·论著·

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

曾慧 张珍 龚媛 陈淼

563003 贵州遵义，遵义医学院附属医院重症医学科二病区

通讯作者：陈淼，Email：764590955@qq.com

DOI：10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.05.004

【摘要】 目的 探讨胸肺物理治疗（CPT）对机械通气（MV）患者的疗效。**方法** 采用前瞻性随机对照研究（RCT）方法，选择 2014 年 12 月至 2016 年 10 月遵义医学院附属医院综合重症加强治疗病房（ICU）收治的 68 例有创 MV 时间≥48 h 的成人重症患者，按随机数字表法分为 CPT 组（37 例）和对照组（31 例）。对照组实施常规物理治疗；CPT 组在对照组的基础上实施手法膨肺、振动排痰、早期功能锻炼等综合 CPT。观察两组患者治疗前后急性生理学与慢性健康状况评分系统Ⅱ（APACHE Ⅱ）评分、氧合指数（PaO_2/FiO_2），以及 CPT 治疗前后呼吸功能和生命体征的变化；并记录两组治疗后实验室指标、并发症发生情况及 MV 时间和 ICU 住院时间。**结果** CPT 组呼吸机相关性肺炎（VAP）发生率明显低于对照组（5.4% 比 25.8%，$P<0.05$）；对照组患者还存在肺不张、下肢深静脉血栓形成等并发症，而 CPT 组无上述并发症发生。CPT 组 MV 时间（h：77.4±41.0 比 133.9±117.2）和 ICU 住院时间（h：134.4±71.4 比 207.4±177.7）均较对照组明显缩短（均 $P<0.05$）。两组患者治疗前 APACHE Ⅱ评分及 PaO_2/FiO_2 无明显差异。两组治疗 2 d 起 APACHE Ⅱ评分呈降低趋势，以 CPT 组降低更为显著，治疗 4 d 已显著低于对照组（分：8.6±3.9 比 12.5±5.3，$P<0.05$）。两组治疗后 PaO_2/FiO_2 呈升高趋势；CPT 组治疗 3 d PaO_2/FiO_2 即较治疗前显著升高〔mmHg（1 mmHg=0.133 kPa）：278.1±79.0 比 224.2±98.9，$P<0.05$〕，而对照组治疗 4 d 才出现显著升高（mmHg：302.3±93.1 比 232.3±116.7，$P<0.05$）。CPT 组治疗后除脉搏血氧饱和度（SpO_2）较治疗前显著升高外（0.985±0.016 比 0.978±0.018，$P<0.05$），其余生命体征及潮气量（VT）、呼吸频率（RR）、气道峰压（Ppeak）、平均气道压（Pmean）等呼吸功能指标均无明显变化，说明 CPT 治疗不会对患者呼吸功能和生命体征造成波动。CPT 组治疗后血乳酸明显低于对照组（mmol/L：1.10±0.79 比 1.32±1.09，$P<0.05$），说明 CPT 治疗，尤其是早期功能锻炼，能改善患者氧供和四肢循环情况。**结论** CPT 治疗对预防 MV 患者发生 VAP 等并发症有一定作用，可以缩短 MV 时间和 ICU 住院时间，促进患者早日康复。

【关键词】 胸肺物理治疗； 机械通气； 并发症

基金项目：贵州省科学技术基金项目（2012-48）

Effect of chest physiotherapy in patients undergoing mechanical ventilation: a prospective randomized controlled trial

Zeng Hui, Zhang Zhen, Gong Yuan, Chen Miao

Second Department of Critical Care Medicine, Affiliated Hospital of Zunyi Medical College, Zunyi 563003, Guizhou, China

Corresponding author: Chen Miao, Email: 764590955@qq.com

【Abstract】 Objective To investigate the effect of chest physiotherapy (CPT) on patients undergoing mechanical ventilation (MV). **Methods** A prospective randomized controlled trial (RCT) was conducted. Sixty-eight adult patients undergoing invasive MV over 48 hours admitted to intensive care unit (ICU) of Affiliated Hospital of Zunyi Medical College from December 2014 to October 2016 were enrolled, and they were divided into CPT group (n = 37) and control group (n = 31) by random number table. The patients in control group received routine physical therapy; while those in the CPT group received comprehensive CPT including manual lung inflation, vibration expectoration and early functional exercise etc. on the basis of the treatment in control group. Acute physiology and chronic health evaluation Ⅱ (APACHE Ⅱ) score and oxygenation index (PaO_2/FiO_2) before and after the treatment in both two groups were observed as well as the respiratory function and vital signs before and after CPT. The laboratory indicators after treatment, incidence of complications, duration of MV and the length of ICU stay in the two groups were recorded. **Results** The incidence of ventilator associated pneumonia (VAP) in the CPT group was significantly lower than that of control group (5.4% vs. 25.8%, P < 0.05), the patients in control group also had atelectasis, deep vein thrombosis and other complications, while no such complications were found in the CPT group. The duration of MV (hours: 77.4±41.0 vs. 133.9±117.2) and the length of ICU stay (hours: 134.4±71.4 vs. 207.4±177.7) in CPT group were significantly shorter than those of the control group (both P < 0.05). There was no significant difference in APACHE Ⅱ score and PaO_2/FiO_2 before treatment between the two groups. After treatment for 2 days, the APACHE Ⅱ score in both groups was gradually decreased, and that in CPT group was more significantly, it was significantly lower than that of control group after treatment for 4 days (8.6±3.9 vs. 12.5±5.3, P < 0.05). The PaO_2/FiO_2 in the two groups was gradually increased

after treatment. PaO_2/FiO_2 in CPT group was significantly increased at 3 days after treatment as compared with that before treatment [mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa): 278.1±79.0 vs. 224.2±98.9], while PaO_2/FiO_2 in the control group did not appear significantly increased until after 4-day treatment (mmHg: 302.3±93.1 vs. 232.3±116.7, both $P < 0.05$). There was no significant difference in vital signs and respiratory function parameters including tidal volume (VT), respiratory rate (RR), peak airway pressure (Ppeak) and mean airway pressure (Pmean) before and after treatment in CPT group excepting pulse oxygen saturation (SpO_2) was significantly higher than that before treatment (0.985±0.016 vs. 0.978±0.018, $P < 0.05$), indicating that CPT treatment did not cause fluctuations in respiratory function and vital signs. Blood lactate in CPT group was significantly lower than that of control group (mmol/L: 1.10±0.79 vs. 1.32±1.09, $P < 0.05$), indicating that CPT treatment, especially early functional exercise, could improve the oxygen supply and limb circulation. **Conclusion** CPT treatment has some effect on prevention of VAP and other complications in patients undergoing MV, which could shorten the duration of MV and the length of ICU stay, and promote the recovery of patients.

【Key words】 Chest physiotherapy; Mechanical ventilation; Complication

Fund program: Medical Science and Technology Fund of Guizhou Province (2012-48)

有创机械通气(MV)在重症加强治疗病房(ICU)应用非常广泛,是危重患者抢救治疗的一项重要技术,但容易导致呼吸机相关性肺炎(VAP)、肺不张等并发症,且长期活动受限易发生下肢深静脉血栓形成(DVT)等。胸肺物理治疗(CPT)可促使下呼吸道分泌物清除,增加肺的顺应性,促进肺扩张[1-2]。为促进 MV 患者早日康复,本研究将 CPT 应用于该类患者,以期为更好地应用 CPT 提供参考。

1　资料与方法

1.1　临床资料:采用前瞻性随机对照研究(RCT)方法,选择 2014 年 12 月至 2016 年 10 月遵义医学院附属医院综合 ICU 收治的 68 例重症患者,按随机数字表法分为 CPT 组(37 例)和对照组(31 例)。

1.1.1　纳入标准:① 经口留置气管导管;② 有创 MV 时间≥48 h;③ 年龄≥18 岁;④ 无 CPT 禁忌证,即心功能良好,无肋骨骨折、胸骨骨折、肺大疱、出血凝血障碍、体位要求等;⑤ 患者或家属知情同意。

1.1.2　排除标准:① MV 不足 48 h 即拔管、撤机、死亡或放弃治疗;② 有 CPT 禁忌证。

1.1.3　剔除标准:中途放弃治疗、退出研究或失访。

1.1.4　伦理学:本研究符合医学伦理学标准,经医院医学伦理委员会批准(2013-07-03),所有治疗均获得患者或家属的知情同意。

1.2　治疗方法:对照组在 MV 期间给予常规气道管理,即翻身、叩背、体位引流。CPT 组在对照组基础上,于入 ICU 24 h 内由专业康复治疗师、康复护士、医生组成的团队共同评估患者的病情、适应证及禁忌证后,实施 CPT。① 手法膨肺[3]:在评估患者需要吸痰时给予手法膨肺,每日 2 次。将带有储氧装置的人工呼吸囊连接氧气,流量为 8~10 L/min,膨肺潮气量(VT)控制为患者平时 VT 的 1.5 倍,挤压频率控制在 10~12 次/min,人工呼吸囊送完气后暂停屏气 2 s;呼气时将人工呼吸囊以较快的速度放开,使气道内部与外部之间产生压力差,以利于将气道内的分泌物向外排出。② 震颤[4]:使用振动排痰机,频率 20~30 cps,每次 15~20 min,每日 2 次。③ 早期功能锻炼[5]:包括肢体的被动活动和主动运动,主要有举臂运动、握拳运动、踝泵运动、下肢膝关节髋关节伸屈运动;呼吸锻炼、有效咳嗽、排痰,每次 15~30 min,每日早上 1 次。以上操作均在患者呼吸循环稳定、脉搏血氧饱和度(SpO_2)≥0.90 时进行。

1.3　观察指标:CPT 组有创 MV 期间 CPT 治疗前后呼吸功能和生命体征的变化;两组治疗前及治疗后 2、3、4、7 d 急性生理学与慢性健康状况评分系统Ⅱ(APACHE Ⅱ)评分和氧合指数(PaO_2/FiO_2)的变化;两组治疗后实验室指标,VAP、肺不张和下肢 DVT 发生率,以及 MV 时间、ICU 住院时间。

1.4　统计学处理:应用 SPSS 17.0 软件进行统计分析,采用 Kolmogorov-Smirnov 法对计量资料进行正态性检验,正态分布的计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用单因素方差分析,两两比较方差齐时采用 LSD 法检验,方差不齐时采用 Tamhane *T2* 法检验;非正态分布的计量资料以中位数(四分位数)〔$M(Q_L, Q_U)$〕表示,多组间比较采用非参数 Kruskal-Wallis H 检验,两组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以率表示,采用 χ^2 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结　果

2.1　一般资料(表 1):68 例重症患者无中途放弃治疗或退出,均纳入最终分析;其中男性 47 例,女性 21 例;年龄 27~86 岁,平均(64.09±14.56)岁;原发病主要为复杂性腹腔感染、重症肺炎、慢性阻塞性肺疾病急性加重期(AECOPD)和急性有机磷中毒(APP)等;无死亡病例。两组患者性别、年龄、治疗前 APACHE Ⅱ评分和 PaO_2/FiO_2 及原发病差异均

表 1 是否采用胸肺物理治疗(CPT)两组有创 MV ≥ 48 h 患者一般临床资料比较

组别	例数(例)	男性〔例(%)〕	年龄(岁,$\bar{x}\pm s$)	APACHE Ⅱ评分(分,$\bar{x}\pm s$)	PaO_2/FiO_2(mmHg,$\bar{x}\pm s$)	原发病〔例(%)〕			
						腹腔感染	重症肺炎	AECOPD	APP
对照组	31	25(80.65)	65.58±14.13	18.19±4.82	232.26±116.71	16(51.61)	6(19.35)	2(6.45)	2(6.45)
CPT 组	37	22(59.46)	62.89±15.19	18.49±6.43	224.23± 98.92	19(51.35)	6(16.22)	5(13.51)	1(2.70)
χ^2/t 值		3.547	−0.750	0.209	−0.307	0.000	0.114	0.307	0.562
P 值		0.060	0.456	0.835	0.760	0.983	0.735	0.340	0.453

注:MV 为机械通气,APACHE Ⅱ为急性生理学与慢性健康状况评分系统Ⅱ,PaO_2/FiO_2 为氧合指数,AECOPD 为慢性阻塞性肺疾病急性加重期,APP 为急性有机磷中毒;1 mmHg=0.133 kPa

无统计学意义(均 $P>0.05$),说明两组一般资料均衡,具有可比性。

2.2 两组并发症比较(表 2):CPT 组 VAP 发生率明显低于对照组($P<0.05$);对照组还存在肺不张、下肢 DVT 等并发症,而 CPT 组无上述并发症发生。

2.3 两组 MV 时间和 ICU 住院时间比较(表 2):CPT 组患者 MV 时间和 ICU 住院时间均较对照组明显缩短,差异有统计学意义(均 $P<0.05$)。

表 2 是否采用胸肺物理治疗(CPT)两组有创 MV ≥ 48 h 患者并发症及 MV 时间和 ICU 住院时间比较

组别	例数(例)	并发症〔例(%)〕			MV 时间(h,$\bar{x}\pm s$)	ICU 住院时间(h,$\bar{x}\pm s$)
		VAP	肺不张	下肢 DVT		
对照组	31	8(25.8)	3(9.7)	1(3.2)	133.9±117.2	207.4±177.7
CPT 组	37	2(5.4)	0(0)	0(0)	77.4± 41.0	134.4± 71.4
χ^2/t 值		4.089	1.803	0.008	−2.558	−2.146
P 值		0.043	0.179	0.929	0.015	0.038

注:MV 为机械通气,ICU 为重症加强治疗病房,VAP 为呼吸机相关性肺炎,DVT 为深静脉血栓形成

2.4 两组治疗前后 APACHE Ⅱ评分及 PaO_2/FiO_2 比较(表 3):两组患者治疗前 APACHE Ⅱ评分及 PaO_2/FiO_2 差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。两组治疗 2 d 起 APACHE Ⅱ评分呈降低趋势,以 CPT 组降低更为显著,4 d 后显著低于对照组(均 $P<0.05$)。两组治疗后 PaO_2/FiO_2 呈升高趋势,组间各时间点差异无统计学意义(均 $P>0.05$);但 CPT 组治疗 3 d PaO_2/FiO_2 即较治疗前显著升高,而对照组则于治疗 4 d 才出现显著升高(均 $P<0.05$)。

表 3 是否采用胸肺物理治疗(CPT)两组有创 MV ≥ 48 h 患者治疗前后 APACHE Ⅱ及 PaO_2/FiO_2 变化比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数(例)	APACHE Ⅱ评分(分)				
		治疗前	治疗 2 d	治疗 3 d	治疗 4 d	治疗 7 d
对照组	31	18.2±4.8	13.9±4.6[a]	12.3±4.8[a]	12.5±5.3[a]	14.5±4.9
CPT 组	37	18.5±6.4	14.3±5.7[a]	11.0±4.3[a]	8.6±3.9[ab]	7.9±5.2[ab]
组别	例数(例)	PaO_2/FiO_2(mmHg)				
		治疗前	治疗 2 d	治疗 3 d	治疗 4 d	治疗 7 d
对照组	31	232.3±116.7	256.7±63.9	270.7±68.2	302.3±93.1[a]	246.3±108.7
CPT 组	37	224.2± 98.9	263.1±77.7	278.1±79.0[a]	303.8±75.7[a]	311.4± 84.7[a]

注:MV 为机械通气,APACHE Ⅱ为急性生理学与慢性健康状况评分系统Ⅱ,PaO_2/FiO_2 为氧合指数;1 mmHg=0.133 kPa;与本组治疗前比较,[a]$P<0.05$;与对照组比较,[b]$P<0.05$

2.5 CPT 组治疗前后呼吸功能和生命体征的变化(表 4):37 例 CPT 患者治疗后除 SpO_2 较治疗前显著升高外($P<0.05$),其余生命体征及 VT、呼吸频率(RR)、气道峰压(Ppeak)、平均气道压(Pmean)等呼吸功能指标均无明显变化。

表 4 37 例有创 MV ≥ 48 h 患者胸肺物理治疗(CPT)前后呼吸功能和生命体征指标的变化($\bar{x}\pm s$)

时间	例数(例)	VT(mL)	RR(次/min)	Ppeak(cmH_2O)	Pmean(cmH_2O)
治疗前	37	479.7± 81.9	16.3±2.8	18.3±3.7	9.1±1.7
治疗后	37	493.1±100.0	16.9±3.3	17.9±3.3	9.1±1.9
时间	例数(例)	HR(次/min)	SBP(mmHg)	DBP(mmHg)	SpO_2
治疗前	37	92.9±17.1	122.8±19.8	60.4±10.6	0.978±0.018
治疗后	37	93.7±15.9	122.9±15.6	60.9± 9.3	0.985±0.016[a]

注:MV 为机械通气,VT 为潮气量,RR 为呼吸频率,Ppeak 为气道峰压,Pmean 为平均气道压,HR 为心率,SBP 为收缩压,DBP 为舒张压,SpO_2 为脉搏血氧饱和度;1 cmH_2O=0.098 kPa,1 mmHg=0.133 kPa;与治疗前比较,[a]$P<0.05$

2.6 两组治疗后实验室指标比较(表 5):CPT 组患者治疗后血乳酸较对照组明显降低($P<0.05$);而两组治疗后白细胞计数(WBC)、血糖差异无统计学意义(均 $P>0.05$)。

表 5 是否采用胸肺物理治疗(CPT)两组有创 MV ≥ 48 h 患者治疗后实验室指标比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数(例)	WBC($\times10^9$/L)	乳酸(mmol/L)	血糖(mmol/L)
对照组	31	11.04±7.51	1.32±1.09	7.73±2.24
CPT 组	37	10.34±4.13	1.10±0.79	8.30±5.05
t 值		−1.233	−2.111	1.326
P 值		0.218	0.036	0.186

注:MV 为机械通气,WBC 为白细胞计数

3 讨 论

有创 MV 在 ICU 应用非常广泛,但其带来的并发症已日趋成为临床医务人员关注的焦点。CPT 是指通过胸肺评估,应用呼吸训练、体位引流、振动叩击、肺扩张技术、气道吸引、运动疗法等手段,促使肺泡及小支气管内的分泌物移到大气管,从而利于分泌物清除,改善通气及氧合,增加肺的顺应性,促进肺膨胀的一种手段[1-2, 6]。石泽亚等[7]研究表

明，振动排痰有助于改善患者呼吸功能，促进痰液排出，提高疗效。研究表明，坚持肺部物理治疗可缩短 MV 患儿撤机时间，提高撤机成功率，降低并发症发生率和病死率[8]，还可以通过诱导排痰提高患儿肺结核确诊率[9]。喻鹏铭等[10]报道，运动耐受不良是导致 AECOPD 患者日常生活活动受限的主要因素之一，而 CPT 有助于患者肺康复，是提高 AECOPD 患者运动耐受的最佳方法；该研究组进一步研究表明，CPT 有利于双肺移植术后患者尽快撤机，随患者病情逐渐改善，CPT 强度可逐渐加大，促使患者早日康复，效果满意[11]。张春素和赵军山[12]研究表明，胸部物理治疗可明显改善 MV 患者各项肺功能指标，缩短 MV 时间和 ICU 住院时间，对减少 MV 患者肺部并发症有较好的疗效。但也有研究报道，物理治疗对血流动力学和颅内压有不利影响[13-14]。

本研究通过对 ICU 有创 MV 患者实施 CPT，观察其并发症发生率、MV 时间、ICU 住院时间和呼吸循环等系统的变化。结果显示，CPT 组患者 VAP 发生率明显低于对照组，提示 CPT 对预防 VAP 有一定作用，与景继勇等[15]报道结果一致；两组肺不张发生率差异无统计学意义，但 CPT 组 1 例患者入科时表现为部分肺不张，经 CPT 治疗后好转，表明对 MV 患者实施 CPT 可能对肺不张的发生有一定预防作用；两组下肢 DVT 发生率无明显差异，可能与病例数少，患者住院病程较短有关，但可以看出，CPT 组无下肢 DVT 发生。

本研究结果还显示，CPT 组患者 MV 时间、ICU 住院时间较对照组明显缩短，提示对 MV 患者实施 CPT 可以缩短 MV 时间和 ICU 住院时间，促进患者早日康复。

从呼吸循环的监测指标来看，两组患者治疗 2 d 起 APACHE Ⅱ 评分较治疗前显著降低，治疗 4 d 后 CPT 组明显低于对照组；且 CPT 组治疗 3 d 后 PaO_2/FiO_2 即较治疗前显著升高，而对照组治疗 4 d 才出现显著升高，提示 CPT 对 MV 患者的治疗效果有积极作用。另外，CPT 组治疗前后仅 SpO_2 出现波动，其他生命体征均稳定，与毛玉瑢等[16]研究结果基本相似。早期功能锻炼可预防 ICU 的 MV 患者肌力衰竭，促进肢体血液循环，提高患者日常生活自理能力[17]。研究表明，血乳酸是反映外周组织灌注的敏感标志物[18]。本研究中无一例患者发生下肢 DVT，且 CPT 组治疗后血乳酸水平显著低于对照组，表明 CPT 治疗，尤其是早期功能锻炼，能改善患者氧供及四肢循环情况。

综上所述，CPT 对预防 MV 相关并发症有一定作用，可缩短 MV 时间、ICU 住院时间，促进患者早日康复。

参考文献

[1] Pisi G, Chetta A. Airway clearance therapy in cystic fibrosis patients [J]. Acta Biomed, 2009, 80 (2): 102-106.

[2] 王文丽，李脉，敖丽娟. 胸肺物理治疗的研究进展 [J]. 中国康复医学杂志，2011, 26 (9): 102-105. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2011.09.026.
Wang WL, Li M, Ao LJ. Research progress in chest physiotherapy [J]. Chin J Rehabil Med, 2011, 26 (9): 102-105. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2011.09.026.

[3] 刘静兰，刘琼，马东玲，等. 膨肺吸痰联合胸肺物理治疗在严重颅脑损伤机械通气患者中的应用 [J]. 中国医学创新，2014, 11 (25): 87-89. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4985.2014.25.030.
Liu JL, Liu Q, Ma DL, et al. Application of lung dilated suction with physical therapy in severe craniocerebral injury patients during mechanical ventilation [J]. Med Innovation China, 2014, 11 (25): 87-89. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4985.2014.25.030.

[4] 应利君，吕铁，李智鑫，等. 氨溴索联合振动排痰机治疗呼吸机相关性肺炎的疗效 [J]. 中华老年医学杂志，2014, 33 (8): 871-873. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-9026.2014.08.014.
Ying LJ, Lyu T, Li ZX, et al. Efficacy of combination therapy of ambroxol with vibration expectoration machine on ventilator-associated pneumonia [J]. Chin J Geriatr, 2014, 33 (8): 871-873. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-9026.2014.08.014.

[5] 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.0b013e3181f270c3.

[6] 李磊，李静，喻鹏铭，等. 胸科物理治疗技术及临床研究进展 [J]. 中国康复，2015, 30 (1): 49-53. DOI: 10.3870/zgkf.2015.01.016.
Li L, Li J, Yu PM, et al. Progress in chest physiotherapy and its clinical study [J]. Chin J Rehabil, 2015, 30 (1): 49-53. DOI: 10.3870/zgkf.2015.01.016.

[7] 石泽亚，秦月兰，祝益民，等. 纤维支气管镜肺泡灌洗联合振动排痰治疗重症肺炎机械通气患者的效果观察：一项 286 例患者前瞻性随机对照研究 [J]. 中华危重病急救医学，2017, 29 (1): 66-70. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.01.014.
Shi ZY, Qin YL, Zhu YM, et al. Effect of bronchoalveolar lavage with fiberoptic bronchoscopy combined with vibration sputum drainage on mechanically ventilated patients with severe pneumonia: a prospective randomized controlled trial in 286 patients [J]. Chin Crit Care Med, 2017, 29 (1): 66-70. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.01.014.

[8] 杨群兴. 肺部物理治疗在小儿机械通气的临床应用 [J]. 现代临床医学生物工程学杂志，2004, 10 (6): 509-510. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-1927.2004.06.032.
Yang QX. Clinical application of lung physiotherapy in children undergoing mechanical ventilation [J]. J Mod Clin Med Bioeng, 2004, 10 (6): 509-510. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-1927.2004.06.032.

[9] 严明. 诱导排痰在儿童肺结核诊断中的应用价值 [J]. 中国中西医结合急救杂志，2010, 17 (1): 36. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2010.01.012.
Yan M. Application value of induced sputum in the diagnosis of pulmonary tuberculosis in children [J]. Chin J TCM WM Crit Care, 2010, 17 (1): 36. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2010.01.012.

[10] 喻鹏铭，谢薇，张洪，等. 改善慢性阻塞性肺疾病患者运动耐受的运动训练策略 [J]. 中国康复医学杂志，2008, 23 (9): 856-859. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2008.09.030.
Yu PM, Xie W, Zhang H, et al. Exercise training strategies for improving exercise tolerance in patients with chronic obstructive pulmonary disease [J]. Chin J Rehabil Med, 2008, 23 (9): 856-859. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2008.09.030.

[11] 喻鹏铭，刘伦旭，车国卫，等. 双肺移植后胸科物理治疗 1 例 [J]. 中国组织工程研究与临床康复，2009, 13 (18): 3557-3559. DOI: 10.3969/j.issn.1673-8225.2009.18.036.
Yu PM, Liu LX, Che GW, et al. Chest physiotherapy following bilateral lung transplantation in one case [J]. J Clin Rehabil Tissue Eng Res, 2009, 13 (18): 3557-3559. DOI: 10.3969/j.issn.1673-8225.2009.18.036.

（下转第 412 页）

706–708. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001–0939.2014.09.020.
Cheng YM, Shen F, Wang DF. Protective role of preconditioning with propofol for ARDS rat induced by different injuries [J]. Chin J Tuberc Respir Dis, 2014, 37 (9): 706–708. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001–0939.2014.09.020.
[12] 殷宗宝, 计超, 向群, 等. 血必净注射液对中暑大鼠血管内皮细胞功能的影响 [J]. 中国中西医结合急救杂志, 2014, 21 (5): 360–363. DOI: 10.3969/j.issn.1008–9691.2014.05.010.
Yin ZB, Ji C, Xiang Q, et al. Effects of Xuebijing injection on vascular endothelial cell function in rats with heat stress [J]. Chin J TCM WM Crit Care, 2014, 21 (5): 360–363. DOI: 10.3969/j.issn.1008–9691.2014.05.010.
[13] 张平平, 王庆树, 李志军, 等. 血必净注射液对脓毒症患者凝血功能的影响 [J]. 中国中西医结合急救杂志, 2014, 21 (3): 198–200. DOI: 10.3969/j.issn.1008–9691.2014.03.010.
Zhang PP, Wang QS, Li ZJ, et al. Effects of Xuebijing injection on blood coagulation in patients with sepsis [J]. Chin J TCM WM Crit Care, 2014, 21 (3): 198–200. DOI: 10.3969/j.issn.1008–9691.2014.03.010.
[14] 佟欣, 栾婷, 李国福, 等. 早期抗凝对脂多糖致急性肺损伤大鼠的保护作用 [J]. 中华危重病急救医学, 2014, 26 (11): 836–838. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095–4352.2014.11.014.
Tong X, Luan T, Li GF, et al. Protective role of early anticoagulation for rat with acute lung injury caused by lipopolysaccharide [J]. Chin Crit Care Med, 2014, 26 (11): 836–838. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095–4352.2014.11.014.
[15] Cornet AD, Hofstra JJ, Vlaar AP, et al. Activated protein C attenuates pulmonary coagulopathy in patients with acute respiratory distress syndrome [J]. J Thromb Haemost, 2013, 11 (5): 894–901. DOI: 10.1111/jth.12179.
[16] 章捷, 单治, 吴鼎宇, 等. 不同补液对急性呼吸窘迫综合征 SD 大鼠凝血功能的影响 [J]. 中华肺部疾病杂志(电子版), 2011, 4 (2): 95–102. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674–6902.2011.02.004.
Zhang J, Shan Z, Wu DY, et al. Different infusion on blood coagulation of acute respiratory distress syndrome SD rats [J]. Chin J Lung Dis (Electron Ed), 2011, 4 (2): 95–102. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674–6902.2011.02.004.
[17] Fries D, Innerhofer P, Klingler A, et al. The effect of the combined administration of colloids and lactated Ringer's solution on the coagulation system: an in vitro study using thrombelastograph coagulation analysis (ROTEG) [J]. Anesth Analg, 2002, 94 (5): 1280–1287.
[18] Kaczynski J, Wilczynska M, Hilton J, et al. Impact of crystalloids and colloids on coagulation cascade during trauma resuscitation—a literature review [J]. Emerg Med Health Care, 2013, 1: 1–6.
[19] de Moerloose P, Boehlen F, Neerman–Arbez M. Fibrinogen and the risk of thrombosis [J]. Semin Thromb Hemost, 2010, 36 (1): 7–17. DOI: 10.1055/s–0030–1248720.
[20] Cornet AD, Oudemans–van Straaten HM, Schultz MJ, et al. Anticoagulants for ARDS: facts and future [J]. Neth J Crit Care, 2014, 18 (6): 3–8.
[21] Levi M, de Jonge E, van der Poll T. Rationale for restoration of physiological anticoagulant pathways in patients with sepsis and disseminated intravascular coagulation [J]. Crit Care Med, 2001, 29 (7 Suppl): S90–94.
[22] 张敏. 人血浆白蛋白的生理功能及临床应用 [J]. 四川生理科学杂志, 2011, 33 (1): 36–38. DOI: 10.3969/j.issn.1671–3885.2011.01.017.
Zhang M. Physiological functions and clinical applications of human albumin [J]. Sichuan J Physiol Sci, 2011, 33 (1): 36–38. DOI: 10.3969/j.issn.1671–3885.2011.01.017.
[23] 史旭波, 胡大一. 肝素的抗凝机制及临床相关问题 [J]. 临床荟萃, 2007, 22 (18): 1293–1295. DOI: 10.3969/j.issn.1004–583X.2007.18.001.
Shi XB, Hu DY. Anticoagulation mechanisms of heparin and its clinical related questions [J]. Clin Focus, 2007, 22 (18): 1293–1295. DOI: 10.3969/j.issn.1004–583X.2007.18.001.
[24] 尹石华, 陈光连, 乔学仁, 等. 肺结核患者血清Ⅲ型前胶原肽的检测分析 [J]. 中华结核和呼吸杂志, 1995, 18 (4): 215–217, 254–255.
Yin SH, Chen GL, Qiao XR, et al. Measurement and analysis of serum procollagen peptide Ⅲ in patients with pulmonary tuberculosis [J]. Chin J Tubere Respir Dis, 1995, 18 (4): 215–217, 254–255.
[25] 郑向鹏, 滑炎卿, 张国桢, 等. Ⅲ型胶原纤维在实验性特发性肺纤维化早期的动态研究 [J]. 上海医学, 2002, 25 (4): 205–209. DOI: 10.3969/j.issn.0253–9934.2002.04.004.
Zheng XP, Hua YQ, Zhang GZ, et al. Expression of type Ⅲ collagen in bleomycin–induced pulmonary fibrosis [J]. Shanghai Med J, 2002, 25 (4): 205–209. DOI: 10.3969/j.issn.0253–9934.2002.04.004.
[26] Uhlig C, Silva PL, Deckert S, et al. Albumin versus crystalloid solutions in patients with the acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta–analysis [J]. Crit Care, 2014, 18 (1): R10. DOI: 10.1186/cc13187.
[27] Verheij J, van Lingen A, Raijmakers PG, et al. Effect of fluid loading with saline or colloids on pulmonary permeability, oedema and lung injury score after cardiac and major vascular surgery [J]. Br J Anaesth, 2006, 96 (1): 21–30. DOI: 10.1093/bja/aei286.
[28] Margarido CB, Margarido NF, Otsuki DA, et al. Pulmonary function is better preserved in pigs when acute normovolemic hemodilution is achieved with hydroxyethyl starch versus lactated Ringer's solution [J]. Shock, 2007, 27 (4): 390–396. DOI: 10.1097/01.shk.0000245026.01365.55.
[29] Di FA, Ciapetti M, Prencipe D, et al. Experimentally–induced acute lung injury: the protective effect of hydroxyethyl starch [J]. Ann Clin Lab Sci, 2006, 36 (3): 345–352. DOI:
[30] Huang CC, Kao KC, Hsu KH, et al. Effects of hydroxyethyl starch resuscitation on extravascular lung water and pulmonary permeability in sepsis–related acute respiratory distress syndrome [J]. Crit Care Med, 2009, 37 (6): 1948–1955. DOI: 10.1097/CCM.0b013e3181a00268.

（收稿日期：2016–12–26）

（上接第 406 页）

[12] 张春素, 赵军山. 胸部物理治疗对预防机械通气患者肺部并发症的效果观察 [J]. 中国误诊学杂志, 2010, 10 (11): 2541–2542.
Zhang CS, Zhao JS. Observatiaon of effect of chest physical therapy for prevention of pulmonary complications in patients with mechanical ventilation [J]. Chin J Misdiagn, 2010, 10 (11): 2541–2542.
[13] Ahrens T, Kollef M, Stewart J, et al. Effect of kinetic therapy on pulmonary complications [J]. Am J Crit Care, 2004, 13 (5): 376–383.
[14] Malkoç M, Karadibak D, Yildirim Y. The effect of physiotherapy on ventilatory dependency and the length of stay in an intensive care unit [J]. Int J Rehabil Res, 2009, 32 (1): 85–88. DOI: 10.1097/MRR.0b013e3282fc0fce.
[15] 景继勇, 兰美娟, 曾妃, 等. 综合胸部物理治疗对呼吸机相关性肺炎的预防作用 [J]. 中华护理杂志, 2004, 39 (2): 100–102.
Jing JY, Lan MJ, Zeng F, et al. Compositive chest physiotherapy for the prevention of ventilatior–associated pneumonia [J]. Chin J Nurs, 2004, 39 (2): 100–102.
[16] 毛玉瑢, 黄东锋, 管向东, 等. 外科重症监护室中物理治疗对于患者的干预效应和结局分析 [J]. 中国康复医学杂志, 2010, 25 (9): 850–853. DOI: 10.3969/j.issn.1001–1242.2010.09.008.
Mao YR, Huang DF, Guan XD, et al. A study of physical therapy in surgery intensive care unit [J]. Chin J Rehabil Med, 2010, 25 (9): 850–853. DOI: 10.3969/j.issn.1001–1242.2010.09.008.
[17] 蔡霞, 薛小燕, 赵冬群, 等. 功能锻炼在重症监护室机械通气病人中的应用 [J]. 中国保健营养, 2016, 26 (13): 463.
Cai X, Xue XY, Zhao DQ, et al. Application of functional exercise in patients undergoing mechanical ventilation in intensive care unit [J]. China Health Care Nutr, 2016, 26 (13): 463.
[18] 刘传勇, 江莲英, 吕曦, 等. 动脉血乳酸测定在严重脓毒症患儿病情转归中的评价 [J]. 实用检验医师杂志, 2011, 3 (2): 106–107. DOI: 10.3969/j.issn.1674–7151.2011.02.012.
Liu CY, Jiang LY, Lyu X, et al. Evaluation of arterial blood lactate in patients with severe sepsis [J]. Chin J Clin Lab Pathol, 2011, 3 (2): 106–107. DOI: 10.3969/j.issn.1674–7151.2011.02.012.

（收稿日期：2016–11–04）