

# ICU 机械通气患者早期目标导向康复锻炼安全标准的系统评价

丁楠楠<sup>1</sup> 姚丽<sup>1</sup> 张志刚<sup>1</sup> 杨丽平<sup>1</sup> 蒋玲洁<sup>1</sup> 姜变通<sup>1</sup> 吴雨晨<sup>1</sup> 张彩云<sup>2</sup> 田金徽<sup>3</sup>

<sup>1</sup>兰州大学第一医院重症医学科,甘肃兰州 730000; <sup>2</sup>兰州大学第一医院护理部,甘肃兰州 730000; <sup>3</sup>兰州大学循证医学中心,甘肃兰州 730000

通信作者:张志刚, Email: zzg3444@163.com

**【摘要】目的** 通过系统评价方法确定重症加强治疗病房(ICU)机械通气患者早期目标导向康复锻炼的安全标准。**方法** 应用计算机检索中国生物医学文献数据库(CBM)、中国期刊全文数据库(CNKI)、万方数据库、美国国立医学图书馆 PubMed 数据库、Cochrane 图书馆数据库、科学网(Web of Science)数据库发布的有关 ICU 机械通气患者早期活动的随机对照临床试验(RCT)和队列研究,并辅以其他检索方法,检索时间为建库至 2018 年 3 月。RCT 研究的干预方案为对照组采用 ICU 常规护理,观察组在对照组基础上进行早期活动;队列研究的干预方案为早期活动,无对照组。早期活动方案主要包括床上主被动活动、坐立、床椅转移、站立和行走。由 2 名研究者独立进行文献筛选及资料提取,收集安全标准涉及的心血管系统、呼吸系统、神经系统、骨科系统和其他的相关变量或参数,并针对每个系统收集至少 3 篇文献使用的变量或参数;分别根据 Cochrane 5.1.0 系统评价方法或纽卡斯尔-渥太华文献质量评价量表(NOS)对 RCT 研究或队列研究进行质量评价。**结果** 共纳入 24 篇有关 ICU 机械通气患者早期活动的文献,涉及患者 4 647 例,其中 RCT 研究 11 项,涉及患者 1 031 例,对照组 509 例,观察组 522 例;队列研究 13 项,涉及患者 3 616 例。系统评价显示,ICU 机械通气患者早期活动的安全标准共涉及 5 个系统、20 个变量或参数。其中心血管系统 8 个变量或参数,包括 40 次/min<心率(HR)<130 次/min( $n=4$ )、血流动力学稳定( $n=5$ )、无心肌梗死( $n=3$ )、无心律失常( $n=4$ )、无血管活性药物( $n=4$ )、90 mmHg<收缩压(SBP)<200 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa,  $n=4$ )、65 mmHg≤平均动脉压(MAP)≤110 mmHg( $n=3$ )、无心肺复苏(CPR)史( $n=5$ )。呼吸系统 4 个变量或参数,包括 5 次/min<呼吸频率(RR)<40 次/min( $n=5$ )、吸入氧浓度( $\text{FiO}_2$ )≤0.60 和呼气末正压(PEEP)≤10 cmH<sub>2</sub>O(1 cmH<sub>2</sub>O=0.098 kPa,  $n=4$ )、 $\text{FiO}_2<0.60$  或 PEEP<10 cmH<sub>2</sub>O( $n=3$ )、脉搏血氧饱和度( $\text{SpO}_2$ )>0.88( $n=5$ )。神经系统 4 个变量,包括无神经肌肉疾病( $n=7$ )、无颅内压升高( $n=7$ )、无昏迷( $n=4$ )、理解并做出正确动作( $n=4$ )。骨科系统 2 个变量,包括无骨折( $n=3$ )、无不稳定性骨折( $n=8$ )。其他因素 2 个变量,包括无腹部开放性伤口( $n=4$ )、无姑息治疗( $n=3$ )。**结论** ICU 机械通气患者早期目标导向康复锻炼的安全标准涉及心血管系统、呼吸系统、神经系统、骨科系统和其他 5 个方面,其中心血管系统和呼吸系统变量或参数最多;目前不同文献报道各系统安全标准及其变量或参数的一致性较高,但具体参数仍有待高质量研究进一步验证。

**【关键词】** 危重症患者; 机械通气; 早期目标导向康复锻炼; 安全标准; 系统评价

**基金项目:** 甘肃省卫生行业科研计划项目(GSWSKY-2015-86)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.01.018

## Safety criteria for early goal-oriented rehabilitation exercise in patients undergoing mechanical ventilation in intensive care unit: a systematic review

Ding Nannan<sup>1</sup>, Yao Li<sup>1</sup>, Zhang Zhigang<sup>1</sup>, Yang Liping<sup>1</sup>, Jiang Lingjie<sup>1</sup>, Jiang Biantong<sup>1</sup>, Wu Yuchen<sup>1</sup>, Zhang Caiyun<sup>2</sup>, Tian Jinhui<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Intensive Care Unit, the First Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730000, Gansu, China; <sup>2</sup>Department of Nursing, the First Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730000, Gansu, China; <sup>3</sup>Evidence-Based Medicine Center, Lanzhou University, Lanzhou 730000, Gansu, China

Corresponding author: Zhang Zhigang, Email: zzg3444@163.com

**【Abstract】Objective** To determine the safety criteria for early goal-oriented rehabilitation exercise in patients undergoing mechanical ventilation in intensive care unit (ICU) by systematic review. **Methods** Randomized controlled trials (RCTs) and cohort studies about early goal-oriented rehabilitation exercise in patients undergoing mechanical ventilation in ICU were retrieved in CBM, CNKI, Wanfang Data, PubMed, Cochrane Library and Web of Science from their foundation to March 2018, and other sources as supplement was also retrieved. The intervention program of RCT study was ICU routine nursing in control group, early activity in observation group, and early activity in cohort study without control group. Early activities included active and passive activities on the bed, sitting upright, bed-chair transfer, standing and walking. Literature screening and data extraction were performed independently by two researchers.

Variables or parameters related to cardiovascular, respiratory, nervous, orthopedic and other systems were collected for safety criteria. Variables or parameters used in at least three literatures were collected for each system. Cochrane 5.1.0 was used to evaluate the quality of RCT study, and Newcastle-Ottawa scale (NOS) was used to evaluate the quality of cohort study. **Results** A total of 24 articles about early activity of patients undergoing mechanical ventilation in ICU were enrolled, involving 4 647 patients, including 11 RCT studies involving 1 031 patients, 509 in control group and 522 in observation group; 13 cohort studies including 3 616 patients. It was shown by systematic review that safety criteria for early activity in patients undergoing mechanical ventilation in ICU involved five systems, 20 variables or parameters. The cardiovascular system included 8 variables or parameters, such as  $40 \text{ bpm} < \text{heart rate (HR)} < 130 \text{ bpm}$  ( $n = 4$ ), hemodynamic stability ( $n = 5$ ), no myocardial infarction ( $n = 3$ ), no arrhythmia ( $n = 4$ ), no vascular active drugs ( $n = 4$ ),  $90 \text{ mmHg} < \text{systolic blood pressure (SBP)} < 200 \text{ mmHg}$  ( $1 \text{ mmHg} = 0.133 \text{ kPa}$ ,  $n = 4$ ),  $65 \text{ mmHg} \leq \text{mean arterial pressure (MAP)} \leq 110 \text{ mmHg}$  ( $n = 3$ ), no history of cardiopulmonary resuscitation (CPR,  $n = 5$ ). The respiratory system included 4 variables or parameters, involving  $5 \text{ times/min} < \text{respiratory rate (RR)} < 40 \text{ times/min}$  ( $n = 5$ ), fraction of inspired oxygen ( $\text{FiO}_2$ )  $\leq 0.60$  and positive end-expiratory pressure (PEEP)  $\leq 10 \text{ cmH}_2\text{O}$  ( $1 \text{ cmH}_2\text{O} = 0.098 \text{ kPa}$ ,  $n = 4$ ),  $\text{FiO}_2 < 0.60$  or  $\text{PEEP} < 10 \text{ cmH}_2\text{O}$  ( $n = 3$ ), pulse blood oxygenation ( $\text{SpO}_2$ )  $> 0.88$  ( $n = 5$ ). The nervous system included 4 variables, including no neuromuscular disease ( $n = 7$ ), no increase in intracranial pressure ( $n = 7$ ), no coma ( $n = 4$ ), understand and do the right thing ( $n = 4$ ). The orthopedic system included 2 variables, including no fracture ( $n = 3$ ), no unstable fracture ( $n = 8$ ). Other factors included 2 variables, including no open abdomen wound ( $n = 4$ ), and no palliative care ( $n = 3$ ). **Conclusions** This study identified safety criteria for early goal-directed rehabilitation exercise in patients undergoing mechanical ventilation in ICU included five systems of cardiovascular, respiratory, neurological, orthopedic, and other systems, in which cardiovascular and respiratory systems were the most frequently cited variables or parameters. The consistency of each system security criteria or variables reported by different literatures was high, but the parameters need to be further verified by high-quality study.

**【Key words】** Critically ill patient; Mechanical ventilation; Early goal-oriented rehabilitation exercise; Safety criteria; Systematic review

**Fund program:** Gansu Health Industry Science Research Planning Project (GSWSKY-2015-86)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.01.018

重症加强治疗病房(ICU)患者由于病情危重且复杂多变,多长期制动或卧床休息,使ICU获得性衰弱、静脉血栓、谵妄和抑郁等生理及心理并发症发生率明显升高,从而导致ICU患者生存质量显著下降,死亡风险增加<sup>[1]</sup>。有研究表明,重症患者进行早期物理治疗或活动已成为ICU中确定的以证据为基础的实践<sup>[2]</sup>;但也有研究表明,早期活动并不能明显改善患者的身体功能和生存质量<sup>[3-5]</sup>,究其原因可能是早期活动结局有利与否,与明确开始早期活动的标准、潜在益处、不良事件的发生有很大关系<sup>[6]</sup>。

早期活动安全标准是用于评估年龄 $\geq 18$ 岁的ICU机械通气患者开始早期主动活动的安全性指导方针。可能影响ICU机械通气患者活动能力的因素主要包括心血管系统疾病、呼吸系统疾病、癌症、代谢紊乱、神经肌肉、骨科疾病、精神病及其他病症,且潜在疾病的严重程度可提示哪个系统可能限制活动耐力,从而确定哪些标准在活动时最重要<sup>[7]</sup>。虽然ICU机械通气患者早期活动的不良事件发生率 $\leq 4\%$ ,但需要在每次开始早期活动之前根据安全标准对患者进行彻底评估,从而使风险最小化<sup>[8-9]</sup>。目前已有多项研究对重症患者早期活动安全标准进行收集及验证<sup>[7, 9-11]</sup>,但其安全标准缺乏

标准化、统一化,且针对ICU机械通气患者开始早期活动的最小化风险人群未达成共识。本次系统评价旨在通过收集国内外ICU机械通气患者开始早期活动的标准,为ICU机械通气患者早期活动建立能广泛应用的安全标准,使风险最小化,从而指导临床实践。

## 1 资料与方法

### 1.1 文献纳入及排除标准

**1.1.1 纳入标准:** ① 研究类型为有关ICU机械通气患者早期活动方案的随机对照临床试验(RCT)和队列研究。② 研究对象为年龄 $\geq 18$ 岁的ICU机械通气患者;机械通气持续时间在24 h以上,需继续机械通气者。③ 研究方案:RCT研究为对照组采用ICU常规护理,观察组在对照组基础上进行早期活动;队列研究为早期活动,无对照组。早期活动方案主要包括床上主被动活动、坐立、床椅转移、站立和行走。

**1.1.2 排除标准:** ① 非中英文文献;② 重复发表文献;③ 未描述早期活动安全标准的文献;④ 专著、综述、书籍、专家观点或意见等类型文献;⑤ 非中文核心期刊文献。

**1.2 文献检索策略:** 为了全面检索,不限定文献类型,中文以“运动 OR 下床活动 OR 活动 OR 功能锻

炼 OR 康复 OR 呼吸功能锻炼 OR 电刺激 OR 早期运动训练 OR 主动活动 OR 主动干预 OR 循序渐进训练 OR 物理疗法 OR 物理治疗 OR 理疗”AND “机械通气 OR 肺通气 OR 通气机”为检索策略,检索中国生物医学文献数据库(CBM)、中国期刊全文数据库(CNKI)、万方数据库;英文以“early activity OR accelerated ambulation OR early action OR early motion OR early mobilisation OR active in early stage OR early-stage activities OR early ambulant OR early movement OR exercises OR physical exercise OR exercise therapy OR motor activity OR isometric exercise OR exercise movement technics OR early mobilization”AND “artificial respiration OR mechanical ventilation”为检索策略,检索美国国立医学图书馆PubMed数据库、Cochrane图书馆数据库、科学网(Web of Science)数据库。检索时间为建库至2018年3月。检索过程中采用主题词和自由词相结合的方式;此外,检索互联网上相关文献和灰色文献,追踪纳入文献的参考文献。

**1.3 数据收集及质量评价:**由2名研究者独立进行文献检索、筛选及数据收集,并对纳入文献质量进行严格评价,如遇分歧,则通过协商或寻求第三方达成共识。

**1.3.1 资料的提取:**①研究的基本信息:包括第一作者、发表时间、研究类型、样本量、ICU类型、干预措施、早期活动方案、不良事件等。②安全标准:包括心血管系统、呼吸系统、神经系统、骨科系统和其他因素;针对每个系统收集至少3篇文献使用的变量或参数。

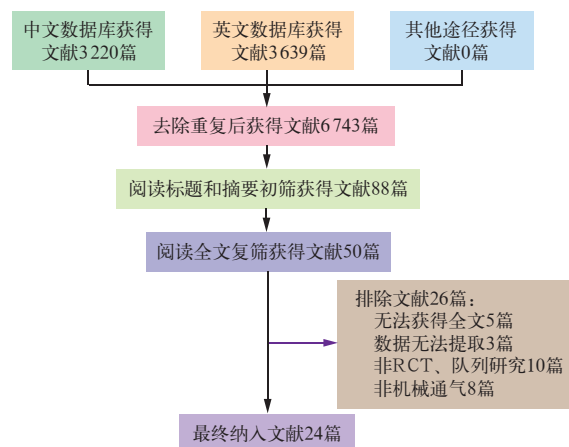
**1.3.2 文献质量评价:**采用Cochrane 5.1.0手册<sup>[12]</sup>对RCT文献进行质量评价;队列研究质量采用纽卡斯尔-渥太华文献质量评价量表(NOS)<sup>[13]</sup>进行评价。

**1.4 统计学分析:**采用EndNote X8软件对文献进行筛选去重;采用Excel 2007软件制作纳入研究基本特征和质量评价表以及早期活动安全标准变量或参数分布表。

## 2 结果

**2.1 文献检索结果(图1):**初检文献6859篇,通过其他途径获得文献0篇,其中英文文献3639篇,中文文献3220篇,去重后获得文献6743篇,经阅读题目和摘要,排除综述、重复发表及不符合纳入标准的文献6655篇,初步纳入文献88篇;进一步阅

读全文,最终纳入设计良好且描述了安全标准的文献24篇<sup>[2,14-36]</sup>,其中RCT研究11项,队列研究13项。



注:ICU为重症加强治疗病房,RCT为随机对照临床试验

图1 ICU机械通气患者早期目标导向康复锻炼安全标准的系统评价文献筛选流程

**2.2 纳入文献基本特征(表1):**本次系统评价共纳入文献24篇,研究对象全部为需机械通气的ICU患者,样本量11~2176例,共涉及患者4647例,其中RCT研究11项,涉及患者1031例,对照组509例、观察组522例;队列研究13项,涉及患者3616例。患者来源包括综合ICU、呼吸重症加强治疗病房(RICU)、冠心病重症加强治疗病房(CCU)、创伤和烧伤重症加强治疗病房(TBICU)、神经重症加强治疗病房(NICU)、外科重症加强治疗病房(SICU)。RCT研究的干预措施主要是早期活动方案与常规护理的比较;队列研究为早期活动,无对照组。早期活动方案主要包括床上主被动活动、坐立、床椅转移、站立、行走。活动过程中发生的不良事件主要包括跌倒、体位性低血压、心律失常和非计划性拔管等。

**2.3 纳入文献的方法学质量分析结果(表1):**采用Cochrane 5.1.0手册对11项RCT研究进行质量评价,等级均为B级;采用NOS量表对13项队列研究进行评价,10项研究为6分,3项研究为7分,文献质量中等。

**2.4 早期活动安全标准(表2):**在纳入系统评价的24篇文献中,ICU机械通气患者早期活动的安全标准可分为心血管系统、呼吸系统、神经系统、骨科系统和其他5个方面,其中心血管系统包括8个变量或参数,呼吸系统包括4个变量或参数,神经系统包括4个变量,骨科系统包括2个变量,其他因素包括2个变量。



表1 ICU机械通气患者早期目标导向康复锻炼安全标准的系统评价纳入研究基本特征及质量评价

纳入研究	研究类型	样本量(例)	研究对象特征	ICU类型	干预方案		早期活动方案	不良事件	质量等级
					观察组	对照组			
Collings等 <sup>[14]</sup>	RCT交叉研究	11	成人患者	综合ICU	坐于床边,再被动椅子转移	被动椅子转移,再坐于床边	坐于床边与被动椅子转移交叉进行	无	B级
Dong等 <sup>[15]</sup>	RCT	60	成人患者	综合ICU	早期康复	常规护理	主被动活动,坐于床边,转移,站立,行走	体位性低血压	B级
Hodgson等 <sup>[16]</sup>	RCT	50	成人患者	综合ICU	早期目标导向康复锻炼	常规护理	翻身,坐立,站立,行走	跌倒,心悸骤停,心律失常,非计划性拔管,去饱和	B级
Meyer等 <sup>[17]</sup>	RCT	200	成人患者	SICU	早期活动	常规护理	被动关节活动,坐立,站立,行走	无	B级
Schaller等 <sup>[18]</sup>	RCT	200	成人患者	SICU	早期活动	常规护理	被动活动,坐立,站立,行走	高血压(SBP≥200 mmHg),去饱和,导管移位	B级
Schweickert等 <sup>[19]</sup>	RCT	104	成人患者	综合ICU	活动和动员	常规护理	被动活动,辅助和积极活动,坐于床边,日常生活锻炼,转移,站立,行走	导管脱落,去饱和	B级
黄海燕等 <sup>[20]</sup>	RCT	100	成人患者	综合ICU	早期四级康复训练	常规护理	被动和主动关节活动,坐立,坐于床边,抬腿,床椅转移	ICU获得性衰弱,VAP,压疮,DVT	B级
蒋玉兰等 <sup>[21]</sup>	RCT	54	成人患者	综合ICU	早期阶段性康复护理	常规护理	气道与肺康复,被动活动,主动活动	无	B级
刘贞等 <sup>[22]</sup>	RCT	107	成人患者	RICU	早期活动	常规护理	被动和主动关节活动,协助下床坐轮椅,床旁站立	谵妄,死亡	B级
俞萍等 <sup>[23]</sup>	RCT	45	成人患者	综合ICU	早期活动和康复计划	常规护理	主动关节活动,主动翻身,日常生活锻炼,坐于床边,床椅转移,协助站立,协助原地踏步,协助行走	无	B级
柯卉等 <sup>[24]</sup>	RCT	100	成人患者	综合ICU	四级早期活动与康复锻炼	常规护理	主被动关节活动,坐立,坐于床边,坐床旁椅,协助离床站立,行走	无	B级
Bailey等 <sup>[25]</sup>	队列研究	103	成人患者	RICU	早期活动		坐于床边,下床,行走	跌倒,拔管,SBP>200 mmHg, DBP<90 mmHg,去饱和	NOS 6分
Balas等 <sup>[26]</sup>	队列研究	296	成人患者	综合ICU	集束化方案		早期活动/锻炼	非计划性拔管	NOS 6分
Clark等 <sup>[27]</sup>	队列研究	2176	成人患者	TBICU	早期活动		被动活动,坐于床边,主动锻炼,转移,行走	无	NOS 6分
Davis等 <sup>[28]</sup>	队列研究	230	年龄≥65岁	综合ICU, SICU	早期活动		床上活动,坐于床边,坐立,转移,行走	无	NOS 7分
Engel等 <sup>[29]</sup>	队列研究	294	成人患者	综合ICU	早期动员		床上活动,站立,椅子转移,步态训练	无	NOS 6分
Hopkins等 <sup>[30]</sup>	队列研究	72	成人患者	RICU	早期活动		被动和主动活动,坐于床边,转移,行走	无	NOS 7分
Lee等 <sup>[2]</sup>	队列研究	99	成人患者	综合ICU	早期活动		神经肌肉电刺激,被动和主动活动,床上活动,转移,站立,治疗性锻炼和行走	无	NOS 7分
Ronnebaum等 <sup>[31]</sup>	队列研究	28	成人患者	综合ICU	活动疗法		床上主被动活动,伸展,转移,步态训练	无	NOS 6分
Witcher等 <sup>[32]</sup>	队列研究	68	成人患者	NICU	早期活动		被动和主动活动,坐于床边,站立,行走	无	NOS 6分
Thomsen等 <sup>[33]</sup>	队列研究	104	成人患者	RICU	早期活动		坐于床边,椅子转移,功能活动,有助步器或无协助行走	无	NOS 6分
Bourdin等 <sup>[34]</sup>	队列研究	20	成人患者	综合ICU	早期活动		床上或下床活动,协助或独立转移,行走	无	NOS 6分
Perme等 <sup>[35]</sup>	队列研究	77	至少携带1个股骨导管	CCU	早期活动		被动和主动活动,坐于床边,转移,行走	无	NOS 6分
Pohlman等 <sup>[36]</sup>	队列研究	49	成人患者	综合ICU	物理治疗和运动治疗		被动活动,辅助和主动活动,坐于床边,平衡训练,站立,行走到位,行走	去饱和,呼吸异常,躁动,非计划性拔管	NOS 6分

注:ICU为重症加强治疗病房,RCT为随机对照临床试验,SICU为外科重症加强治疗病房,RICU为呼吸重症加强治疗病房,TBICU为创伤和烧伤重症加强治疗病房,NICU为神经重症加强治疗病房,CCU为冠心病重症加强治疗病房,SBP为收缩压,VAP为呼吸机相关性肺炎,DVT为深静脉血栓形成,DBP为舒张压;1 mmHg=0.133 kPa;对RCT研究采用Cochrane 5.1.0手册进行质量评价,对队列研究采用纽卡斯尔-渥太华文献质量评价量表(NOS)进行评价;队列研究无对照组

表2 ICU机械通气患者早期目标导向康复锻炼安全标准的系统评价纳入文献中早期活动安全标准涉及各系统的变量或参数分布

安全标准	文献数 (篇)	安全标准	文献数 (篇)
心血管系统		呼吸系统	
40次/min < HR < 130次/min	4	5次/min < RR < 40次/min	5
血流动力学稳定	5	FiO <sub>2</sub> ≤ 0.60 和 PEEP ≤ 10 cmH <sub>2</sub> O	4
无心肌梗死	3	FiO <sub>2</sub> < 0.60 或 PEEP < 10 cmH <sub>2</sub> O	3
无心律失常	4	SpO <sub>2</sub> > 0.88	5
无血管活性药物	4	神经系统	
90 mmHg < SBP < 200 mmHg	4	无神经肌肉疾病	7
65 mmHg ≤ MAP ≤ 110 mmHg	3	无颅内压升高	7
无心肺复苏史	5	无昏迷	4
骨科系统		理解并做出正确动作	4
无骨折	3	其他因素	
无不稳定性骨折	8	无腹部开放性伤口	4
		无姑息治疗	3

注:ICU为重症加强治疗病房,HR为心率,SBP为收缩压,MAP为平均动脉压,RR为呼吸频率,FiO<sub>2</sub>为吸入氧浓度,PEEP为呼气末正压,SpO<sub>2</sub>为脉搏血氧饱和度;1 mmHg=0.133 kPa,1 cmH<sub>2</sub>O=0.098 kPa

### 3 讨论

危重患者需长期制动,对肌肉骨骼、心血管和呼吸系统、皮肤及认知方面均造成不良后果,为预防和减少这种影响,只要患者满足物理治疗所需的血管和氧需求的临床稳定性,则应立即进行早期目标导向活动<sup>[11]</sup>。本研究通过对24篇文献进行系统评价,总结出ICU机械通气患者开始早期活动的最常用安全标准,针对各个系统的变量及其参数进行客观评价。

**3.1 心血管系统的变量或参数:**心血管系统是用于维持人体血压、心排血量(CO)以及足够和持续的脑血流量等血流动力学稳定的重要系统,同时也是ICU机械通气患者早期活动最常用的评估标准,共涉及8个变量或参数,包括40次/min < 心率(HR) < 130次/min、血流动力学稳定、无心肌梗死、无心律失常、无血管活性药物、90 mmHg < 收缩压(SBP) < 200 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)、65 mmHg ≤ 平均动脉压(MAP) ≤ 110 mmHg、无心肺复苏(CPR)史。HR和血压是评估心脏储备功能的重要指标,可判断重症患者能否耐受早期活动<sup>[7]</sup>。本次系统评价中有4项研究<sup>[15,19,28,36]</sup>使用HR 40~130次/min作为ICU机械通气患者早期活动的安全标准。Adler和Malone<sup>[37]</sup>的研究证实了该安全标准的可靠性;而Stiller<sup>[7]</sup>和Weissman等<sup>[38]</sup>的研究表明,危重患者

活动后HR比基线水平显著增加,因此Stiller<sup>[7]</sup>建议将运动HR(220-年龄)设定为小于最大HR的50%~60%,且该标准不能单独确定重症患者早期活动的安全性,应与其他安全标准联合使用。血压同样反映了个体对干预的耐受程度,稳定的血压比固定的血压值更重要,若血压急剧升高或下降20%以上或需要血管活性药物来维持稳定的血压,则代表血流动力学不稳定,不适合开始或继续进行早期活动<sup>[7]</sup>。本次系统评价中有5项研究<sup>[14,21,27,29,35]</sup>使用血流动力学稳定作为ICU机械通气患者早期活动的安全标准,与其他研究结果一致<sup>[9,11]</sup>。有4项研究<sup>[26,31,33-34]</sup>使用无血管活性药物作为ICU机械通气患者早期活动的安全标准,有专家共识建议,使用血管活性药物并不是重症患者早期活动的绝对禁忌证,但活动的适宜性受血管活性药物绝对剂量和剂量变化的影响<sup>[9]</sup>。一项研究表明,针对心律失常不频繁且不影响血流动力学稳定者,可不干预其活动能力<sup>[7]</sup>。Conceição等<sup>[11]</sup>报告的是一项识别ICU患者开始早期活动安全标准的研究结果,本次系统评价未纳入该研究中无股动脉导管和无血液透析这2个变量,且Perme等<sup>[35]</sup>研究表明,股动脉导管不再是ICU机械通气患者早期活动的限制因素。已有2项研究<sup>[7,39]</sup>表明,对持续血液滤过患者进行早期活动不会导致导管移位、出血、血肿。因此,心血管系统的安全标准及其变量或参数可作为启动ICU机械通气患者早期活动的标准,但HR和血压2个参数有待进一步验证。

**3.2 呼吸系统的变量或参数:**机械通气本身不是阻碍早期活动的因素,但通过高水平机械通气支持以维持足够的气体交换是必要的,表明呼吸储备存在潜在的主要局限性,并且应该极其谨慎地进行任何由于活动而对呼吸储备的额外挑战<sup>[7]</sup>。该系统涉及4个变量或参数,包括5次/min < 呼吸频率(RR) < 40次/min、吸入氧浓度(FiO<sub>2</sub>) ≤ 0.60和呼气末正压(PEEP) ≤ 10 cmH<sub>2</sub>O(1 cmH<sub>2</sub>O=0.098 kPa)、FiO<sub>2</sub> < 0.60或PEEP < 10 cmH<sub>2</sub>O、脉搏血氧饱和度(SpO<sub>2</sub>) > 0.88。本次系统评价中有5项研究<sup>[15-16,19,28,36]</sup>使用5次/min < RR < 40次/min作为ICU机械通气患者早期活动的安全标准,与Adler和Malone<sup>[37]</sup>研究结果一致。Stiller<sup>[7]</sup>研究表明,在评估重症患者早期活动适宜性时,应该同时考虑动脉血氧分压(PaO<sub>2</sub>)和FiO<sub>2</sub>,可更准确地反映氧合作用及呼吸储备,当氧

合指数( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ )超过 300 mmHg 时,会有足够的呼吸储备进行活动, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  为 200 ~ 300 mmHg 时则具有临界呼吸储备, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 200$  mmHg 时则几乎或完全没有呼吸储备。本次系统评价中有 4 项研究<sup>[14, 25, 28, 33]</sup>使用  $\text{FiO}_2 \leq 0.60$  和  $\text{PEEP} \leq 10$  cmH<sub>2</sub>O 作为 ICU 机械通气患者早期活动的安全标准,3 项研究<sup>[2, 26, 35]</sup>使用  $\text{FiO}_2 < 0.60$  或  $\text{PEEP} < 10$  cmH<sub>2</sub>O 作为 ICU 机械通气患者早期活动的安全标准。此外,本次系统评价中 5 项研究<sup>[15, 19, 28, 35-36]</sup>证实  $\text{SpO}_2 > 0.88$  时可开始早期活动,虽然不如  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  敏感,但可提供活动前及活动期间的氧合指标,是一项安全的监测参数。但 Conceição 等<sup>[11]</sup>研究中  $\text{SpO}_2$  有 2 个参数,分别为  $\text{SpO}_2 > 0.88$  和  $\text{SpO}_2 \geq 0.90$ ; 而其他研究<sup>[7, 40]</sup>表明,  $\text{SpO}_2 > 0.90$  或 0.04 的上下波动可提供活动的足够呼吸储备。因此,本次系统评价中呼吸系统的的目标标准及其变量或参数与其他研究结果一致,但参数也有待进一步验证。

**3.3 神经系统的变量:**危重患者的神经系统状况和肌肉力量均会影响其开始活动时间及锻炼模式,应在活动前尽快评估。对于意识水平异常增高的患者(如躁动、不安)应特别注意,因其会影响或阻碍早期活动;而对于意识水平异常降低者不一定排除活动,但可能需要更多的被动锻炼模式<sup>[7]</sup>。由于对意识水平缺乏客观的评估标准,导致主观上意识水平发生变化,可能与研究的目的和方法不同有关。本次系统评价中有 7 项研究<sup>[17, 20, 23-24, 29-30, 36]</sup>将无神经肌肉疾病作为 ICU 机械通气患者开始早期活动的安全标准,有 7 项研究<sup>[15, 17-20, 24, 36]</sup>将无颅内压升高作为 ICU 机械通气患者开始早期活动的安全标准,与其他研究结果一致<sup>[2, 9, 11]</sup>。

**3.4 骨科系统的变量及其他因素:**各种矫形治疗都会影响患者的早期活动,且研究表明早期康复理疗可改善危重患者肌肉质量和功能<sup>[7, 41]</sup>。本次系统评价中骨科系统有 2 个变量,有 3 项研究<sup>[20, 27, 32]</sup>使用无骨折作为 ICU 机械通气患者早期活动的安全标准,有 8 项研究<sup>[15, 17-18, 20, 22, 24, 27, 29]</sup>使用无不稳定性骨折作为 ICU 机械通气患者早期活动的安全标准。有研究表明,骨盆、脊柱骨折患者应暂不开始早期活动,需卧床休息;肢体骨折者应保护骨折部位,选择合适的锻炼模式<sup>[7]</sup>。本次系统评价中其他因素包括无腹部开放性伤口和无姑息治疗 2 个变量,与其他研究结果一致<sup>[11]</sup>。

**3.5 ICU 环境、人员的评估:**ICU 机械通气患者开

始早期活动前,应充分评估周边环境是否安全整洁,人员是否充足,包括导管及连线是否足够长、床的高度是否最佳、使用的设备及装置是否超出重量限制范围、是否有足够的经过培训的人员和突发情况时可调动人员等,从而保证 ICU 机械通气患者早期活动顺利进行,使潜在不良事件发生风险降到最低。但在临床实践中,若早期活动的好处超过预期的风险,即使患者处于心血管或呼吸系统储备的临界值,有时仍应进行早期活动<sup>[7]</sup>。

**3.6 纳入研究质量评价:**本次系统评价最终纳入文献的质量差异不大,纳入的研究包括 RCT 研究和队列研究,其中 RCT 研究质量均为 B 级,队列研究质量为 NOS 评分 6 ~ 7 分。20 篇英文质量均为中上等,4 篇中文文献均来自核心期刊,所有研究数据完整,安全标准描述详细。

**3.7 局限性:**① 部分 RCT 研究未报告随机或分配隐藏方法;② 仅纳入中英文文献,可能有发表偏倚,收集的安全标准、变量或参数可能不全;③ 纳入研究中早期活动具体方案存在一定异质性。今后应尽量根据 ICU 机械通气患者早期活动的安全标准进行大样本、多中心 RCT 研究,以便临床推广。

综上所述,本次系统评价确定了 ICU 机械通气患者早期目标导向康复锻炼的安全标准,涉及心血管系统、呼吸系统、神经系统、骨科系统和其他因素 5 个方面,其中以心血管和呼吸系统的变量或参数最多;目前不同文献报道各系统的安全标准及其变量或参数的一致性较高,但具体参数仍有待高质量研究进一步验证。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参考文献

- [1] Bienvenu OJ, Colantuoni E, Mendez-Tellez PA, et al. Depressive symptoms and impaired physical function after acute lung injury: a 2-year longitudinal study [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2012, 185 (5): 517-524. DOI: 10.1164/rccm.201103-0503OC.
- [2] Lee H, Ko YJ, Suh GY, et al. Safety profile and feasibility of early physical therapy and mobility for critically ill patients in the medical intensive care unit: beginning experiences in Korea [J]. *J Crit Care*, 2015, 30 (4): 673-677. DOI: 10.1016/j.jccr.2015.04.012.
- [3] AVERT Trial Collaboration Group. Efficacy and safety of very early mobilisation within 24 h of stroke onset (AVERT): a randomised controlled trial [J]. *Lancet*, 2015, 386 (9988): 46-55. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)60690-0.
- [4] Moss M, Nordon-Craft A, Malone D, et al. A randomized trial of an intensive physical therapy program for patients with acute respiratory failure [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2016, 193 (10): 1101-1110. DOI: 10.1164/rccm.201505-1039OC.
- [5] Morris PE, Berry MJ, Files DC, et al. Standardized rehabilitation and hospital length of stay among patients with acute respiratory failure: a randomized clinical trial [J]. *JAMA*, 2016, 315 (24): 2694-2702. DOI: 10.1001/jama.2016.7201.
- [6] Abrams D, Javidfar J, Farrand E, et al. Early mobilization of patients receiving extracorporeal membrane oxygenation: a retrospective cohort study [J]. *Crit Care*, 2014, 18 (1): R38. DOI: 10.1186/



- cc13746.
- [7] Stiller K. Safety issues that should be considered when mobilizing critically ill patients [J]. *Crit Care Clin*, 2007, 23 (1): 35–53. DOI: 10.1016/j.ccc.2006.11.005.
- [8] Needham DM, Korupolu R. Rehabilitation quality improvement in an intensive care unit setting: implementation of a quality improvement model [J]. *Top Stroke Rehabil*, 2010, 17 (4): 271–281. DOI: 10.1310/tsr1704–271.
- [9] Hodgson CL, Stiller K, Needham DM, et al. Expert consensus and recommendations on safety criteria for active mobilization of mechanically ventilated critically ill adults [J]. *Crit Care*, 2014, 18 (6): 658. DOI: 10.1186/s13054–014–0658–y.
- [10] Stiller K, Phillips A. Safety aspects of mobilizing acutely ill inpatients [J]. *Physioth Pract*, 2003, 19 (4): 239–257.
- [11] Conceição TMAD, Gonzales AI, Figueiredo FCXS, et al. Safety criteria to start early mobilization in intensive care units. Systematic review [J]. *Rev Bras Ter Intensiva*, 2017, 29 (4): 509–519. DOI: 10.5935/0103–507X.20170076.
- [12] 胡雁. 循证护理学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2012: 351.
- [13] Hu Y. Evidence-based nursing [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2012: 351.
- [14] Stang A. Critical evaluation of the Newcastle–Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses [J]. *Eur J Epidemiol*, 2010, 25 (9): 603–605. DOI: 10.1007/s10654–010–9491–z.
- [15] Collings N, Cusack R. A repeated measures, randomised cross-over trial, comparing the acute exercise response between passive and active sitting in critically ill patients [J]. *BMC Anesthesiol*, 2015, 15: 1. DOI: 10.1186/1471–2253–15–1.
- [16] Dong ZH, Yu BX, Sun YB, et al. Effects of early rehabilitation therapy on patients with mechanical ventilation [J]. *World J Emerg Med*, 2014, 5 (1): 48–52. DOI: 10.5847/wjem.j.1920–8642.2014.01.008.
- [17] Hodgson CL, Bailey M, Bellomo R, et al. A binational multicenter pilot feasibility randomized controlled trial of early goal-directed mobilization in the ICU [J]. *Crit Care Med*, 2016, 44 (6): 1145–1152. DOI: 10.1097/CCM.0000000000001643.
- [18] Meyer MJ, Stanislaus AB, Lee J, et al. Surgical intensive care unit optimal mobilisation score (SOMS) trial: a protocol for an international, multicentre, randomised controlled trial focused on goal-directed early mobilisation of surgical ICU patients [J]. *BMJ Open*, 2013, 3 (8): e003262. DOI: 10.1136/bmjopen–2013–003262.
- [19] Schaller SJ, Anstey M, Blobner M, et al. Early, goal-directed mobilisation in the surgical intensive care unit: a randomised controlled trial [J]. *Lancet*, 2016, 388 (10052): 1377–1388. DOI: 10.1016/S0140–6736(16)31637–3.
- [20] Schweickert WD, Kress JP. Implementing early mobilization interventions in mechanically ventilated patients in the ICU [J]. *Chest*, 2011, 140 (6): 1612–1617. DOI: 10.1378/chest.10–2829.
- [21] 黄海燕, 王小芳, 罗健, 等. ICU机械通气患者早期四级康复训练效果 [J]. *护理学杂志*, 2016, 31 (15): 1–5. DOI: 10.3870/j.issn.1001–4152.2016.15.001.
- [22] Huang HY, Wang XF, Luo J, et al. Effect of early level 4 rehabilitation training for patients with mechanical ventilation in ICU [J]. *J Nurs Sci*, 2016, 31 (15): 1–5. DOI: 10.3870/j.issn.1001–4152.2016.15.001.
- [23] 蒋玉兰, 禹斌, 代友华, 等. ICU机械通气患者早期阶段性康复护理程序的实施 [J]. *护理学杂志*, 2017, 32 (21): 97–98, 102. DOI: 10.3870/j.issn.1001–4152.2017.21.097.
- [24] Jiang YL, Yu B, Dai YH, et al. Implementation of nursing procedure in early rehabilitation stage for ICU mechanical ventilated patients [J]. *J Nurs Sci*, 2017, 32 (21): 97–98, 102. DOI: 10.3870/j.issn.1001–4152.2017.21.097.
- [25] 刘贞, 孟素秋, 杨圣强, 等. 早期活动对慢性阻塞性肺疾病急性加重机械通气患者谵妄及呼吸力学影响的前瞻性研究 [J]. *中国呼吸与危重监护杂志*, 2016, 15 (4): 324–328. DOI: 10.7507/1671–6205.2016077.
- [26] Liu Z, Meng SQ, Yang SQ, et al. Influence of early mobilization on delirium and respiratory dynamics in mechanically ventilated patients with acute exacerbation of COPD: a prospective study [J]. *Chin J Respir Crit Care Med*, 2016, 15 (4): 324–328. DOI: 10.7507/1671–6205.2016077.
- [27] 俞萍, 任国琴, 陆小敏, 等. 早期活动与康复计划在 ICU机械通气患者中的应用 [J]. *护士进修杂志*, 2016, 31 (2): 161.
- [28] Yu P, Ren GQ, Lu XM, et al. Application of early activity and rehabilitation plan in ICU mechanical ventilation patients [J]. *J Nurs Training*, 2016, 31 (2): 161.
- [29] 柯卉, 黄海燕. 四级早期活动与康复锻炼疗法预防病人 ICU 获得性衰弱的效果观察 [J]. *护理研究*, 2016, 30 (18): 2202–2205. DOI: 10.3969/j.issn.1009–6493.2016.18.009.
- [30] Ke H, Huang HY. Effect observation on four stage early activity and rehabilitation exercise therapy for prevention of patients with ICU acquired weakness [J]. *Chin Nurs Res*, 2016, 30 (18): 2202–2205. DOI: 10.3969/j.issn.1009–6493.2016.18.009.
- [31] Bailey P, Thomsen GE, Spuhler VJ, et al. Early activity is feasible and safe in respiratory failure patients [J]. *Crit Care Med*, 2007, 35 (1): 139–145. DOI: 10.1097/01.CCM.0000251130.69568.87.
- [32] Balas MC, Vasilevskis EE, Olsen KM, et al. Effectiveness and safety of the awakening and breathing coordination, delirium monitoring/management, and early exercise/mobility bundle [J]. *Crit Care Med*, 2014, 42 (5): 1024–1036. DOI: 10.1097/CCM.000000000000129.
- [33] Clark DE, Lowman JD, Griffin RL, et al. Effectiveness of an early mobilization protocol in a trauma and burns intensive care unit: a retrospective cohort study [J]. *Phys Ther*, 2013, 93 (2): 186–196. DOI: 10.2522/ptj.20110417.
- [34] Davis J, Crawford K, Wierman H, et al. Mobilization of ventilated older adults [J]. *J Geriatr Phys Ther*, 2013, 36 (4): 162–168. DOI: 10.1519/JPT.0b013e31828836e7.
- [35] Engel HJ, Tatebe S, Alonzo PB, et al. Physical therapist-established intensive care unit early mobilization program: quality improvement project for critical care at the university of California San Francisco medical center [J]. *Phys Ther*, 2013, 93 (7): 975–985. DOI: 10.2522/ptj.20110420.
- [36] Hopkins RO, Miller RR, Rodriguez L, et al. Physical therapy on the wards after early physical activity and mobility in the intensive care unit [J]. *Phys Ther*, 2012, 92 (12): 1518–1523. DOI: 10.2522/ptj.20110446.
- [37] Ronnebaum SM, Julie A, Joseph P, et al. Earlier mobilization decreases the length of stay in the intensive care unit [J]. *J Acute Care Physic Ther*, 2012, 3 (2): 204–210.
- [38] Witcher R, Stoerger L, Dzierba AL. Effect of early mobilization on sedation practices in the neurosciences intensive care unit: a preimplementation and postimplementation evaluation [J]. *J Crit Care*, 2015, 30 (2): 344–347. DOI: 10.1016/j.jccr.2014.12.003.
- [39] Thomsen GE, Snow GL, Rodriguez L, et al. Patients with respiratory failure increase ambulation after transfer to an intensive care unit where early activity is a priority [J]. *Crit Care Med*, 2008, 36 (4): 1119–1124. DOI: 10.1097/CCM.0b013e318168f986.
- [40] Bourdin G, Barbier J, Burle JF, et al. The feasibility of early physical activity in intensive care unit patients: a prospective observational one-center study [J]. *Respir Care*, 2010, 55 (4): 400–407.
- [41] Perme C, Nalty T, Winkelman C, et al. Safety and efficacy of mobility interventions in patients with femoral catheters in the ICU: a prospective observational study [J]. *Cardiopulm Phys Ther J*, 2013, 24 (2): 12–17.
- [42] Pohlman MC, Schweickert WD, Pohlman AS, et al. Feasibility of physical and occupational therapy beginning from initiation of mechanical ventilation [J]. *Crit Care Med*, 2010, 38 (11): 2089–2094. DOI: 10.1097/CCM.0b013e31811270c3.
- [43] Adler J, Malone D. Early mobilization in the intensive care unit: a systematic review [J]. *Curr Anesthesiol Rep*, 2013, 3 (2): 73–78.
- [44] Weissman C, Kemper M, Damask MC, et al. Effect of routine intensive care interactions on metabolic rate [J]. *Chest*, 1984, 86 (6): 815–818. DOI: 10.1378/chest.86.6.815.
- [45] Wang YT, Haines TP, Ritchie P, et al. Early mobilization on continuous renal replacement therapy is safe and may improve filter life [J]. *Crit Care*, 2014, 18 (4): R161. DOI: 10.1186/cc14001.
- [46] Gosselink R, Bott J, Johnson M, et al. Physiotherapy for adult patients with critical illness: recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on Physiotherapy for Critically Ill Patients [J]. *Intensive Care Med*, 2008, 34 (7): 1188–1199. DOI: 10.1007/s00134–008–1026–7.
- [47] 朱春艳, 刘宝, 杨田军, 等. 早期康复理疗对危重症患者肌肉质量和功能的影响 [J]. *中华危重病急救医学*, 2018, 30 (6): 569–572. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095–4352.2018.06.013.
- [48] Zhu CY, Liu B, Yang TJ, et al. Effect of early rehabilitation physiotherapy on muscle quality and function in critically ill patients [J]. *Chin Crit Care Med*, 2018, 30 (6): 569–572. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095–4352.2018.06.013.