

# 渐进性早期床上运动对ICU机械通气患者下肢血流速的影响

吴华炼 陈森 李晓娟 杨静 陈瑶 肖璇 权明桃

563000 贵州遵义,遵义医学院附属医院重症医学科

通讯作者:权明桃,Email:865768818@qq.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.10.010

**【摘要】** **目的** 探讨渐进性早期床上运动对重症医学科(ICU)机械通气患者下肢血流动力学的影响。**方法** 选择2016年2月22日至11月30日入住遵义医学院附属医院综合ICU机械通气 $\geq 72$  h的成人患者,并按随机数字表法分为试验组和对照组。两组患者均给予抗感染、镇痛镇静、机械通气、营养支持等治疗,并保持四肢功能位,床头抬高等常规活动;试验组在此基础上根据神经、循环及呼吸情况给予I~III级逐渐增强的早期床上运动治疗,如脚踏车被动/主动运动、直腿抬高运动等,用靶心率评估运动强度,每次15~30 min,每日2次;对照组给予间歇性气压治疗(IPC),每次30 min,每日2次。于第3天干预前及干预结束后即刻、5、10、15 min测定下肢平均血流速和血流量,于第3天干预前5 min、干预5 min时及干预结束后5、10、15、30 min测量心率、血压。**结果** 入选214例患者,剔除干预期间死亡、放弃治疗等患者后,最终有160例纳入数据分析,其中试验组81例,对照组79例。两组患者下肢平均血流速、血流量均增大,而试验组较对照组平均血流速和血流量增大更明显且维持时间更长[第3天干预前及干预后即刻、5、10、15 min,试验组平均血流速(mm/s)分别为 $11.92 \pm 1.06$ 、 $18.19 \pm 0.17$ 、 $17.24 \pm 0.14$ 、 $15.48 \pm 0.12$ 、 $12.68 \pm 0.16$ ,对照组分别为 $12.01 \pm 1.41$ 、 $15.65 \pm 0.18$ 、 $12.91 \pm 0.14$ 、 $12.13 \pm 0.12$ 、 $11.59 \pm 0.16$ ,时间效应 $F=1043.101$ 、 $P=0.000$ ,干预效应 $F=151.001$ 、 $P=0.000$ ,干预与时间的交互效应 $F=224.830$ 、 $P=0.001$ ;试验组血流量(mL/min)分别为 $3.39 \pm 0.96$ 、 $5.59 \pm 0.11$ 、 $5.16 \pm 0.12$ 、 $4.19 \pm 0.10$ 、 $3.35 \pm 0.09$ ,对照组分别为 $3.28 \pm 0.82$ 、 $4.04 \pm 0.11$ 、 $3.40 \pm 0.12$ 、 $3.02 \pm 0.10$ 、 $3.00 \pm 0.10$ ,时间效应 $F=680.405$ 、 $P=0.000$ ,干预效应 $F=125.359$ 、 $P=0.000$ ,干预与时间的交互效应 $F=79.631$ 、 $P=0.012$ ]。两组患者在干预过程中心率、血压均呈先升高后降低再缓慢恢复至干预前的变化趋势,但试验组指标波动较大[第3天干预前5 min、干预5 min时及干预后5、10、15、30 min,试验组心率(次/min)分别为 $97.64 \pm 1.50$ 、 $113.91 \pm 1.36$ 、 $105.96 \pm 1.34$ 、 $98.52 \pm 1.48$ 、 $97.84 \pm 1.46$ 、 $97.54 \pm 1.48$ ,对照组分别为 $97.03 \pm 1.57$ 、 $105.39 \pm 1.38$ 、 $96.76 \pm 1.35$ 、 $96.54 \pm 1.50$ 、 $97.22 \pm 1.48$ 、 $96.53 \pm 1.49$ ,时间效应 $F=235.030$ 、 $P=0.000$ ,干预效应 $F=39.473$ 、 $P=0.000$ ,干预与时间的交互效应 $F=3.494$ 、 $P=0.063$ ;试验组收缩压(mmHg, 1 mmHg=0.133 kPa)分别为 $118.57 \pm 1.06$ 、 $133.05 \pm 1.01$ 、 $120.44 \pm 1.10$ 、 $117.78 \pm 1.07$ 、 $117.65 \pm 1.01$ 、 $118.14 \pm 1.00$ ,对照组分别为 $118.10 \pm 1.08$ 、 $126.68 \pm 1.02$ 、 $118.23 \pm 1.11$ 、 $117.48 \pm 1.08$ 、 $118.04 \pm 1.03$ 、 $118.90 \pm 1.10$ ,时间效应 $F=336.604$ 、 $P=0.000$ ,干预效应 $F=26.350$ 、 $P=0.000$ ,干预与时间的交互效应 $F=0.948$ 、 $P=0.332$ ;试验组舒张压(mmHg)分别为 $68.07 \pm 0.72$ 、 $72.79 \pm 0.73$ 、 $70.68 \pm 0.74$ 、 $69.30 \pm 0.72$ 、 $68.73 \pm 0.74$ 、 $67.80 \pm 0.73$ ,对照组分别为 $68.51 \pm 0.73$ 、 $72.03 \pm 0.74$ 、 $70.05 \pm 0.75$ 、 $69.10 \pm 0.73$ 、 $68.41 \pm 0.75$ 、 $67.85 \pm 0.74$ ,时间效应 $F=286.390$ 、 $P=0.000$ ,干预效应 $F=4.812$ 、 $P=0.000$ ,干预与时间的交互效应 $F=0.055$ 、 $P=0.815$ ]。**结论** 渐进性早期床上运动对ICU机械通气患者下肢平均血流速、血流量的作用效果优于IPC,虽然心率、血压的波动较大,但未对患者造成伤害。

**【关键词】** 渐进性早期床上运动; 机械通气; 平均血流速; 血流量

**基金项目:** 国家临床重点专科建设项目(2013-544);贵州省遵义市红花岗区科技计划项目(2014-15)

**Effect of progressive early bed exercise on blood flow in lower limb of patients on mechanical ventilation in intensive care unit** Wu Hualian, Chen Miao, Li Xiaojuan, Yang Jing, Chen Yao, Xiao Xuan, Quan Mingtao

Department of Intensive Care Unit, the Affiliated Hospital of Zunyi Medical University, Zunyi 563000, Guizhou, China

Corresponding author: Quan Mingtao, Email: 865768818@qq.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the effect of progressive early bed physical activity on blood flow in lower limb of patients on mechanical ventilation in intensive care unit (ICU). **Methods** Adult patients with mechanical ventilation  $\geq 72$  hours admitted to ICU of the Affiliated Hospital of Zunyi Medical University from February 22nd to November 30th, 2016 were enrolled. The patients were randomly divided into experimental group and control group by random number table method. Patients in the two groups were given the same basic treatment, including antibiotics, analgesia and sedation, mechanical ventilation, nutritional support, and routine ICU activities such as maintaining functional position of limbs and raising of bed head. On the basis of those, the experimental group was given early bed physical activity with gradual enhancement of grades I - III according to the nerve, circulation and respiration situations, such as passive/active exercise of the bicycle, straight leg lifting exercise, etc. The exercise intensity was evaluated with

target heart rate, and the exercise was performed for 15–30 minutes at a time, twice a day. The control group was given intermittent pneumatic compression (IPC), 30 minutes in each time, twice a day. Mean blood flow and blood volume were measured before and immediately, 5, 10 and 15 minutes after intervention on the 3rd day. Heart rate and blood pressure were measured at 5 minutes before intervention, during 5 minutes, and 5, 10, 15, 30 minutes after intervention on the 3rd day. **Results** 214 adult patients were selected, after excluding the patients who died during the intervention or gave up treatment, 160 patients were included in the data analysis, with 81 in the experimental group and 79 in the control group. The mean blood flow velocity and blood volume were increased in both groups, and the mean blood flow velocity and blood flow volume in the experimental group were significantly increased and lasted longer than those in the control group [mean blood flow velocity (mm/s) of the experimental group were  $11.92 \pm 1.06$ ,  $18.19 \pm 0.17$ ,  $17.24 \pm 0.14$ ,  $15.48 \pm 0.12$ ,  $12.68 \pm 0.16$ , and that of the control group were  $12.01 \pm 1.41$ ,  $15.65 \pm 0.18$ ,  $12.91 \pm 0.14$ ,  $12.13 \pm 0.12$ ,  $11.59 \pm 0.16$ , respectively, the time effect was  $F = 1043.101$ ,  $P = 0.000$ , the intervention effect was  $F = 151.001$ ,  $P = 0.000$ , and the interaction effect between intervention and time was  $F = 224.830$ ,  $P = 0.001$ ; the blood volume (mL/min) of the experimental group were  $3.39 \pm 0.96$ ,  $5.59 \pm 0.11$ ,  $5.16 \pm 0.12$ ,  $4.19 \pm 0.10$ ,  $3.35 \pm 0.09$ , and that of the control group were  $3.28 \pm 0.82$ ,  $4.04 \pm 0.11$ ,  $3.40 \pm 0.12$ ,  $3.02 \pm 0.10$ ,  $3.00 \pm 0.10$ , respectively, the time effect was  $F = 680.405$ ,  $P = 0.000$ , the intervention effect was  $F = 125.359$ ,  $P = 0.000$ , and the interaction effect between intervention and time was  $F = 79.631$ ,  $P = 0.012$ ]. The heart rate and blood pressure of the two groups of patients in the course of intervention were increased first, then decreased and then slowly recovered to the change trend before intervention, but the index of the experimental group fluctuated greatly [heart rate (bpm) of the experimental group were  $97.64 \pm 1.50$ ,  $113.91 \pm 1.36$ ,  $105.96 \pm 1.34$ ,  $98.52 \pm 1.48$ ,  $97.84 \pm 1.46$ ,  $97.54 \pm 1.48$ , and that of the control group were  $97.03 \pm 1.57$ ,  $105.39 \pm 1.38$ ,  $96.76 \pm 1.35$ ,  $96.54 \pm 1.50$ ,  $97.22 \pm 1.48$ ,  $96.53 \pm 1.49$ , respectively, the time effect was  $F = 235.030$ ,  $P = 0.000$ , the intervention effect was  $F = 39.473$ ,  $P = 0.000$ , and the interaction effect between intervention and time was  $F = 3.494$ ,  $P = 0.063$ ; the systolic blood pressure (mmHg, 1 mmHg = 0.133 kPa) of the experimental group were  $118.57 \pm 1.06$ ,  $133.05 \pm 1.01$ ,  $120.44 \pm 1.10$ ,  $117.78 \pm 1.07$ ,  $117.65 \pm 1.01$ ,  $118.14 \pm 1.00$ , and that of the control group were  $118.10 \pm 1.08$ ,  $126.68 \pm 1.02$ ,  $118.23 \pm 1.11$ ,  $117.48 \pm 1.08$ ,  $118.04 \pm 1.03$ ,  $118.90 \pm 1.10$ , respectively, the time effect was  $F = 336.604$ ,  $P = 0.000$ , the intervention effect was  $F = 26.350$ ,  $P = 0.000$ , and the interaction effect between intervention and time was  $F = 0.948$ ,  $P = 0.332$ ; the diastolic blood pressure (mmHg) of the experimental group were  $68.07 \pm 0.72$ ,  $72.79 \pm 0.73$ ,  $70.68 \pm 0.74$ ,  $69.30 \pm 0.72$ ,  $68.73 \pm 0.74$ ,  $67.80 \pm 0.73$ , and that of the control group were  $68.51 \pm 0.73$ ,  $72.03 \pm 0.74$ ,  $70.05 \pm 0.75$ ,  $69.10 \pm 0.73$ ,  $68.41 \pm 0.75$ ,  $67.85 \pm 0.74$ , respectively, the time effect was  $F = 286.390$ ,  $P = 0.000$ , the intervention effect was  $F = 4.812$ ,  $P = 0.000$ , and the interactive effect between intervention and time was  $F = 0.055$ ,  $P = 0.815$ ]. **Conclusions** The effects of progressive early bed physical activity on the mean blood flow velocity and blood volume of lower limbs in ICU patients with mechanical ventilation are better than those of IPC. Although the fluctuation of heart rate and blood pressure is large, it does not cause any harm to the patients.

**【Key words】** Progressive early bed exercise; Mechanical ventilation; Mean blood flow velocity; Blood volume

**Fund program:** National Clinical Key Specialty Construction Projects of China (2013–544); Zunyi City Honghuagang District Science and Technology Project of Guizhou Province (2014–15)

重症医学科(ICU)患者可因机械通气、镇痛镇静、约束制动等影响下肢血液回流,血流速减慢会使沉积的血小板、不溶性纤维蛋白、积聚的白细胞和陷入的红细胞聚集形成下肢深静脉血栓<sup>[1-2]</sup>。另外,长期血液淤滞可导致静脉瓣功能降低,下肢血液回流受阻形成静脉曲张<sup>[3]</sup>。间歇性气压治疗(IPC)是目前改善长期卧床危重患者下肢血流速的常用方法,但研究报道,使用IPC后59%以上的患者会出现不同程度的皮肤损伤,3%的患者会出现皮肤压力性溃疡和缺血坏死,部分患者还会加重心力衰竭(心衰)和水肿,末梢微循环障碍,肢端冰冷<sup>[4-6]</sup>。而早期下床运动可以预防静止性相关并发症,延缓机械通气患者的膈肌萎缩和收缩功能障碍,改善患者预后<sup>[7-8]</sup>。但ICU患者早期由于病情危重、特殊治疗、管道的限制,无法实施早期下床活动。因此,本研究旨在探讨渐进性早期床上运动与IPC对ICU机械通气患者下肢血流动力学的作用效果,为临床

提供参考。

## 1 资料与方法

**1.1 研究对象:**选择2016年2月22日至11月30日入住遵义医学院附属医院综合ICU的机械通气患者。

**1.1.1 纳入标准:**年龄 $\geq 18$ 岁;机械通气 $\geq 72$ h;无动静脉血栓;自愿参与本研究并签署知情同意书。

**1.1.2 排除标准:**已确诊静脉血栓栓塞症(VTE);合并传染病、活动性出血、多发骨折、动脉瘤、神经肌肉疾病、不稳定型冠状动脉粥样硬化性心脏病、充血性心衰、严重高血压、心肌梗死、重度肺动脉高压、影响运动的骨骼肌肉疾病、严重肝肾功能不全;既往有运动后晕厥史;药物抗凝治疗者;正在参与其他试验者。

**1.1.3 剔除标准:**病情变化不符合纳入研究标准者;不能按研究方案进行干预者;研究过程中死亡或放弃治疗者。

**1.2 伦理学:** 本研究为随机对照试验,符合医学伦理学标准,获得本院伦理委员会批准(审批号:2016-16),并严格执行告知义务,患者或家属均签署知情同意书。

**1.3 分组及治疗:** 按随机数字表法将患者分为试验组和对照组。所有患者均给予抗感染、机械通气、镇痛镇静、营养支持等治疗,同时保持下肢功能位、床头抬高等常规早期干预活动。在此基础上,对照组给予IPC治疗,试验组给予渐进性早期床上运动。

**1.3.1 对照组:** 将气囊套在患者大腿及小腿部位,松紧以能插入一指为宜,根据患者病情,调节压力大小,每次30 min,每日2次。

**1.3.2 试验组:** 24内经多学科专家团队对患者神经、循环及呼吸系统进行评估后,实施I~III级逐渐增强的早期床上运动治疗。

**1.3.2.1 渐进性早期床上运动方案的构建:** 本研究以实践为基础,干预前全面查阅文献,系统评价国内外关于机械通气患者早期运动的相关文献。由于目前ICU患者早期运动没有明确的标准和指南推荐方案,因此确定渐进性早期床上运动的方法、顺序、频率、时间、强度、适应证、禁忌证、暂停标准等依靠权威杂志相关方案,再结合ICU实际情况,初步制定ICU机械通气患者渐进性早期床上运动方案,并预试验1个月,结合预试验结果进行修改并最终确定本研究方案。

**1.3.2.2 渐进性早期床上运动方案的实施:** 试验前构建由多学科专家组成的干预团队,并明确团队成

员具体分工。多学科专家团队主要由康复医生和护士、超声科医师、ICU医生和护士组成。患者入科24 h内由多学科团队评估患者神经、循环及呼吸系统,并实施I级早期被动活动,每日动态评估患者病情,逐渐过渡到II~III级活动。

患者体位无禁忌情况下取半卧位(床头抬高30°~45°),用靶心率(THR)进行渐进性早期床上运动强度的评估并给予相应的干预,各级渐进性早期床上运动标准、运动内容、运动强度、运动频率、运动时间见表1。

**1.3.2.3 渐进性早期床上运动方案暂停标准:** ① 心率>THR、或心率<50次/min持续3 min以上,新发心律失常、怀疑心肌缺血者;② 脉搏血氧饱和度(SpO<sub>2</sub>)<0.90持续3 min以上;③ 收缩压>180 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)、平均动脉压(MAP)<65 mmHg或>110 mmHg持续3 min以上,血管升压药剂量或种类增加;④ 呼吸频率>40次/min、或<10次/min持续3 min以上;⑤ 其他情况:患者明显烦躁,不能耐受,拒绝运动。

**1.3.2.4 渐进性早期床上运动终止时间:** 患者能下床移动或转出ICU。

**1.4 检测指标及方法:** 根据研究目的自行设计资料收集表,统一时间段收集数据。

**1.4.1 平均血流速和血流量:** 于第3天干预前及干预结束后即刻、5、10、15 min,采用迈瑞公司生产的M9cv多普勒超声仪(5~13 MHz直线探头)测定血流速,测量位置为股深静脉与股浅静脉交汇处上

表1 重症医学科(ICU)机械通气患者渐进性早期床上运动干预实施计划表

级别	标准	内容	强度	频率、时间
I级运动	① 神经系统: RASS 0~2分或GCS<12分; ② 循环系统: ECG无异常; NE使用剂量≥0.50 μg·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> , 65 mmHg<MAP<110 mmHg, 90 mmHg<收缩压<160 mmHg; ③ 呼吸系统: PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> >400 mmHg, SaO <sub>2</sub> ≥0.92	握拳运动; 举臂运动; 踝泵运动; 脚踏车被动运动	THR=(170-年龄-静态心率)×60%+静态心率	每个运动4节拍, 循环2次, 每次15 min, 每日2次
II级运动	① 神经系统: RASS 0~2分或GCS>12分; ② 循环系统: ECG无异常; NE使用剂量0.27~0.44 μg·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> , 65 mmHg<MAP<110 mmHg, 90 mmHg<收缩压<150 mmHg; ③ 呼吸系统: PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> >450 mmHg, SaO <sub>2</sub> >0.95	握拳运动; 举臂运动; 踝泵运动; 脚踏车被动运动; 直腿抬高运动	THR=(170-年龄-静态心率)×65%+静态心率	每个运动6节拍, 循环2次, 每次20 min, 每日2次
III级运动	① 神经系统: RASS 0分或GCS 15分; ② 循环系统: ECG无异常; NE使用剂量0.11~0.27 μg·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> , 65 mmHg<MAP<110 mmHg, 90 mmHg<收缩压<140 mmHg; ③ 呼吸系统: PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> 400~500 mmHg, SaO <sub>2</sub> ≥0.95	握拳运动; 滑轮吊环运动; 扩胸运动; 踝泵运动; 脚踏车主动运动; 直腿抬高运动	THR=(170-年龄-静态心率)×70%+静态心率	每个运动8节拍, 循环2次, 每次30 min, 每日2次

注: RASS为Richmond躁动-镇静评分, GCS为格拉斯哥昏迷评分, ECG为心电图, NE为去甲肾上腺素, MAP为平均动脉压, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>为氧合指数, SaO<sub>2</sub>为动脉血氧饱和度, THR为靶心率; 1 mmHg=0.133 kPa



3 cm,调整多普勒声束,使之与血流夹角保持约 52°,取 3 次最大血流速平均值,并计算血流量。

**1.4.2 心率、血压:**于第 3 天干预前 5 min、干预 5 min 时及干预结束后 5、10、15、30 min 测定。

**1.5 统计学方法:**使用 SPSS 18.0 软件进行统计分析。计数资料以构成比表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。正态分布的计量资料以均数  $\pm$  标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用独立样本  $t$  检验。干预过程中心率、血压变化采用重复测量方差分析,若 Mauchly 球型检验结果不满足协方差矩阵球对称,采用 Greenhouse-Geisser 校正后的结果进行分析。检验显著性水准均取  $\alpha = 0.05, P < 0.05$  为差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 患者一般资料(表 2):**入选 214 例患者,两组分别 107 例,由于干预期间死亡、放弃治疗等原因,共剔除 54 例,最终 160 例患者纳入数据分析,

其中对照组 79 例,试验组 81 例。两组患者性别、年龄、入 ICU 诊断、急性生理学与慢性健康状况评分 II (APACHE II)、静脉血管直径、平均血流速、血流量等基线资料比较差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ )。

**2.2 两组平均血流速、血流量变化比较(表 3):**两组患者下肢平均血流速和血流量均增大,且试验组较对照组改善更明显、维持时间更长,其时间效应、干预效应以及干预与时间的交互效应差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。

**2.3 两组心率、血压变化比较(表 4):**两组患者心率、血压在干预过程中均呈先升高后降低再缓慢恢复至干预前的变化趋势,试验组心率、血压的波动较大,其时间效应、干预效应差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ),但干预与时间的交互效应差异无统计学意义(均  $P > 0.05$ )。

表 2 不同治疗方法两组重症医学科(ICU)机械通气患者基线资料比较

指标	试验组 (n=81)	对照组 (n=79)	$\chi^2/t$ 值	P 值	指标	试验组 (n=81)	对照组 (n=79)	$\chi^2/t$ 值	P 值
性别[例(%)] 男性	53(65.4)	47(59.5)	-0.773	0.439	感染性休克	7( 8.6)	7( 8.9)		
女性	28(34.6)	32(40.5)			心肺复苏术后	1( 1.2)	1( 1.3)		
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )	53.62 $\pm$ 18.95	55.80 $\pm$ 17.25	-0.760	0.200	急性腹膜炎 + 剖腹探查术后	11(13.6)	9(11.4)		
APACHE II (分, $\bar{x} \pm s$ )	21.43 $\pm$ 2.18	21.90 $\pm$ 2.43	-1.278	0.270	重度子痫	3( 3.7)	4( 5.1)		
入 ICU 诊断[例(%)]			-0.972	0.331	肾功能衰竭	2( 2.5)	3( 3.8)		
颅脑外伤	4( 4.9)	5( 6.3)			急性药物中毒	1( 1.2)	1( 1.3)		
脑出血	2( 2.5)	1( 1.3)			糖尿病酮症酸中毒	1( 1.2)	2( 2.5)		
脑梗死	2( 2.5)	3( 3.8)			颈部脓肿术后	1( 1.2)	2( 2.5)		
颅内感染	1( 1.2)	3( 3.8)			梗阻性黄疸	3( 3.7)	1( 1.3)		
重症肺炎并急性呼吸衰竭	15(18.5)	13(16.5)			静脉血管直径(mm, $\bar{x} \pm s$ )	0.59 $\pm$ 0.05	0.59 $\pm$ 0.05	-0.110	0.949
多发伤	1( 1.2)	1( 1.3)			左侧平均血流速(mm/s, $\bar{x} \pm s$ )	11.92 $\pm$ 1.06	12.01 $\pm$ 1.41	-0.511	0.086
癌症术后	2( 2.5)	3( 3.8)			右侧平均血流速(mm/s, $\bar{x} \pm s$ )	11.97 $\pm$ 1.12	12.09 $\pm$ 1.44	-0.603	0.256
重症急性胰腺炎	5( 6.2)	3( 3.8)			左侧血流量(mL/min, $\bar{x} \pm s$ )	3.39 $\pm$ 0.96	3.28 $\pm$ 0.82	0.728	0.315
肝硬化	1( 1.2)	0( 0 )			右侧血流量(mL/min, $\bar{x} \pm s$ )	3.38 $\pm$ 0.88	3.33 $\pm$ 0.83	0.391	0.816
AECOPD	3( 3.7)	9(11.4)							
ARDS	5( 6.2)	3( 3.8)							
失血性休克	3( 3.7)	5( 6.3)							
MODS	7( 8.6)	3( 3.8)							

注:试验组为渐进性早期床上运动,对照组为间歇性气压治疗(IPC);APACHE II 为急性生理学与慢性健康状况评分 II, AECOPD 为慢性阻塞性肺疾病急性加重期,ARDS 为急性呼吸窘迫综合征,MODS 为多器官功能障碍综合征

表 3 干预和时间因素对重症医学科(ICU)机械通气患者下肢平均血流速、血流量的影响( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数 (例)	平均血流速(mm/s)					时间效应		干预效应		交互效应	
		干预前	干预后即刻	干预后 5 min	干预后 10 min	干预后 15 min	F 值	P 值	F 值	P 值	F 值	P 值
试验组	81	11.92 $\pm$ 1.06	18.19 $\pm$ 0.17	17.24 $\pm$ 0.14	15.48 $\pm$ 0.12	12.68 $\pm$ 0.16	1043.101	0.000	151.001	0.000	224.830	0.001
对照组	79	12.01 $\pm$ 1.41	15.65 $\pm$ 0.18	12.91 $\pm$ 0.14	12.13 $\pm$ 0.12	11.59 $\pm$ 0.16						
组别	例数 (例)	血流量(mL/min)					时间效应		干预效应		交互效应	
		干预前	干预后即刻	干预后 5 min	干预后 10 min	干预后 15 min	F 值	P 值	F 值	P 值	F 值	P 值
试验组	81	3.39 $\pm$ 0.96	5.59 $\pm$ 0.11	5.16 $\pm$ 0.12	4.19 $\pm$ 0.10	3.35 $\pm$ 0.09	680.405	0.000	125.359	0.000	79.631	0.012
对照组	79	3.28 $\pm$ 0.86	4.04 $\pm$ 0.11	3.40 $\pm$ 0.12	3.02 $\pm$ 0.10	3.00 $\pm$ 0.10						

注:试验组为渐进性早期床上运动,对照组为间歇性气压治疗(IPC)

表4 干预和时间因素对重症医学科(ICU)机械通气患者生命体征的影响( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	心率(次/min)						时间效应		干预效应		交互效应	
		干预前5 min	干预5 min时	干预后5 min	干预后10 min	干预后15 min	干预后30 min	F值	P值	F值	P值	F值	P值
试验组	81	97.64 ± 1.50	113.91 ± 1.36	105.96 ± 1.34	98.52 ± 1.48	97.84 ± 1.46	97.54 ± 1.48	235.030	0.000	39.473	0.000	3.494	0.063
对照组	79	97.03 ± 1.57	105.39 ± 1.38	96.76 ± 1.35	96.54 ± 1.50	97.22 ± 1.48	96.53 ± 1.49						
组别	例数	收缩压(mmHg)						时间效应		干预效应		交互效应	
		干预前5 min	干预5 min时	干预后5 min	干预后10 min	干预后15 min	干预后30 min	F值	P值	F值	P值	F值	P值
试验组	81	118.57 ± 1.06	133.05 ± 1.01	120.44 ± 1.10	117.78 ± 1.07	117.65 ± 1.01	118.14 ± 1.00	336.604	0.000	26.350	0.000	0.948	0.332
对照组	79	118.10 ± 1.08	126.68 ± 1.02	118.23 ± 1.11	117.48 ± 1.08	118.04 ± 1.03	118.90 ± 1.10						
组别	例数	舒张压(mmHg)						时间效应		干预效应		交互效应	
		干预前5 min	干预5 min时	干预后5 min	干预后10 min	干预后15 min	干预后30 min	F值	P值	F值	P值	F值	P值
试验组	81	68.07 ± 0.72	72.79 ± 0.73	70.68 ± 0.74	69.30 ± 0.72	68.73 ± 0.74	67.80 ± 0.73	286.390	0.000	4.812	0.000	0.055	0.815
对照组	79	68.51 ± 0.73	72.03 ± 0.74	70.05 ± 0.75	69.10 ± 0.73	68.41 ± 0.75	67.85 ± 0.74						

注:试验组为渐进性早期床上运动,对照组为间歇性气压治疗(IPC);1 mmHg=0.133 kPa

### 3 讨论

本研究显示:渐进性早期床上运动与IPC均可不同程度提高ICU机械通气患者下肢平均血流速度和血流量,而渐进性早期床上运动对下肢平均血流速度和血流量的作用效果优于IPC。下肢静脉回流主要受小腿肌泵能力、胸腔吸气期和心脏舒张期产生的负压作用以及静脉瓣膜的单向关闭功能影响,三者任何一项功能减弱均会导致下肢血液回流障碍。ICU患者由于机械通气影响了胸腔吸气期和心脏舒张期产生的负压,同时长时间约束制动,镇痛镇静影响了小腿肌肉泵的收缩和舒张能力,从而血流缓慢甚至血液淤滞导致下肢深静脉血栓或静脉瓣功能减低。IPC的主要工作原理是利用机械充气的外压力,进一步压迫下肢静脉,帮助血液回流。使用IPC提高下肢平均血流速度只能一定程度预防下肢深静脉血栓形成(DVT),还会对皮肤造成压力性损伤;此外,使用IPC时会限制患者肢体的活动,不利于对四肢肌力的恢复,ICU患者由于意识和感觉功能减低、皮肤抵抗力下降等,长时间使用IPC存在较大隐患<sup>[9]</sup>。因此,美国胸科医师协会在临床实践指南中度推荐使用IPC预防DVT,同时期望更多物理性替代疗法能更好预防静脉血栓<sup>[10]</sup>。渐进性早期床上运动方案从增强肌肉泵能力、动静脉压差以及提高静脉瓣功能作用于平均血流速度和血流量。各种床上运动均可提高患者的小腿肌肉泵能力和动静脉压差,长期坚持还可提高静脉瓣功能。早期床上运动方案中膝关节运动的目的是预防关节僵硬,提高下肢腓静脉血流速度;脚踏车蹬踩运动能促进腿部血液循环,将血管末梢的沉积血液回流至心脏,增强心脏的泵血能力,使动静脉压差增大,同时还可强化微血管功能,增强下肢腿部肌肉力量;直腿抬高运动可增强

股四头肌肌力,帮助下肢血液回流。

为进一步明确IPC与渐进性早期床上运动对患者其他血流动力学的影响及保障患者的安全,在实施过程中我们还监测了患者的心率和血压,结果显示:IPC与渐进性早期床上运动均可使患者心率、血压升高,干预后则逐渐下降,但试验组患者在干预时心率、血压较对照组明显升高,干预后心率、血压的下降速度相对缓慢。渐进性早期床上运动对心率、血压影响的可能原因有:渐进性早期床上运动使患者机体新陈代谢加速,消耗能量增加,参与能量转化的氧气消耗量增大,大脑在接到供氧不足的讯号后会自动加快心脏跳动,以达到加快供氧的目的,因而心率加快,血压升高。曾慧等<sup>[11]</sup>也认为:早期功能锻炼能改善患者氧供和四肢循环情况。渐进性早期床上运动在干预全过程未对患者造成严重的不良事件,其中只有极少部分患者在干预时出现SpO<sub>2</sub>下降,这与Sricharoenchai等<sup>[12]</sup>研究结果相似。由于ICU患者心率、血压受多种因素影响,因此,本研究综合预试验结果、ICU专科医师意见、相关文献等提出,若静息心率>140次/min、收缩压>160 mmHg、SpO<sub>2</sub><0.92等提示患者可能存在心肺功能储备不良,病情变化时,均需暂停甚至终止干预,并严密观察患者情况。

综上所述,本研究显示渐进性早期床上运动对ICU机械通气患者下肢平均血流速度、血流量、心率、血压的影响均大于IPC,但在运动过程中,患者的运动强度均未超过THR,同时也未给患者造成伤害,说明对ICU机械通气患者进行渐进性早期床上运动是安全的。

### 参考文献

- [1] Minet C, Potton L, Bonadona A, et al. Venous thromboembolism in the ICU: main characteristics, diagnosis and thromboprophylaxis [J].

- Crit Care, 2015, 19: 287. DOI: 10.1186/s13054-015-1003-9.
- [2] Garcia-Olivares P, Guerrero JE, Keough E, et al. Clinical factors associated with inappropriate prophylaxis of venous thromboembolic disease in critically ill patients. A single day cross-sectional study [J]. *Thromb Res*, 2016, 143: 111-117. DOI: 10.1016/j.thromres.2016.05.012.
- [3] 靳晓华, 檀金川. 中医治疗下肢静脉曲张研究进展 [J]. *中医药临床杂志*, 2016, 28 (1): 143-146. DOI: 10.16448/j.cjtem.2016.0053.
- Jin XH, Tan JC. Recent advances of traditional Chinese medicine in treating varicose vein of lower limb [J]. *Clin J Tradit Chin Med*, 2016, 28 (1): 143-146. DOI: 10.16448/j.cjtem.2016.0053.
- [4] Arabi YM, Alsolamy S, Al-Dawood A, et al. Thromboprophylaxis using combined intermittent pneumatic compression and pharmacologic prophylaxis versus pharmacologic prophylaxis alone in critically ill patients: study protocol for a randomized controlled trial [J]. *Trials*, 2016, 17 (1): 390. DOI: 10.1186/s13063-016-1520-0.
- [5] Frisius J, Ebeling M, Karst M, et al. Prevention of venous thromboembolic complications with and without intermittent pneumatic compression in neurosurgical cranial procedures using intraoperative magnetic resonance imaging. A retrospective analysis [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2015, 133: 46-54. DOI: 10.1016/j.clineuro.2015.03.005.
- [6] Boonyawat K, Crowther MA. Venous thromboembolism prophylaxis in critically ill patients [J]. *Semin Thromb Hemost*, 2015, 41 (1): 68-74. DOI: 10.1055/s-0034-1398386.
- [7] 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.
- [8] 杨圣强, 刘景刚, 杨文宝, 等. 早期活动对机械通气患者膈肌功能的影响: 一项前瞻性随机对照研究 [J]. *中华危重病急救医学*, 2018, 30 (2): 112-116. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.02.004.
- Yang SQ, Liu JG, Yang WB, et al. Effect of early mobilization on diaphragmatic function in patients with mechanical ventilation: a prospective randomized controlled study [J]. *Chin Crit Care Med*, 2018, 30 (2): 112-116. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.02.004.
- [9] Hashem MD, Parker AM, Needham DM. Early mobilization and rehabilitation of patients who are critically ill [J]. *Chest*, 2016, 150 (3): 722-731. DOI: 10.1016/j.chest.2016.03.003.
- [10] Bates SM, Jaeschke R, Stevens SM, et al. Diagnosis of DVT: antithrombotic therapy and prevention of thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines [J]. *Chest*, 2012, 141 (2 Suppl): e351S-418S. DOI: 10.1378/chest.11-2299.
- [11] 曾慧, 张珍, 龚媛, 等. 胸肺物理治疗用于机械通气患者的疗效: 一项前瞻性随机对照研究 [J]. *中华危重病急救医学*, 2017, 29 (5): 403-406, 412. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.05.004.
- Zeng H, Zhang Z, Gong Y, et al. Effect of chest physiotherapy in patients undergoing mechanical ventilation: a prospective randomized controlled trial [J]. *Chin Crit Care Med*, 2017, 29 (5): 403-406, 412. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.05.004.
- [12] Sricharoenchai T, Parker AM, Zanni JM, et al. Safety of physical therapy interventions in critically ill patients: a single-center prospective evaluation of 1110 intensive care unit admissions [J]. *J Crit Care*, 2014, 29 (3): 395-400. DOI: 10.1016/j.jccr.2013.12.012.
- (收稿日期: 2018-03-23)

## • 科研新闻速递 •

### 葡萄球菌性菌血症的标准化抗感染治疗: 一项多中心随机临床试验

对于葡萄球菌性菌血症的抗菌药物治疗方案尚无统一的意见,为此,有学者进行了一项多中心临床研究,旨在评价一种针对葡萄球菌性菌血症标准治疗方案的有效性和安全性。研究对象为 2011 年 4 月至 2017 年 3 月就诊于美国和西班牙 16 个学术医疗中心的成人葡萄球菌性菌血症患者(有 1 个或多个血培养为金黄色葡萄球菌或凝固酶阴性葡萄球菌)。研究人员将受试对象随机分为两组,一组接受标准化抗感染治疗(诊断评估、抗菌药物选择及持续时间均在治疗前明确),另一组则进行传统治疗(抗菌药物选择及持续时间不受严格限制,根据医师经验制定方案)。主要评价指标:临床治疗成功(由评价委员会确定,并在 15% 的范围内测试非劣效性)和严重不良反应发生率。其他评价指标:患者使用抗菌药物的天数。结果显示:在随机分组的 509 例患者中(平均年龄 56.6 岁,女性占 44.4%),480 例(94.3%)完成了该试验。标准化抗感染治疗组 255 例患者中有 209 例临床治疗成功(82.0%),而传统治疗组 254 例患者中有 207 例临床治疗成功(81.5%),两组相差 0.5% [单侧 97.5% 可信区间(CI)=-6.2% ~ ∞]。标准化抗感染治疗组严重不良反应发生率为 32.5%,传统治疗组为 28.3%(两组相差 4.2%, 95%CI=-3.8% ~ 12.2%)。标准化抗感染治疗组抗菌药物平均治疗时间为 4.4 d,传统治疗组为 6.2 d(两组相差 -1.8 d, 95%CI=-3.1 ~ -0.6)。研究人员据此得出结论:对于葡萄球菌性菌血症,标准化抗感染治疗方案与传统治疗疗效相当,严重不良事件发生率无显著差异。

罗红敏,编译自《JAMA》,2018, 320(12): 1249-1258

### 单剂量莫达非尼对阻塞性睡眠呼吸暂停综合征患者全麻后功能恢复的影响: 一项双盲随机安慰剂对照试验

莫达非尼是一种非典型精神运动兴奋剂,可用于改善阻塞性睡眠呼吸暂停综合征(OSAS)患者白天嗜睡,研究人员认为其可促进 OSAS 患者全麻后的功能恢复。为此,有研究人员进行了一项双盲随机安慰剂对照临床试验。该研究共纳入 102 例诊断为 OSAS 的患者,并在全麻前随机接受 200 mg 莫达非尼(莫达非尼组)或安慰剂治疗(安慰剂对照组)。主要评价指标为麻醉复苏室的停留时间。结果显示:两组患者麻醉复苏室停留时间差异无统计学意义。另外,两组患者麻醉苏醒时间(停用气体麻醉至拔除气管插管时间)、术中脑电双频指数(BIS)、术后疼痛评分或麻醉剂消耗情况差异均无统计学意义。与安慰剂对照组相比,莫达非尼组患者在麻醉复苏室停留期间呼吸频率较快,平均动脉压较低。研究人员据此得出结论:术前使用单剂量莫达非尼可能无法改善 OSAS 患者全麻后的功能恢复情况,在该外科人群中使用时非典型精神运动兴奋剂仍需进一步研究。

罗红敏,编译自《Medicine (Baltimore)》,2018, 97(39): e12585