

·临床研究·

机械通气患者早期肺康复治疗的临床观察

吴 森¹ 倪朝民^{1,2,3} 吴 鸣² 董晓荷² 曾林芳² 黄丽红² 郑月月²

摘要

目的:将早期肺康复治疗应用于机械通气72h内的重症患者,观察其对呼吸机的撤离、呼吸机相关肺炎(ventilator associated pneumonia,VAP)发生率、肺部感染严重程度及重症监护病房(intensive care unit, ICU)住院时间的影响。

方法:本研究是一项单中心、观察性、评估者盲法实验,筛选符合研究条件的82例患者,分为试验组和对照组,每组各41例,两组患者均给予ICU常规治疗,试验组患者在常规治疗基础上进行早期肺康复治疗。比较两组患者撤机成功率、VAP发生率、急性生理与慢性健康状况评分Ⅱ(acute physiology and chronic health evaluation, APACHE Ⅱ)、临床肺部感染评分(clinical pulmonary infection score, CPIS)、机械通气时间、ICU住院时间。

结果:两组患者的年龄、性别、诊断及治疗前的APACHE Ⅱ评分、CPIS评分差异均无显著性意义($P>0.05$)。试验组患者的撤机成功率(87.80%)较对照组显著提高,而VAP发生率(14.63%)明显低于对照组,机械通气时间(6.90 ± 4.61 D)和ICU住院时间(12.34 ± 7.23 D)较对照组显著缩短($P<0.05$),治疗后试验组CPIS评分明显低于对照组($P<0.05$),差异有显著性意义($P<0.05$)。

结论:早期肺康复治疗可以提高撤机成功率,降低VAP发生率,减轻肺部感染,缩短机械通气持续时间和ICU住院时间。

关键词 肺康复;机械通气;ICU;撤机

中图分类号:R734,R473,R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2018)-07-0806-06

Clinical research of early pulmonary rehabilitation in patients with mechanical ventilation/WU Miao, NI Chaomin, WU Ming, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2018, 33(7): 806—811

Abstract

Objective: To investigate if early pulmonary rehabilitation increases the success rate of weaning, the incidence rate of ventilator associated pneumonia (VAP), and the severity of pulmonary infection provided for patients in the ICU (Intensive care unit) receiving mechanical ventilation for less than 72h.

Method: The study was a single arm, assessor blinded, observational trial. Eighty-two qualified cases were divided into treatment group (n=41) and control group (n=41). All patients were treated with routine treatment. The treatment group received early pulmonary rehabilitation. APACHE Ⅱ (Acute physiology and chronic health evaluation) and CPIS (clinical pulmonary infection score) scores, the duration of mechanical ventilation, ICU length of stay, the success rate of weaning and the incidence rate of VAP were compared between the two groups.

Result: There was no significant difference in age, gender, APACHE Ⅱ score and CPIS score between the two groups before treatment ($P>0.05$). Patients in the treatment group presented a significantly higher success rate of weaning (87.80%) and lower incidence of VAP (14.63%) ($P<0.05$). The duration of mechanical ventilation and the ICU length of stay were 6.90 ± 4.61 days and 12.34 ± 7.23 days in the treatment group, which were significantly less than those in the control group ($P<0.05$). After treatment, the CPIS score was significantly lower than that in the control group ($P<0.05$).

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2018.07.010

1 安徽医科大学附属医院康复医学科,合肥,230001; 2 中国科学技术大学附属第一医院; 3 通讯作者
作者简介:吴森,女,硕士研究生; 收稿日期:2017-11-28

Conclusion: Early pulmonary rehabilitation can improve the success rate of weaning, reduce the incidence of VAP, the severity of pulmonary infection, the duration of mechanical ventilation, and the ICU length of stay.

Author's address Department of Rehabilitation Medicine, Hefei, Anhui, 230001

Key word pulmonary rehabilitation; mechanical ventilation; ICU; ventilator weaning

机械通气是ICU常用的抢救和治疗措施,通过人工气道的建立改善通气和氧合,为患者提供生命支持,但也不可避免地带来相关的并发症^[1],包括呼吸机相关肺炎(ventilator associated pneumonia, VAP)、呼吸机相关膈肌功能障碍(ventilator-induced diaphragm dysfunction, VIDD)、重症监护病房获得性肌无力(intensive care unit-acquired weakness, ICU-AW)等。Peñuelas等^[2]研究发现,机械通气超过7天的患者与机械通气时间较短的患者相比,死亡率显著升高。因此,当导致机械通气的病因好转时,应逐渐减少通气支持,恢复患者的自主呼吸,直至完全撤离呼吸机^[3]。已有研究发现,临床上15%—20%的机械通气患者会发生撤机困难^[4],而肺康复治疗可以减轻呼吸困难、提高心肺耐力和日常生活活动能力^[5],从而帮助患者尽快撤离呼吸机。目前国内肺康复研究多针对机械通气7天以后的患者,但在机械通气早期介入肺康复治疗是否有益尚未确定^[6]。本研究的目的是对ICU机械通气72h内的患者行肺康复治疗,观察其对机械通气情况、ICU平均住院时间、呼吸机相关肺炎发生率及肺部感染严重程度的影响。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选择2016年11月—2017年6月在安徽医科大学附属省立医院重症医学科收治的82例患者为研究对象。

纳入标准^[7]:①年龄≥18周岁;②接受有创机械通气24—72h;③血流动力学稳定[没有急性心肌缺

血、心率40—130次/min、平均动脉压(mean arterial pressure, MAP)60—110mmHg];④呼吸指标稳定[经皮血氧饱和度(percutaneous oxygen saturation, SpO₂)>90%、吸入氧浓度(fractional concentration of inspired oxygen, FiO₂)<60%、呼气末正压(positive end expiratory pressure, PEEP)<10cmH₂O(1cmH₂O=0.098kPa)、呼吸频率≤40次/min];⑤镇静水平评分:Richmond躁动镇静评分量表(Richmond agitation-sedation scale, RASS评分)^[8]:-3、-2、-1、0、1、2;⑥血管活性药物剂量:多巴胺<10μg/kg/min;(去甲)肾上腺素<0.1μg/kg/min。

排除标准:①进入ICU前接受机械通气;②妊娠;③入院时行心肺复苏术;④颅内压≥20cmH₂O;⑤下肢静脉血栓形成;⑥气胸未治疗;⑦不稳定骨折未行手术治疗;⑧存在其他肺康复治疗禁忌证。

剔除标准:①各种原因放弃治疗患者;②转出ICU前死亡患者。

符合标准的82例患者中基础疾病包括:感染性休克、肺炎、慢性阻塞性肺疾病急性期、心力衰竭、急性呼吸窘迫综合征、颅脑损伤,见表1。根据康复意愿分为试验组41例,对照组41例。两组患者在相同的ICU治疗和营养供给基础上,针对试验组患者提供早期肺康复治疗。两组患者治疗前的一般资料[包括年龄、性别、诊断、APACHE II评分、CPIS评分、氧合指数(oxygenation index, PaO₂/FiO₂)、FiO₂等比较,差异无显著性意义($P>0.05$),具有可比性,见表1。

1.2 治疗方法

1.2.1 早期肺康复治疗:首先向患者或家属说明早

表1 试验组和对照组患者的一般资料比较

项目	例数	性别 男 女	年龄(岁)	PaO ₂ /FiO ₂	FiO ₂ (%)	CPIS 评分	APACHE II	主诊断(n,%)					
								感染性休克	肺炎	COPD急性期	心力衰竭	急性呼吸窘迫综合征	颅脑损伤
试验组	41	30 11	58.82±14.15	178.49±55.65	49.93±11.36	3.68±0.78	16.17±6.06	2(4.9%)	10(24.3%)	4(9.8%)	1(2.4%)	9(22.0%)	15(35.7%)
对照组	41	32 ^① 9	60.20±15.77 ^①	164.43±54.61 ^①	51.95±12.78 ^①	3.82±0.77 ^①	16.36±6.21 ^①	3(7.3%)	9(22.0%)	4(9.8%)	1(2.4%)	8(19.5%)	16(39.0%)

注:与对照组相比较:① $P>0.05$

期肺康复治疗的方法、目的及参与的利弊,征得其同意并签署知情同意书。对纳入的患者进行合作能力评估^[9],即向患者发出五项指令[睁开(闭上)眼睛,看着我,张嘴伸舌,点头,数到5时挑眉],当患者可以连续2次(间隔6h)正确完成至少3项指令,则认为患者可以配合。具体训练方法如下:

对无法配合的患者进行被动训练:①被动关节活动度训练:由治疗师进行的关节全范围活动。重复20次/关节,2次/d。②体位摆放:从床头抬高30°开始,逐渐升高床头直至达到90°,每个角度以患者能坚持10、20、30min渐增而不引起心率、呼吸、血压明显变化为宜,2次/d。③腹肌抗阻训练:采用仰卧位腹部放置沙袋的方法,开始时沙袋重量为0.5kg,逐渐增加沙袋重量至2kg,每次训练最多30min,2次/d。④胸部叩击排痰法:明确病变部位使病肺处于高位,其引流支气管的开口向下,操作者手指并拢,手掌握成杯状,以手腕的力量,自下而上,由外向内,力量均匀地叩击背部,10min/次,按需进行。

当患者能够主动配合时增加以下训练主动训练:①主动关节活动度训练:在被动关节活动度训练的基础上逐步减少辅助,增加阻力。8—10次/关节,逐渐增加次数至20次/关节。②转移训练:包括床上靠坐、平卧位转移到坐位、床旁坐位、坐站转移、床旁站立。每次均按照如下顺序进行:床上靠坐,当肱二头肌肌力达到3级时,转移到床旁坐位,当股四头肌肌力达到三级时,进行坐站转移及床旁站立。从治疗师辅助下完成逐渐过渡到独立完成,逐渐增加训练时间及强度,每次训练最多20min,2次/d。③主动呼吸循环技术:包括腹式呼吸、胸廓扩张呼吸和用力呼气技术。每组训练由3—4次腹式呼吸+1次胸廓扩张运动+3—4次腹式呼吸+3—4次胸廓扩张运动+2—3次用力呼气技术组成,3组/次,2次/d。

每次治疗前应暂停肠内营养,使用镇静剂的患者应尽量夜间使用,如需白天使用应在治疗前暂停1—2h。每天治疗前了解病情变化,治疗过程中需观测监护仪指标与患者的反应。患者如出现下列情况立即中止康复训练:①MAP: <60mmHg或>110mmHg;②心率<40次/min或>130次/min;③呼吸频率<15次/min或>40次/min;④SpO₂≤90%;⑤体温:≤36℃或≥38.5℃;⑥出现跌倒、气管插管脱出、

置管(如动静脉置管、引流管、尿管、胃管等)脱出等不良事件;⑦临床观察:意识/认知水平降低;大量出汗;面色异常;疼痛;疲劳。

1.2.2 撤机方法:呼吸机的撤离参照《机械通气临床应用指南(2006)》^[10],导致机械通气的病因好转或去除后应开始进行撤机筛查试验,具体内容包括下列3项:①氧合良好:PaO₂/FiO₂>200mmHg; PEEP≤5cmH₂O; FiO₂≤40%;动脉血pH值≥7.25;慢性阻塞性肺疾病患者动脉血pH值>7.30,动脉血氧分压(partial pressure of oxygen, PaO₂)>50mmHg, FiO₂<0.35;②血流动力学稳定,临床上无明显心肌缺血动态变化,无显著低血压,无需使用血管活性药物或只需小剂量血管活性药物如多巴胺或多巴酚丁胺每分钟<5—10μg/kg;③有自主呼吸能力。

符合撤机筛查标准的患者实施3min自主呼吸试验(spontaneous breathing trial, SBT)^[11],医生应密切观察患者血压、心率、呼吸,以及血气分析变化,当患者情况超出下列指标时,应终止SBT,转为机械通气^[10]:①呼吸浅快指数(rapid-shallow-breathing index, RSBI,即呼吸频率/潮气量)<105;②呼吸频率>5/min或<35次/min;③自主呼吸潮气量>4ml/kg;④心率>140次/min或变化>20%,无新发的心律失常;⑤动脉血氧饱和度(arterial oxygen saturation, SaO₂)>90%。3minSBT试验通过后,继续自主呼吸30—120min,如患者能够耐受可以预测撤机成功。

1.3 评定方法

分别在治疗前和治疗后对两组患者进行APACHE II评分^[12]和CPIS评分^[13],并比较两组患者机械通气情况及ICU平均住院时间。为了避免出现信息偏倚,所有评定均在不了解实验分组的情况下由专人进行,具体评估内容如下:

1.3.1 病情严重程度评估:①APACHE II评分与疾病严重程度密切相关,能对患者的病情做出定量评价并对预后做出预测。APACHE II评分包括三部分,即急性生理学评分、年龄评分及慢性健康评分。理论最高分71分,分值越高,表示病情越重。②CPIS评分是一项综合了临床、生理学、影像学并整合了微生物学标准的评分系统,该评分可以用于评估肺部感染严重程度,也可以作为呼吸机相关肺炎

的诊断标准,最高评分为12分。

1.3.2 VAP发生率及撤机成功率:①VAP是指接受机械通气48h后或撤机拔管48h内出现的肺炎,以CPIS评分 >6 分作为诊断标准,如机械通气前已有肺部感染则可通过胸片的恶化情况以及白细胞计数的增加来诊断^[14-15]。②撤机后48h内不需要机械通气支持则视为撤机成功。

1.3.3 机械通气时间及ICU住院时间:对两组患者在ICU期间进行机械通气的天数及住院天数进行统计和比较。

1.4 统计学分析

统计学分析采用SPSS 23.0软件,计量资料符合正态分布采用均数 $\pm$ 标准差表示,计数资料用率表示。患者年龄、 FiO_2 、 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 、机械通气时间、ICU住院时间进行独立样本 t 检验;性别、诊断、撤机成功率、VAP发病率采用 χ^2 检验或Fisher精确概率法。双侧 $P<0.05$ 表示差异具有显著性意义。

2 结果

2.1 治疗前后APACHE II评分、CPIS评分

治疗后两组患者的APACHE II评分、CPIS评分较治疗前均显著降低($P<0.05$);治疗后试验组APACHE II评分较对照组无显著差异($P>0.05$),而CPIS评分低于对照组,差异有显著性意义($P<0.05$),见表2。

2.2 两组撤机成功率及VAP发生率比较

试验组患者的撤机成功率较对照组显著提高,而VAP发生率明显低于对照组,两组患者之间差异显著($P<0.05$),见表3。

2.3 两组机械通气时间及ICU平均住院时间比较

试验组患者的机械通气时间较对照组缩短约5天,ICU平均住院天数缩短约4天,两组患者之间差异显著($P<0.05$),见表3。

表2 两组患者治疗前后APACHE II、CPIS评分比较 ($\bar{x}\pm s$,分)

组别	例数	APACHE II		CPIS	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
试验组	41	16.17 $\pm$ 6.06	10.68 $\pm$ 5.59 ^{①②}	3.68 $\pm$ 0.78	3.71 $\pm$ 1.09 ^③
对照组	41	16.36 $\pm$ 6.21	11.90 $\pm$ 4.81 ^①	3.82 $\pm$ 0.77	4.92 $\pm$ 1.86 ^①

注:①与组内治疗前比较 $P<0.05$;②APACHE II评分与对照组治疗后比较 $P>0.05$;③CPIS评分与对照组治疗后比较 $P<0.05$

表3 两组患者机械通气情况、ICU住院时间及VAP发生率比较

组别	例数	VAP发病率 (%)	撤机成功率 (%)	机械通气时间 ($\bar{x}\pm s$,d)	ICU住院时间 ($\bar{x}\pm s$,d)
试验组	41	14.6	87.80 ^①	6.90 $\pm$ 4.61 ^①	12.34 $\pm$ 7.23 ^①
对照组	41	39.0	63.40	11.93 $\pm$ 9.84	16.95 $\pm$ 11.18

注:与对照组相比较:① $P<0.05$

3 讨论

随着机械通气的普及,ICU患者的存活率已有明显提高,但并发症也随之而来,并对患者的预后产生较大影响。因此,如何尽早恢复患者的自主呼吸,完全撤离呼吸机,是机械通气整个过程中都必须考虑的问题。现不断有研究表明撤机过程需要康复治疗师的参与合作^[16]。传统观念认为重症患者只有转出ICU后才能进行康复治疗,近年来重症患者的早期康复干预逐渐受到关注。Bailey等^[17]认为早期康复治疗应和临床治疗同时进行,在患者进入ICU 24h内即可由专业的康复医生或治疗师进行康复评估。Misak等^[18]认为,ICU患者一旦生命体征平稳就应该立即进行早期功能锻炼和物理治疗。本研究参考了欧洲呼吸学会和欧洲重症监护学会提出的在ICU内开展肺康复治疗的建议^[19],针对性的预防或改善延迟撤机的不利因素,为机械通气72h内患者制定早期肺康复治疗方案。为保证安全,每天治疗前评估人员会对患者进行病情及功能的评估,以判断患者能否进行康复治疗。在已进行的41例试验组患者治疗过程中,未出现跌倒、气管插管脱出、鼻胃管、尿管、胸腔引流管、动脉或静脉置管脱出等严重不良事件,仅1例患者在训练时心率超过120次/min并在中止训练后心率恢复正常。因此,在ICU中对机械通气72h内的患者进行早期肺康复是安全可行的。

已有研究表明,撤机成功与否主要取决于呼吸功能、呼吸负荷及呼吸驱动力^[20]。呼吸肌是呼吸运动的动力泵,主要由膈肌、肋间肌和腹肌等构成^[4],但呼吸肌无力在机械通气患者中普遍存在。Levine等^[21]研究结果显示,机械通气持续18h即可出现不同程度的呼吸肌萎缩,并且随机械通气时间延长而加重,原因是机械通气期间呼吸肌活动缺如、无负荷状态导致呼吸相关肌肉废用性萎缩和收缩功能障碍,即VIDD。另一方面,ICU-AW也会使呼吸肌受

累,妨碍呼吸机的撤离。Kim等^[22]对82例机械通气超过48h的ICU患者进行研究,发现29%的患者存在膈肌功能障碍,且此类患者机械通气时间更长,仅有66%的患者撤机成功。本研究中,对照组患者撤机成功率为63.4%,与上述研究结果接近,而治疗组为87.7%,明显优于对照组。Chen等^[23]研究中,通过增加胸肌、辅助呼吸肌及胸廓的运动,诱导深呼吸,增加肺容量,从而使机械通气患者在潮气量和RSBI方面有显著改善,撤机成功率较对照组显著提高,并且缩短了患者在呼吸中心滞留的时间。Schweickert等^[24]研究也发现,对机械通气患者进行运动治疗及转移训练,有助于降低ICU-AW的发生率,缩短机械通气的时间及住院时间,本研究的结果与其相一致。试验组患者的ICU住院时间较对照组显著缩短,分析原因是试验组患者在ICU常规治疗的基础上,加强了呼吸及运动训练,使患者机械通气时间缩短,VAP的发生率下降,进而缩短了ICU平均住院天数。

VAP是机械通气过程中常见的并发症之一,其发生与呼吸道分泌物排出受阻密切相关。机械通气患者由于分泌物生成增加,纤毛功能受损,咳嗽反射减弱,呼吸肌疲劳等原因导致分泌物潴留,为微生物繁殖提供了一个理想的环境。而人工气道的建立使患者咽部定植菌进入下呼吸道,成为VAP的主要致病菌来源。本研究对试验组患者进行30°—90°半卧位的体位摆放,可以减少胃内容物和咽部定植菌反流进入下呼吸道,从而减少VAP的发生。本研究还对试验组患者进行了早期肺康复治疗,以维持呼吸道通畅、减少食物反流和误吸,同时肺功能的改善及机械通气时间的缩短大大降低了VAP发生的危险因素,导致本研究中试验组患者VAP的发生率及CPIS均显著低于对照组。Ntoumenopoulos等^[25]对机械通气患者进行肺康复训练,试验组发生VAP的患者较少,CPIS评分也明显低于对照组,本研究结果与其相近。另有研究表明,机械通气持续时间是导致VAP最重要的诱因,机械通气时间越长,发生VAP的风险越高^[26]。本研究中试验组患者的机械通气时间短于对照组,VAP发生率降低,说明对机械通气患者进行早期肺康复治疗有利于VAP的预防、控制、好转。

重症监护室中多使用疾病危重程度来评判患者

病情的变化,APACHE II评分能评估疾病的严重程度,得分越高,表示病情越重。本研究中,治疗后两患者的疾病严重程度较转入时均有所改善,而试验组患者治疗后的APACHE II评分虽低于对照组,但差异无显著性意义,考虑为临床研究的观察时间较短,病例数相对较少所致,有待于进一步研究。

本研究仅报道了早期肺康复治疗对机械通气患者的短期影响,但ICU早期康复治疗的实际意义远不止于此。还应观察和研究重症患者长期身体功能及生存质量,进一步证实早期肺康复治疗对机械通气患者远期预后的影响,为康复治疗在临床的实施提供更多的循证医学证据。此外,据国外报道,步行训练有助于患者撤离呼吸机^[27],本研究由于条件限制没有对患者进行携带呼吸机的步行训练。总之,本研究证实对ICU机械通气72h内的患者行早期肺康复治疗是安全有效的,并有助于机械通气时间的缩短和呼吸机的撤离,以及肺部感染的减轻和VAP发生率的降低,从而缩短ICU住院时间。

参考文献

- [1] Goligher EC, Ferguson ND, Brochard LJ. Clinical challenges in mechanical ventilation[J]. The Lancet, 2016, 387 (10030): 1856—1866.
- [2] Peñuelas O, Frutos-Vivar F, Fernández C, et al. Characteristics and outcomes of ventilated patients according to time to liberation from MV[J]. American Journal of Respiratory & Critical Care Medicine, 2011, 184(4):430—437.
- [3] MacIntyre NR. Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support: a collective task force facilitated by the American College of Chest Physicians; the American Association for Respiratory Care; and the American College of Critical Care Medicine[J]. Chest Journal, 2001, 120(6_suppl): 375S—396S.
- [4] Boles JM, Bion J, Connors A, et al. Weaning from mechanical ventilation[J]. European Respiratory Journal, 2007, 29(5): 1033—1056.
- [5] Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation [J]. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 2013, 188(8): e13—e64.
- [6] Gundogdu I, Ozturk E A, Umay E, et al. Implementation of a respiratory rehabilitation protocol: weaning from the ventilator and tracheostomy in difficult-to-wean patients with

- spinal cord injury[J]. Disability and Rehabilitation, 2017, 39 (12): 1162—1170.
- [7] Sommers J, Engelbert RH, Dettling- Ihnenfeldt D, et al. Physiotherapy in the intensive care unit: an evidence-based, expert driven, practical statement and rehabilitation recommendations [J]. Clinical Rehabilitation, 2015, 29(11): 1051—1063.
- [8] Ely EW, Truman B, Shintani A, et al. Monitoring sedation status over time in ICU patients: reliability and validity of the Richmond Agitation-Sedation Scale (RASS) [J]. JAMA, 2003, 289(22): 2983—2991.
- [9] De Jonghe B, Sharshar T, Lefaucheur JP, et al. Paresis acquired in the intensive care unit: a prospective multicenter study [J]. JAMA, 2002, 288(22): 2859—2867.
- [10] 中华医学会重症医学分会. 机械通气临床应用指南(2006) [J]. 中华危重病急救医学, 2007, 19(2): 65—72.
- [11] Ely EW, Baker AM, Dunagan DP, et al. Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing spontaneously [J]. The New England Journal of Medicine, 1996, 335(25): 1864—1869.
- [12] Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, et al. APACHE II: a severity of disease classification system [J]. Critical Care Medicine, 1985, 13(10): 818—829.
- [13] Pugin J, Auckenthaler R, Mili N, et al. Diagnosis of ventilator-associated pneumonia by bacteriologic analysis of bronchoscopic and nonbronchoscopic "blind" bronchoalveolar lavage fluid [J]. American Review of Respiratory Disease, 1991, 143(1): 1121—1129.
- [14] 江梅, 黎毅敏, 郑劲平. 呼吸机相关性肺炎诊断, 预防和治疗指南 [J]. 中华医学杂志, 2014 (005): 335—337.
- [15] Fartoukh M, Maitre B, Honoré S, et al. Diagnosing pneumonia during mechanical ventilation: the clinical pulmonary infection score revisited [J]. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 2003, 168(2): 173—179.
- [16] Valentin A, Ferdinande P. Recommendations on basic requirements for intensive care units: structural and organizational aspects [J]. Intensive Care Medicine, 2011, 37(10): 1575—1587.
- [17] 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.
- [18] Misak CJ. ICU-acquired weakness: obstacles and interventions for rehabilitation [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2011, 183(7): 845—856.
- [19] 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 Medicine, 2008, 34(7): 1188—1199.
- [20] Jung B, Moury PH, Mahul M, et al. Diaphragmatic dysfunction in patients with ICU-acquired weakness and its impact on extubation failure [J]. Intensive Care Medicine, 2016, 42(5): 853—861.
- [21] Levine S, Nguyen T, Taylor N, et al. Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans [J]. New England Journal of Medicine, 2008, 358(13): 1327—1335.
- [22] Kim WY, Suh HJ, Hong SB, et al. Diaphragm dysfunction assessed by ultrasonography: influence on weaning from mechanical ventilation [J]. Critical Care Medicine, 2011, 39(12): 2627—2630.
- [23] Chen YH, Lin HL, Hsiao HF, et al. Effects of exercise training on pulmonary mechanics and functional status in patients with prolonged mechanical ventilation [J]. Respiratory Care, 2012, 57(5): 727—734.
- [24] Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, et al. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomized controlled trial [J]. Lancet (London, England), 2009, 373(9678): 1874—1882.
- [25] Ntoumenopoulos G, Presneill JJ, McElholum M. Chest physiotherapy for the prevention of ventilator-associated pneumonia [J]. Intensive Care Medicine, 2002, 28(7): 850—856.
- [26] Charles MVP, Easow JM, Joseph N M, et al. Incidence and risk factors of ventilator associated pneumonia in a tertiary care hospital [J]. The Australasian Medical Journal, 2013, 6(4): 178—182.
- [27] Perme CS, Southard RE, Joyce DL, et al. Early mobilization of LVAD recipients who require prolonged mechanical ventilation [J]. Texas Heart Institute Journal, 2006, 33(2): 130—133.