% CI (-3.33, -0.27),  $P=0.02$ ]。见图 5。

2.3.4 NMES 对患者住 ICU 期间死亡率的影响 3 篇文献报告了患者住 ICU 期间的死亡率<sup>[14, 18, 21]</sup>，研究间无异质性( $P=0.43$ ,  $I^2=0\%$ )，用固定效应模型合并分析。结果显示：NMES 组与对照组在降低 ICU 患者死亡率方面尚无统计差异 [ $RR = 0.96$ , 95% (0.50, 1.85),  $P=0.90$ ]。见图 6。

2.3.5 NMES 对 ICU 患者 6MWD 结果的影响 3 篇文献报告了 ICU 患者 6MWD 的步行距离<sup>[19-21]</sup>，研究间具有异质性( $P=0.02$ ,  $I^2=52\%$ )，用随机效应模型合并分析。结果显示：观察组与对照组在提高 ICU 患者 6MWD 的步行距离方面尚无统计差异 [ $MD = 56.27$ , 95% (-22.69, 135.22),  $P=0.16$ ]。见图 7。

### 3 讨论

纳入的 14 项研究均为 RCT<sup>[14-27]</sup>，其中 13 项研究采用随机抽样<sup>[14-26]</sup>，仅有 1 项研究采用便利抽样<sup>[27]</sup>，研究对象的代表性较好。由于 NMES 作为一项技术操作不易对实施者和患者施盲，故仅有 5 项研究采用安慰剂对照的方法对患者以及实施者施盲<sup>[14, 19, 21, 24, 26]</sup>。6 项研究明确报告了盲法评估<sup>[20, 23-27]</sup>。所有纳入的研究均对基线资料进行比较，对照组与实验组具有可比性，且详细报告了失访病例

情况，纳入研究的方法学质量较高。

本研究将 MRC 评分与握力作为 ICU 患者肌力的评价指标。与张桂宁<sup>[12]</sup>的 Meta 分析结果不同，本研究结果显示 NMES 可提高 ICU 患者的 MRC 评分。首先，MRC 总评分作为 ICU-AW 临床诊断的主要方式，更能综合评价 NMES 对患者上下肢肌力的总体干预效果<sup>[28]</sup>，因此仅将部分关节 MRC 评分数值纳入分析可能会低估 NMES 的干预效果。其次，本研究纳入文献的研究对象不仅包括机械通气患者还包括其它 ICU 患者，机械通气作为 ICU-AW 的独立危险因素会增加患者 ICU-AW 的发生率，使患者肌力降低更明显<sup>[2]</sup>，仅纳入机械通气患者可能导致 NMES 的干预效果不明显。此外，本研究纳入文献的总样本量相对较多，不仅包括英文文献还包括中文文献。因此，合并效应量更

易显示 NMES 的干预效果。国外两项系统评价同样证实了 NMES 可提高患者的 MRC 评分<sup>[11, 29]</sup>。但在握力方面，组间比较并无统计学差异，其原因之一可能是纳入研究仅 2 篇文献，样本量较少不足以显示统计差异；另一方面是纳入合并分析的两项研究中 NMES 干预部位均为下肢<sup>[15, 21]</sup>，对上肢神经肌肉并无直接刺激作用，干预效果较弱不足以显示统计学差异。因此，今后可考虑开展相关研究对 ICU 患者上肢肌肉进行刺激以探讨 NMES 对患者握力的影响。

ICU 患者膈肌无力可致脱机困难进而延长其机械通气时间和滞留 ICU 时间。本研究 Meta 分析结果显示：NMES 可缩短 ICU 患者机械通气时间和住 ICU 时间。陈红<sup>[18]</sup>的研究采用最大吸气末压力作为评价指标发现，NMES 可提高患者的最大吸气末压力，这也进一步证实 NMES 可延缓患者呼吸肌衰弱程度，有利于患者早期脱机，缩短机械通气时间和住 ICU 时间。其机制可能是 NMES 不仅可通过皮肤直接刺激周围运动神经元，还可通过传入神经激活脊髓神经元再下调运动神经的反馈机制达到刺激深部肌肉组织而改善呼吸功能的作用<sup>[30]</sup>。

在改善 ICU 患者 6 分钟步行距离及降低患者死亡率方面，本研究发现组间比较无统计学差异。通过分析发现，3 项研究中仅有 Kho<sup>[21]</sup>明确说明了 6MWD 测试的时间为 ICU 患者出 ICU 时，另外 2 项研究<sup>[19, 20]</sup>并未报告具体测试时间，会导致 NMES 干预的

总时长不同,而导致各项研究之间患者步行距离差距较大。这可能是 Meta 异质性的来源。此外,ICU 患者康复期间的步行距离受患者疾病本身、心肺功能、肢体及躯干肌肉耐受力等多方面的影响;NMES 可改善患者的肢体肌力以及呼吸功能,但对于循环功能及腰背部肌肉肌力的干预效果可能有限。尽管相关研究表明肌肉萎缩与重症患者高死亡率有关,但患者住 ICU 期间死亡率更多与疾病本身严重程度及各种严重并发症的发生密切相关<sup>[28]</sup>。本研究纳入的 3 篇文献的研究对象均为机械通气患者且各研究 2 组间均发现统计学差异,可能与机械通气患者病情较重,并发症的发生率较高有关<sup>[14,18,21]</sup>。今后可考虑长期随访,以探讨 NMES 对 ICU 患者远期死亡率的影响。

虽然无法进行合并分析,Gerovasili 等<sup>[25]</sup>通过超声检测观察 ICU 患者肢体肌肉组织得出,NMES 可延缓肌肉横截面积的下降速率。Gruther 等<sup>[26]</sup>通过分层随机对照试验发现,尽管 NMES 干预 7d 效果不明显,但干预 14d 可明显增加患者的肌肉层厚度。这更加直观的使我们认识到 NMES 对患者肌肉组织的干预效果,进一步说明了 NMES 对于预防及延缓 ICU 患者肌肉萎缩的有效性。

NMES 是通过电极表面接触患者皮肤进行刺激的一项无创性操作。纳入研究中仅 Gerovasili<sup>[25]</sup> 和 Ercole<sup>[27]</sup>发现 NMES 干预期间患者心率、呼吸加快及血压升高等差异均无统计学意义,其余研究并未报道任何不良反应。Raf 等<sup>[31]</sup>同样证实 NMES 不会对患者心率、血压、呼吸以及血氧饱和度造成影响。尽管有文献报道患者电极接触部位皮肤有痛感和轻度灼烧感<sup>[9]</sup>,但其发生次数较少(3/432),可能与患者皮肤受损、抵抗力下降及设备参数设置有关,可通过全面评估患者皮肤及严格的设备参数设置予以避免。因此,NMES 是一项较为安全的技术操作。

本研究也存在一些局限性:纳入的文献仅为公开发表的中英文文献,可能存在文献检索不全而造成发表偏倚的情况;个别研究样本量较小,可能存在样本量不足影响分析结果的情况;受纳入文献结局指标的限制,无法对所有指标进行合并分析。今后可开展大样本研究并进行随访以更全面地探讨 NMES 对患者近远期结局指标的影响,以进一步认识其干预效果。

通过本研究现有证据得出,神经肌肉电刺激作为一项非药物性治疗措施可有效提高 ICU 患者 MRC 总评分,缩短其机械通气时间及住 ICU 时间,具有较高的安全性和适用性。但其在改善 ICU 患者握力、步行能力以及降低其死亡率方面不甚理想,今后仍需多中心、大样本的随机对照试验以进一步证实 NMES 在

ICU 患者中的应用效果。

## 【参考文献】

- [1] Wischmeyer P E,Puthucheary Z,San Millán I,et al. Muscle mass and physical recovery in ICU: innovations for targeting of nutrition and exercise[J]. Current opinion in critical care,2017,23(4):269-278.
- [2] Godoy D A,Vaz de Mello L,Masotti L,et al. Intensive Care Unit Acquired Weakness (ICU-AW): a brief and practical review[J]. Reviews in Health Care,2015,6(1):9-9.
- [3] 郭涛,童华生. 心肺康复治疗在 ICU 获得性衰弱患者中的应用及效果观察[J]. 中国康复,2017,32(5):383-385.
- [4] Appleton R T,Kinsella J,Quasim T. The incidence of intensive care unit-acquired weakness syndromes: A systematic review[J]. Journal of the Intensive Care Society,2015,16(2):126-136.
- [5] Schmidt U H,Knecht L,MacIntyre N R. Should Early Mobilization Be Routine in Mechanically Ventilated Patients[J]. Respiratory care,2016,61(6):867-875.
- [6] 冯翀,折艳涛,韩慧慧. 早期康复训练对于 ICU 获得性肌无力的疗效[J]. 中国康复,2018,33(4):317-319.
- [7] Callahan L A,Supinski G S. Prevention and treatment of ICU-acquired weakness: is there a stimulating answer[J]. Critical care medicine, 2013,41(10):2457-2458.
- [8] Falavigna L F,Silva M G,Freitas A L d A,et al. Effects of electrical muscle stimulation early in the quadriceps and tibialis anterior muscle of critically ill patients[J]. Physiotherapy theory and practice,2014,30(4):223-228.
- [9] Rodriguez P O,Setten M,Maskin L P,et al. Muscle weakness in septic patients requiring mechanical ventilation: protective effect of transcutaneous neuromuscular electrical stimulation[J]. Journal of Critical Care,2012,27(3):319.e1-8.
- [10] Vivodtzev I,Pépin J-L,Vottero G,et al. Improvement in quadriceps strength and dyspnea in daily tasks after 1 month of electrical stimulation in severely deconditioned and malnourished COPD[J]. Chest,2006,129(6):1540-1548.
- [11] Burke D,Gorman E,Stokes D,et al. An evaluation of neuromuscular electrical stimulation in critical care using the ICF framework: a systematic review and meta-analysis[J]. The clinical respiratory journal,2016,10(4):407-420.
- [12] 张桂宁,杨丽,郭明娟,等. 神经肌肉电刺激对 ICU 机械通气病人影响的 Meta 分析[J]. 护理研究,2019,33(2):187-194.
- [13] 侯晓雯,时景璞,陈欣. 在 Meta 分析中如何利用中位数、极差和样本量估算均数、标准差[J]. 中国循证医学杂志,2015,15(4):484-487.
- [14] Abu-Khaber H A,Abouelela A M Z,Abdelkarim E M. Effect of electrical muscle stimulation on prevention of ICU acquired muscle weakness and facilitating weaning from mechanical ventilation[J]. Alexandria Journal of Medicine,2013,49(4):309-315.
- [15] Karatzanos E,Gerovasili V,Zervakis D,et al. Electrical muscle stimulation: an effective form of exercise and early mobilization to preserve muscle strength in critically ill patients[J]. Critical care research and practice, 2012,432752.
- [16] Leite M A,Osaku E F,Albert J,et al. Effects of Neuromuscular

- Electrical Stimulation of the Quadriceps and Diaphragm in Critically Ill Patients: A Pilot Study[J]. Critical care research and practice. 2018;4298583.
- [17] Routsi C, Gerovasili V, Vasileiadis I, et al. Electrical muscle stimulation prevents critical illness polyneuromyopathy: a randomized parallel intervention trial[J]. Critical care, 2010, 14(2):R74.
- [18] 陈红. 早期被动活动对机械通气患者ICU获得性虚弱的影响[D]. 石河子大学, 2017.
- [19] Abdellaoui A, Préfaut C, Gouzi F, et al. Skeletal muscle effects of electrostimulation after COPD exacerbation: a pilot study[J]. The European respiratory journal, 2011, 38(4):781-788.
- [20] Fontes Cerqueira T C, Cerqueira Neto M L d, Cacau L d A P, et al. Ambulation capacity and functional outcome in patients undergoing neuromuscular electrical stimulation after cardiac valve surgery: A randomised clinical trial[J]. Medicine (Baltimore), 2018, 97(46):e13012.
- [21] Kho M E, Truong A D, Zanni J M, et al. Neuromuscular electrical stimulation in mechanically ventilated patients: a randomized, sham-controlled pilot trial with blinded outcome assessment[J]. Journal of critical care, 2015, 30(1):32-39.
- [22] 孙建兰, 徐进步, 丁玉琴. 神经电刺激对ICU获得性衰弱的预防作用研究[J]. 实用临床护理学电子杂志, 2016, 1(11):12-13.
- [23] Akar O, Günay E, Sarinc Ulasli S, et al. Efficacy of neuromuscular electrical stimulation in patients with COPD followed in intensive care unit[J]. The clinical respiratory journal, 2017, 11(6):743-750.
- [24] Fischer A, Spiegl M, Altmann K, et al. Muscle mass, strength and functional outcomes in critically ill patients after cardiothoracic surgery: does neuromuscular electrical stimulation help? The Catastim 2 randomized controlled trial[J]. Critical care, 2016, 20(1):30.
- [25] Gerovasili V, Stefanidis K, Vitzilaios K, et al. Electrical muscle stimulation preserves the muscle mass of critically ill patients: a randomized study[J]. Critical care, 2009, 13(5):R161.
- [26] Gruther W, Kainberger F, Fialka-Moser V, et al. Effects of neuromuscular electrical stimulation on muscle layer thickness of knee extensor muscles in intensive care unit patients: a pilot study[J]. Journal of rehabilitation medicine, 2010, 42(6):593-597.
- [27] Ercole Zanotti M D, Guido Felicetti, Maurizio Maini, et al. Peripheral Muscle Strength Training in Bed-Bound Patients With COPD Receiving Mechanical Ventilation-Effect of Electrical Stimulation [J]. Chest, 2003, 124(1):292-296.
- [28] Greet Hermans, Greet Van den Berghe. Clinical review: intensive care unit acquired weakness[J]. 2012, 64(8):1348-1353.
- [29] Wageck B, Nunes G S, Silva F L, et al. Application and effects of neuromuscular electrical stimulation in critically ill patients: systematic review[J]. Medicina intensiva, 2014, 38(7):444-454.
- [30] 李晓聪, 徐远达. 神经肌肉电刺激在慢性阻塞性肺疾病急性加重早期肺康复的应用[J]. 国际呼吸杂志, 2014, 34(17):1338-1342.
- [31] Meesen RL, Dendale P, Cuypers K, et al. Neuromuscular Electrical Stimulation As a Possible Means to Prevent Muscle Tissue Wasting in Artificially Ventilated and Sedated Patients in the Intensive Care Unit: A Pilot Study[J]. Neuromodulation, 2010, 13(4):315-321.

作者·读者·编者

## 论文学写要求

引言(也称前言、序言或概述)经常作为科技论文的开端,提出文中要研究的问题,引导读者阅读和理解全文。

引言的写作要求:开门见山,避免大篇幅地讲述历史渊源和立题研究过程;言简意赅,突出重点,不应过多叙述同行熟知教科书中的常识性内容,确有必要提及他人的研究成果和基本原理时,只需以参考引文的形式标出即可;尊重科学,实事求是,在论述本文的研究意义时,应注意分寸,切忌使用“有很高的学术价值”、“填补了国内外空白”、“首次发现”等不适当之词;引言一般应与结论相呼应,在引言中提出的问题,在结论中应有解答,但也应避免引言与结论雷同;简短的引言,最好不要分段论述。