

· 临床研究 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.18.007

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20240614.1758.031\(2024-06-17\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20240614.1758.031(2024-06-17))

呼吸训练器对行无创机械通气的 COPD 急性加重期患者的临床疗效分析*

秦娅琼¹, 姜秀春^{2△}, 周兴强³, 杨华³, 向薇³, 杨妮³, 谢亚莉³

(1. 锦州医科大学第一临床医学院, 辽宁盘锦 124000; 2. 盘锦辽油宝石花医院呼吸与危重症医学科, 辽宁盘锦 124000; 3. 湖北民族大学附属民大医院呼吸与危重症医学科, 湖北恩施 445000)

[摘要] **目的** 探讨呼吸训练器对行无创机械通气的慢性阻塞性肺疾病(COPD)急性加重期患者的临床疗效。**方法** 选取 2019—2023 年湖北民族大学附属民大医院收治的 85 例行无创机械通气的 COPD 患者为研究对象, 随机数字表法分为试验组($n=42$)和对照组($n=43$)。对照组采用常规的无创机械通气、抗感染、吸入制剂解痉、祛痰等对症支持治疗, 试验组在对照组基础上采用呼吸训练器(K5)行早、晚各 1 次的呼吸训练。比较两组相关指标的差异。**结果** 两组患者治疗后第 1 秒用力呼气量占预计值百分比(FEV1%)、第 1 秒用力呼气量/用力肺活量(FEV1/FVC)、COPD 评估测试(CAT)评分、改良版英国医学研究委员会呼吸困难量表(mMRC)评分、6 min 步行距离(6MWD)、圣乔治呼吸问卷(SGRQ)评分、最大吸气压(MIP)、最大呼气压(MEP), 治疗第 3、7 天时动脉二氧化碳分压(PaCO_2)、动脉氧分压(PaO_2)与治疗前比较差异有统计学意义($P<0.05$), 试验组上述指标较对照组改善更明显($P<0.05$)。**结论** 呼吸训练器能提高行无创机械通气的 COPD 急性加重期患者的临床疗效和肺通气功能。

[关键词] 呼吸训练器; 无创机械通气; 慢性阻塞性肺疾病; 急性加重期

[中图分类号] R563.9 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2024)18-2755-06

Clinical effect analysis of respiratory trainer in patients with acute exacerbation of COPD undergoing non-invasive mechanical ventilation*

QIN Yaqiong¹, JIANG Xiuchun^{2△}, ZHOU Xingqiang³, YANG Hua³,
XIANG Wei³, YANG Ni³, XIE Yali³

(1. First Clinical Medicine College, Jinzhou Medical University, Panjin, Liaoning 124000, China; 2. Department of Respiration and Critical Illness Medicine, Panjin Liaoyou Baoshihua Hospital, Panjin, Liaoning 124000, China; 3. Department of Respiration and Critical Illness Medicine, Affiliated Minda Hospital, Hubei Nationalities University, Enshi, Hubei 445000, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the clinical effect of respiratory trainer in the patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) undergoing non-invasive positive pressure ventilation. **Methods** A total of 85 patients with COPD undergoing non-invasive positive pressure ventilation admitted and treated in the Affiliated Minda Hospital of Hubei Nationalities University during 2019—2023 were selected as the study subjects and divided into the experiment group and the control group through random number table method. The control group adopted the symptomatic and supportive treatment such as routine non-invasive positive pressure ventilation, anti-infection, preparation aspiration for spasmolysis and eliminating phlegm, while on the base of the control group, the experiment group adopted respiratory trainer (K5) for respiratory training each once in the morning and at night. The differences in the related indexes were compared between the two groups. **Results** The percentage of forced expiratory volume in the first second (FEV1%), forced expiratory volume in 1 second/forced lung capacity (FEV1/FVC), COPD assessment test (CAT) score, modified Medical Research Council Dyspnea Scale (mMRC) score, 6-min walking distance (6MWD), SGRQ score, maximum inspiratory pressure (MIP), maximum expiratory pressure (MEP), partial pressure of

* 基金项目: 湖北省卫生健康委员会科研项目(WJ2019M1169)。△ 通信作者, E-mail: 784921652@qq.com。

carbon dioxide (PaCO₂) and PaO₂ on 3,7 d after treatment in both groups had statistically significant difference compared with before treatment ($P < 0.05$), and the improvement of the above indicators in the experiment group was more significant compared with the control group ($P < 0.05$). **Conclusion** Respiratory trainer could improve the clinical effect and pulmonary ventilation function in the patients with acute exacerbation of COPD undergoing non-invasive positive pressure ventilation.

[Key words] respiratory trainer; non-invasive positive pressure ventilation; chronic obstructive pulmonary disease; acute exacerbation stage

慢性阻塞性肺疾病(COPD)全球倡议(GOLD) 2023 将 COPD 重新进行了定义: COPD 属于一种异质性的肺部状态,以慢性呼吸道症状(咳嗽、咳痰、喘息、呼吸困难)为主要特征,病因与气道异常(支气管炎、细支气管炎)和肺泡异常(肺气肿)相关,通常表现为持续性、进行性加重的气流阻塞^[1]。其患病率高、死亡率高,是一种严重危害人类健康的常见病^[2-4]。世界卫生组织(WHO)2019 年报告,COPD 为全球第三大致死性疾病,其死亡人数高达 323 万;随着发展中国家人口老龄化的加剧和吸烟率的上升,在未来 40 年,COPD 的患病人数将持续升高,预计至 2060 年死于 COPD 及其相关并发症患者将超过 540 万人/年。我国 COPD 患者人数接近 1 亿,40 岁及以上占 13.7%^[5]。COPD 已成为重要的全球公共卫生问题,给患者家庭及社会带来沉重的经济负担^[6-7]。无创机械通气可明显改善患者呼吸困难症状,是 COPD 急性加重期患者合并呼吸衰竭常用的治疗方法^[8]。呼吸肌运动训练可延缓稳定期重度和极重度 COPD 患者第 1 秒用力呼气量(FEV₁)的下降速度,提高患者运动能力和生活质量,但对急性加重期 COPD 患者没有明确的推荐意见^[9]。研究表明,吸气肌训练可改善 COPD 患者运动能力及生活质量^[10],呼气肌训练可增加呼吸肌肌力,缓解呼吸困难症状^[11]。行无创机械通气的 COPD 患者常因伴随呼吸困难症状而需要长时间戴机,导致患者运动能力下降,甚至拒绝运动,增加了患者肌肉功能萎缩、退化的风险;而肌肉萎缩导致的呼吸肌无力是 COPD 患者发生 CO₂ 潴留和肺泡低通气综合征的重要原因^[12],甚至有研究认为肌肉减少是 COPD 患者肺功能恶化和不良预后的危险因素,是增加 COPD 病死率的独立危险因素^[13]。临床上 COPD 稳定期或急性加重期主要依赖于药物治疗,但单纯药物治疗对 COPD 患者远期预后往往较差,因此还需辅助其他干预方法^[14]。

临床辅助治疗 COPD 患者的常用非药物干预手段较多,但大多数干预内容缺乏规范性和系统性,且受个体差异因素的影响较大,总体效果不理想^[15]。呼吸训练器是一种具有锻炼呼吸肌功能和排痰双重功效的训练仪器,近年来逐渐应用于慢性呼吸系统疾病

的辅助治疗^[16]。本文分析呼吸训练器对行无创机械通气的 COPD 急性加重期患者的疗效,以期对临床有一定指导作用。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究为前瞻性随机对照试验,选取 2019—2023 年湖北民族大学附属民大医院收治的 85 例行无创机械通气的 COPD 患者为研究对象,年龄 50~70 岁。入院后所有患者行下肢静脉彩超,以了解患者是否有深静脉血栓形成,防止在训练过程中出现急性肺栓塞。纳入标准:(1)参照 GOLD 2021 版^[17] COPD 急性加重期的诊断标准;(2)住院时间 < 3 d;(3)神志清楚,对刺激保持反应,生命体征相对平稳;(4)患者佩戴无创呼吸机,在吸入氧浓度 < 60% 且呼气末正压 < 10 cmH₂O 的参数条件下,能维持氧饱和度 90% 以上;(5)无低血压、休克,无须泵入血管活性药物^[18]。排除标准:(1)严重呼吸衰竭需立即行气管插管有创通气;(2)存在无创机械通气禁忌证;(3)气管切开、恶性肿瘤及其他支气管肺疾病;(4)心脏起搏器置入、曾患心肌梗死行经皮冠状动脉介入治疗(PCI);(5)入院前不能独立活动(包括抬头或者坐立,床旁行走);(6)入院前需要长期戴呼吸机;(7)患有影响肌力的神经或精神系统方面的疾病;(8)颅内压高或四肢不健全,入院前使用糖皮质激素时间超过 20 d;(9)陈旧性骨折或新发不稳定性骨折;(10)有自发性气胸病史;(11)由于创伤性外伤尚未完全愈合造成的气胸;(12)尚未完全愈合的耳膜破裂或耳膜的其他疾病;(13)哮喘急性加重期或严重呼吸困难伴有感觉或行为异常。本研究经医院伦理委员会批准(审批号:Y2019014),患者及家属知情同意。采用随机数字表法将患者分为试验组($n=42$)和对照组($n=43$),两组一般资料比较差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

1.2 方法

1.2.1 对照组

根据患者病情需要,采用常规的无创机械通气(飞利浦伟康公司 V60 医用无创呼吸机)、抗感染(根据临床经验及痰培养药敏试验结果)、吸入制剂解痉(法国阿斯利康公司,布地格福 320 μg ,早、晚各 2

次)、祛痰(浙江康恩贝制药股份有限公司,氨溴索注射液)等对症支持治疗。

表 1 两组一般资料比较

项目	试验组	对照组	P
	(n=42)	(n=43)	
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	62.79±5.71	63.47±6.24	0.542
男/女(n/n)	39/3	36/7	0.659
BMI($\bar{x}\pm s$,kg/m ²)	20.58±2.43	20.77±2.61	0.683
高血压(n)	15	14	0.859
糖尿病(n)	10	8	0.622
冠心病(n)	5	6	0.811
氧合指数($\bar{x}\pm s$)	271.34±15.54	272.85±15.26	0.620

1.2.2 试验组

在对照组基础上采用呼吸训练器(江苏天瑞医疗器械有限公司,K5)进行训练,每天 2 次(早、晚各 1 次),每天累计 5~10 min。患者坐立位或站立位,手拿训练设备,保持放松。将拇指放在彩色橡胶柄上,手掌环握住设备后下方,确保手部不要盖住进气口。将设备咬嘴置于口腔中,咬紧挡板牙垫,保持密封环境。首先尽可能呼气,然后尽最大能力进行快速吸气,越快越好;随后放松呼吸,缓慢呼气,气体自然通过口腔,保持胸部和肩部肌肉松弛,直至感到肺部气体完全排空,容积速度条的指针到达底部;在吸气和呼气结束后,暂停 1 s,使设备有足够时间完成自身初始化;1 个循环完毕,再进行下一个循环。确保缓慢呼气,以防因过度换气而出现头晕、全身麻木。如果感到头晕或全身麻木,可放缓速度或者适当休息。在使用过程中,根据患者肺功能情况,设置一个适合个人训练要求的负荷水平,使患者达到最佳训练水平及防止并发症的发生。

患者出现以下情况终止呼吸训练^[19-20]:(1)收缩压>200 mmHg 或<90 mmHg,平均动脉压<65 mmHg,心律不稳需使用抗心律失常药物或血压不稳

需使用血管活性药物,急性心肌梗死;(2)急性颅脑损伤、卒中、蛛网膜下腔或颅内出血,脊髓损伤或神经功能恶化;(3)吸入氧浓度(FiO₂)>60%,呼气末正压>10 cmH₂O,呼吸频率>35 次/min,需要气管插管使用有创机械通气;(4)患者感到明显的胸痛、胸闷、心悸、呼吸困难,血氧饱和度<90%。

1.3 观察指标

比较两组性别、年龄、BMI,合并高血压、糖尿病、冠心病情况;治疗前后第 1 秒用力呼气量占预计值百分比(FEV1%)、FEV1/用力肺活量(FVC)、COPD 评估测试(CAT)评分、改良版英国医学研究委员会呼吸困难量表(mMRC)评分、6 min 步行距离(6MWD)、圣乔治呼吸问卷(SGRQ)评分、最大吸气压(MIP)、最大呼气压(MEP);分别于治疗第 3、7 天 7:00 采集患者动脉血进行血气分析,并记录动脉二氧化碳分压(PaCO₂)、动脉氧分压(PaO₂)。

1.4 统计学处理

采用 SPSS27.0 软件进行统计学分析。计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用两独立样本 *t* 检验;计数资料以例数或百分比表示,采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组治疗前后相关指标比较

两组治疗后 FEV1%、FEV1/FVC、CAT 评分、mMRC 评分、6MWD、SGRQ 评分较治疗前改善(*P*<0.05),试验组上述指标较对照组改善更加明显(*P*<0.05),见表 2。

2.2 两组治疗期间血气分析指标比较

两组治疗第 3、7 天时 PaCO₂、PaO₂ 与治疗前比较差异有统计学意义(*P*<0.05),试验组较对照组变化更明显(*P*<0.05),见表 3。

2.3 两组治疗前后 MIP、MEP 比较

两组治疗后 MIP、MEP 较治疗前升高(*P*<0.05),试验组较对照组升高更明显(*P*<0.05),见表 4。

表 2 两组治疗前后相关指标比较($\bar{x}\pm s$)

项目	试验组(n=42)		对照组(n=43)	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
FEV1%	0.38±0.58	0.47±0.12 ^{ab}	0.40±0.62	0.41±0.70 ^a
FEV1/FVC	0.49±0.72	0.56±0.81 ^{ab}	0.47±0.65	0.52±0.80 ^a
CAT 评分(分)	15.28±4.42	24.78±3.86 ^{ab}	15.66±3.88	18.67±3.96 ^a
mMRC 评分(分)	1.28±0.56	2.32±0.89 ^{ab}	1.25±0.77	1.32±0.78 ^a
6MWD(m)	255±35	328±29 ^{ab}	262±42	303±21 ^a
SGRQ 评分(分)	35.04±6.24	53.20±7.18 ^{ab}	34.15±7.01	38.45±7.40 ^a

^a:*P*<0.05,与治疗前比较;^b:*P*<0.05,与对照组比较。

表 3 两组治疗期间 PaCO₂、PaO₂ 比较($\bar{x} \pm s$, mmHg)

组别	n	治疗前		第 3 天		第 7 天	
		PaCO ₂	PaO ₂	PaCO ₂	PaO ₂	PaCO ₂	PaO ₂
试验组	42	66.09±5.95	64.08±4.97	62.28±5.63 ^{ab}	68.12±4.24 ^{ab}	57.91±4.56 ^{ab}	74.18±3.90 ^{ab}
对照组	43	67.85±6.64	65.72±5.81	64.68±6.48 ^a	66.98±4.90 ^a	59.89±4.98 ^a	71.89±4.26 ^a

^a: $P < 0.05$, 与治疗前比较; ^b: $P < 0.05$, 与对照组比较。

表 4 两组治疗前后 MIP、MEP 比较($\bar{x} \pm s$, cmH₂O)

组别	n	MIP		MEP	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
试验组	42	43.83±17.42	67.66±15.45 ^{ab}	44.57±16.99	79.25±18.33 ^{ab}
对照组	43	44.25±16.81	55.86±17.97 ^a	45.24±15.56	68.58±16.59 ^a

^a: $P < 0.05$, 与治疗前比较; ^b: $P < 0.05$, 与对照组比较。

3 讨 论

呼吸训练器主要构件有咬嘴、透明罩、球形浮体、筒状集成本体、片状阀和阻力调节装置。咬嘴材料由软聚氯乙烯塑料制成,球形浮体为镀镍钢材料制成,筒状集成本体材料由丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物 (ABS 树脂) 制成,片状阀采用丁晴橡胶材料制成^[21]。这种设计符合呼吸力学的阻力对抗原理^[22],呼吸训练器为主动吸气肌训练装置,主要训练患者吸气肌肌力,吸气肌通过对抗设定的阻力,借此增加呼吸强度及肌耐受度,提高气道内压,易于排出肺内残气,增加通气量和潮气量,从而改善缺氧状态,提高生活质量;通过反复训练,使患者逐渐形成合理的深吸气习惯,提高机体潮气量,降低气道阻力,改善气道闭塞状态,避免因呼吸过慢过浅而引起肺泡塌陷,以此改善患者肺功能^[23]。呼吸训练器用于 COPD 稳定期及急性加重期已被证实^[24],但大多数呼吸训练方案往往提供给稳定期的 COPD 患者,对于 COPD 急性加重期患者只有极少部分的针对性呼吸训练方案^[25]。何梅等^[26]研究发现,通过呼吸训练可明显改善 COPD 急性加重期患者临床症状,提高生活质量,且安全性高。有研究认为,在感染得到控制、临床症状改善后即刻进行呼吸训练,即稳定期的呼吸训练,能明显改善呼吸困难症状、肺功能、血气分析指标,提高运动耐力和生活质量等^[27-28]。尽管呼吸训练在急性加重期已经得到应用,但与 COPD 稳定期的患者不同,目前其没有固定的呼吸训练模式,而且有关序贯长期治疗的信息也较少报道^[29]。由于急性加重期患者往往存在喘息、气促、缺氧等临床症状,呼吸训练应采取低强度的模式,以不加重患者临床症状及缺氧状态为主,同时患者的临床表现和病情严重程度存在个体差异。

本研究表明,两组治疗后 FEV1%、FEV1/FVC、CAT 评分、mMRC 评分、6MWD、SGRQ 评分、MIP、MEP 较治疗前改善明显,试验组上述指标较对照组

改善更明显,这与文献[30-32]研究结果一致。目前国内对呼吸训练还缺乏前瞻性、多中心的大型研究,多为小样本量的研究,缺乏可靠性,因此,关于呼吸训练如何选择标准化的个体化方案才能带来最大获益,至今尚无统一论。此外,康复专业人员和相关康复设备的缺乏也限制了 COPD 急性加重期患者开展呼吸训练^[33],加之患者处于急性期或行无创机械通气又加大了呼吸训练难度,也会产生较大的影响;其他影响因素还包括患者的营养、精神、心理、经济状态等。因此,还需要进行更多的研究,以便为 COPD 急性加重期提供早期呼吸训练的最佳方案。

目前由于我国医护人员的相关认知不足,普遍存在重视药物治疗,轻视甚至忽略呼吸训练的观念,加之对患者缺乏宣教,自愿加入并积极配合呼吸训练的患者也相对较少,导致国内开展呼吸训练的地区也相对较少。呼吸训练为非药物治疗手段,在 COPD 的各项治疗措施中,呼吸训练对于患者远期预后甚至比药物治疗更加有效。尽管如此,在发达国家中也仅有不到 1.2% 的 COPD 患者可以得到康复治疗^[34]。据报道,呼吸训练具有参与人数少、出席率低、退出率高的特点^[35]。我国目前没有专门的适用于呼吸训练的指南,对不同时期的 COPD 患者尚缺乏统一的参考标准^[36]。我国的 COPD 疾病负担较重,需要呼吸康复治疗的患者较多,其在临床上的应用还面临着极大的挑战^[37]。因此,关于如何增加患者参与率、提高普及率及患者对呼吸训练的依从性研究是非常必要的。

综上所述,呼吸训练器用于行无创机械通气的 COPD 急性加重期患者,能改善 FEV1%、FEV1/FVC、CAT 评分、mMRC 评分、6MWD、SGRQ 评分、MIP、MEP 等。但由于本研究样本量较小,未能做到绝对双盲,不能反映所有患者的情况,后期出院后未能随访,其对于 COPD 患者的远期疗效还有待进一步研究证实。

参考文献

- [1] 《2023 GOLD 慢性阻塞性肺疾病诊断、管理及预防全球策略》COPD 急性加重的定义及管理[J]. 实用心脑血管病杂志, 2023, 31(10): 5.
- [2] 王凤燕, 张冬莹, 梁振宇, 等. 面向全科医生的《慢性阻塞性肺疾病诊治指南(2021 年修订版)》解读[J]. 中国全科医学, 2021, 24(29): 3660-3663, 3677.
- [3] 蒲小娟, 彭芳, 赵启全, 等. 多索茶碱联合噻托溴铵对 COPD 患者血清 APN、NE 及 α 1-AT 水平的影响[J]. 保健医学研究与实践, 2023, 20(10): 38-42.
- [4] 薛天怡, 刘世友, 王金豹, 等. 2010—2019 年上海市宝山区居民慢性阻塞性肺疾病死亡情况分析[J]. 上海预防医学, 2022, 34(3): 256-259.
- [5] 陈亚红. 2019 年 GOLD 慢性阻塞性肺疾病诊断、治疗及预防全球策略解读[J/CD]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2019, 11(1): 1-15.
- [6] YU C, XIA Q, LI Q, et al. Hospitalization costs of COPD cases and its associated factors: an observational study at two large public tertiary hospitals in Henan Province, China[J]. BMC Geriatr, 2023, 23(1): 457.
- [7] 徐丽玲, 卢玉宝, 赵彦, 等. COPD 管理云平台的构建及临床应用[J/CD]. 中华肺部疾病杂志(电子版), 2023, 16(4): 481-484.
- [8] BATEMAN E D, HURD S S, BARNES P J, et al. Global strategy for asthma management and prevention: GINA executive summary[J]. Eur Respir J, 2008, 31(1): 143-178.
- [9] LINDENAUER P K, STEFAN M S, PEKOW P S, et al. Association between initiation of pulmonary rehabilitation after hospitalization for COPD and 1-year survival among medicare beneficiaries[J]. JAMA, 2020, 323(18): 1813-1823.
- [10] GILBERT S F. Preface[J]. Curr Top Dev Biol, 2021, 141: xiii-xxiii.
- [11] REBELO P, OLIVEIRA A, PAIXÃO C, et al. Minimal clinically important differences for patient-reported outcome measures of cough and sputum in patients with COPD[J]. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis, 2020, 15: 201-212.
- [12] 徐卫华, 王建军, 吕群, 等. 慢性阻塞性肺病患者肌肉萎缩与系统性炎症及呼吸肌力的相关性[J]. 实用医学杂志, 2013, 29(16): 2629-2631.
- [13] SEPULVEDA-LOYOLA W, OSADNIK C, PHU S, et al. Diagnosis, prevalence, and clinical impact of sarcopenia in COPD: a systematic review and meta-analysis[J]. J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2020, 11(5): 1164-1176.
- [14] 高风英, 王星海, 伏春明, 等. 慢性阻塞性肺疾病稳定期慢性肺损伤的机制研究[J]. 实用心脑血管病杂志, 2012, 20(10): 1595-1597.
- [15] 蔡中立. 呼吸功能锻炼对老年慢性阻塞性肺疾病患者康复效果的影响[J]. 慢性病学杂志, 2018, 19(4): 466-467.
- [16] 管梦瑶. 呼吸训练器联合肺康复训练在慢性阻塞性肺疾病稳定期患者中的应用[J]. 医疗装备, 2022, 35(14): 132-134.
- [17] 中华医学会呼吸病学分会慢性阻塞性肺疾病学组, 中国医师协会呼吸医师分会慢性阻塞性肺疾病工作委员会. 慢性阻塞性肺疾病诊治指南(2021 年修订版)[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2021, 44(3): 170-205.
- [18] BAILEY P, THOMSEN G E, SPUHLER V J, et al. Early activity is feasible and safe in respiratory failure patients[J]. Crit Care Med, 2007, 35(1): 139-145.
- [19] MORRIS P E, GOAD A, THOMPSON C, et al. Early intensive care unit mobility therapy in the treatment of acute respiratory failure[J]. Crit Care Med, 2008, 36(8): 2238-2243.
- [20] 周兴强, 徐治波. 有创机械通气的重症肺炎患者早期肺康复的研究进展[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2016, 11(6): 617-619.
- [21] 汪红辉. 呼吸训练器在 AECOPD 机械通气患者中的应用观察[J]. 中国医疗器械信息, 2023, 29(4): 12-15.
- [22] O'DONNELL D E, MILNE K M, JAMES M D, et al. Dyspnea in COPD: new mechanistic insights and management implications[J]. Adv Ther, 2020, 37(1): 41-60.
- [23] 唐楠, 张东亚, 李旭然. 呼吸训练器对急性加重期慢性阻塞性肺疾病患者心肺功能及耐力的影响[J]. 中华保健医学杂志, 2021, 23(6): 600-603.
- [24] LEELARUNGRAYUB J, PINKAEW D, PUNTUMETAKUL R, et al. Effects of a simple prototype respiratory muscle trainer on respiratory muscle strength, quality of life and dyspnea, and oxidative stress in COPD patients: a preliminary study[J]. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis, 2017, 12: 1415-1425.

- [25] 林岚,林挺岩,翁海燕. 简易呼吸训练器在 AE-COPD 康复治疗中的疗效观察[J]. 临床肺科杂志, 2021, 26(3): 366-369.
- [26] 何梅,于素娥,洪光朝,等. 慢性阻塞性肺疾病急性加重期进行呼吸康复对健康相关生存质量变化的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2018, 33(6): 636-641.
- [27] 方晓明,刘茗,黄燕华,等. 慢性阻塞性肺疾病急性加重期老年患者开展早期肺康复干预的临床效果观察[J]. 中华保健医学杂志, 2019, 21(6): 531-534.
- [28] 汤玉蓉,何杰英,彭巧妮,等. 早期肺康复锻炼在慢性阻塞性肺疾病急性加重期治疗中介入时机的研究[J]. 中国医学创新, 2019, 16(20): 157-160.
- [29] SPENCER L. Pulmonary rehabilitation for patients with acute chronic obstructive pulmonary disease exacerbations: is the evidence strengthening [J]. *Curr Opin Pulm Med*, 2018, 24(2): 147-151.
- [30] VÁZQUEZ-GANDULLO E, HIDALGO-MOLINA A, MONTORO-BALLESTEROS F, et al. Inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) as part of a respiratory rehabilitation program implementation of mechanical devices: a systematic review [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(9): 5564.
- [31] CEYHAN Y, TEKINSOY KARTIN P. The effects of breathing exercises and inhaler training in patients with COPD on the severity of dyspnea and life quality: a randomized controlled trial [J]. *Trials*, 2022, 23(1): 707.
- [32] 范慧,胡双,邓冲,等. 短期呼吸肌训练联合无创正压通气对慢性阻塞性肺疾病急性加重患者的疗效[J]. 武汉大学学报(医学版), 2023, 44(2): 192-195.
- [33] LEE C M, FAN E. ICU-acquired weakness: what is preventing its rehabilitation in critically ill patients [J]. *BMC Med*, 2012, 10: 115.
- [34] AGARWAL P, MUKERJI G, DESVEAUX L, et al. Mobile app for improved self-management of type 2 diabetes: multicenter pragmatic randomized controlled trial [J]. *JMIR Mhealth Uhealth*, 2019, 7(1): e10321.
- [35] HANSEN H, BIELER T, BEYER N, et al. Supervised pulmonary tele-rehabilitation versus pulmonary rehabilitation in severe COPD: a randomised multicentre trial [J]. *Thorax*, 2020, 75(5): 413-421.
- [36] 刘彦彦,李雅洁,路寒冰,等. 运动训练在慢性阻塞性肺疾病病人康复中的应用研究进展[J]. 护理研究, 2023, 37(11): 1966-1972.
- [37] FRANSSSEN F, ALISON J A. Rehabilitation in chronic respiratory diseases: live your life to the max [J]. *Respirology*, 2019, 24(9): 828-829.

(收稿日期: 2024-02-05 修回日期: 2024-06-11)

(编辑: 唐 璞)

(上接第 2754 页)

- [21] 林思梅,周虹,杨宝学. 高尿酸血症与慢性肾脏病相关性研究进展[J]. 神经药理学报, 2020, 10(2): 55-64.
- [22] RAMIREZ-SANDOVAL J C, MADERO M. Treatment of hyperuricemia in chronic kidney disease [J]. *Contrib Nephrol*, 2018, 192: 135-146.
- [23] 林评兰,徐琳,吴明,等. 中医药治疗高尿酸血症诱导肾脏内皮功能损伤的研究进展[J]. 中医药导报, 2021, 27(9): 154-158.
- [24] 张彩香,祝开思,林章梅,等. 高尿酸血症患者血清胱抑素 C 与肾小球滤过率的相关性研究[J]. 中国糖尿病杂志, 2016, 24(7): 594-597.
- [25] 孙艳虹,曾智杰,姜悦,等. 血清半胱氨酸蛋白酶抑制剂 C 在肾病患者肾功能评估中的应用[J]. 中华肾脏病杂志, 2006, 22(8): 503-504.
- [26] 董立新,郭义娟,胡素芹. 无症状高尿酸血症并糖尿病前期患者尿微量蛋白及胱抑素 C 检测临床意义[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2011, 25(10): 1032-1033.
- [27] 李艳霞,李晴,李布艳,等. 尿胱抑素 C 在评价高尿酸血症患者早期肾小管功能损害中的临床意义[J]. 中国老年学杂志, 2014(23): 6767-6768.
- [28] 王瑞石,刘志红,尹茹,等. 肾小管损伤标记物检测的临床意义及其影响因素[J]. 肾脏病与透析肾移植杂志, 2005, 15(2): 110-116.
- [29] HONG G, SHAO X, LI J, et al. Association of retinol binding protein 4 (RBP4) levels with hyperuricemia: a cross-sectional study in a chinese population [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2022, 13: 879755.

(收稿日期: 2024-01-28 修回日期: 2024-05-28)

(编辑: 姚 雪)