

- inhibition in soleus motor pool[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2017, (32):37—43.
- [30] Čobeljić R, Miljković N, Ribarić-Jankes K, et al. A paradigm of galvanic vestibular stimulation diminishes the soleus muscle H-reflex in healthy volunteers[J]. Spinal Cord, 2016, 54(2):150—153.
- [31] Knikou M, Mummidisetty CK. Locomotor training improves premotoneuronal control after chronic spinal cord injury[J]. J Neurophysiol, 2014, 111(11):2264—2275.
- [32] Duclay J, Pasquet B, Martin A, et al. Specific modulation of corticospinal and spinal excitabilities during maximal voluntary isometric, shortening and lengthening contractions in synergist muscles[J]. J Physiol, 2011, 589(Pt 11):2901—2916.
- [33] Palmieri RM, Ingersoll CD, Hoffman MA. The hoffmann reflex: methodologic considerations and applications for use in sports medicine and athletic training research[J]. J Athl Train, 2004, 39(3):268—277.
- [34] 金翔,姜建元.H反射在神经系统功能检查中的作用及局限性[J].国际骨科学杂志,2013,(04):281—282.
- [35] Doguet V, Jubeau M. Reliability of H-reflex in vastus lateralis and vastus medialis muscles during passive and active isometric conditions[J]. Eur J Appl Physiol, 2014, 114(12):2509—2519.
- [36] Smith AC, Rymer WZ, Knikou M. Locomotor training modifies soleus monosynaptic motoneuron responses in human spinal cord injury[J]. Exp Brain Res, 2015, 233(1):89—103.
- [37] Alkjaer T, Meyland J, Raffalt PC, et al. Neuromuscular adaptations to 4 weeks of intensive drop jump training in well-trained athletes[J]. Physiol Rep, 2013, 1(5):e00099.
- [38] Sabatier MJ, Wedewer W, Barton B, et al. Slope walking causes short-term changes in soleus H-reflex excitability[J]. Physiol Rep, 2015, 3(3):e12308.
- [39] Caron G, Marqueste T, Decherchi P. Restoration of post-activation depression of the H-reflex by treadmill exercise in aged rats[J]. Neurobiol Aging, 2016, (42):61—68.
- [40] Racinais S, Cresswell AG. Temperature affects maximum H-reflex amplitude but not homosynaptic postactivation depression[J]. Physiol Rep, 2013, 1(2):e00019.
- [41] Baudry S, Collignon S, Duchateau J. Influence of age and posture on spinal and corticospinal excitability[J]. Exp Gerontol, 2015, (69):62—69.
- [42] Botter A, Vieira TM. Optimization of surface electrodes location for H-reflex recordings in soleus muscle[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2017, (34):14—23.
- [43] Grosprêtre S, Martin A. H reflex and spinal excitability: methodological considerations[J]. J Neurophysiol, 2012, 107(6):1649—1654.
- [44] Cattagni T, Merlet AN, Cornu C, et al. H-reflex and M-wave recordings: effect of pressure application to the stimulation electrode on the assessment of evoked potentials and subject's discomfort[J]. Clin Physiol Funct Imaging, 2017, (10):1111.
- [45] Taube W, Leukel C, Nielsen JB, et al. Non-invasive Assessment of Changes in Corticomotoneuronal Transmission in Humans[J]. J Vis Exp, 2017, (123):3791.

·综述·

抗阻训练对稳定期慢性阻塞性肺疾病患者的影响*

王璐^{1,2} 郭琪^{1,2,3}

慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)以气流受限为主要特征,是一种严重威胁人类健康的疾病,具有发病率高、致残率高、病死率高的特点^[1]。我国40岁以上人群的COPD发病率为8.2%^[2]。目前COPD的临床治疗以急性期进行药物治疗,稳定期进行肺康复为主。其中运动训练作为综合性肺康复方案的基石,不仅能缓解COPD患者的发病症状、延缓病情进展、降低死亡率,还能提高其身体活动能力和生存质量,因此常被用作COPD患者康复的主要手段。其中呼吸困难始终限制着COPD患者所

能接受的运动强度,且COPD并发症之一的外周骨骼肌功能障碍已被证实是导致生存质量下降、死亡率上升的主要原因^[3]。有研究显示抗阻训练(resistance training, RT)作为一种新兴的运动训练模式,相较于传统的有氧耐力训练(endurance training, ET),能够更好地改善呼吸困难症状和肌肉功能,因而可能对稳定期COPD患者的康复产生更好的治疗效果。同时,RT能够根据患者的承受负荷而进行调整(如:强度和频率),这种良好的针对性使得RT能够更好地适应个体的运动需求和运动目的^[4]。本文综述了RT对于稳定期

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2019.09.024

*基金项目:天津市科学技术委员会慢性疾病预防重大项目(16ZXMSY00070)

1 泰达国际心血管病医院康复医学科,天津,300070; 2 天津医科大学康复医学系; 3 通讯作者

作者简介:王璐,女,硕士研究生; 收稿日期:2017-10-19

COPD患者康复疗效的最新进展研究。

1 RT对COPD患者运动功能的影响

1.1 四肢肌肉力量

在COPD出院患者中,将近30%的患者会出现体重减轻和外周肌肉萎缩。患者由于惧怕活动后引起呼吸困难或受呼吸困难等症状的限制而无法运动,导致活动量减少、活动受限,进而造成肌肉萎缩,肌肉力量下降。大部分COPD患者均存在不同程度的外周骨骼肌功能障碍^[5]。

一项对照研究通过将COPD患者与健康对照受试者在经过8周RT(3次/周,强度为70%单次重复最大负荷,1 repetition maximum, 1RM)后进行对比发现:RT组患者的肌肉横断面积和肌肉质量明显增加,肌肉力量增强,且两组间肌肉力量改善水平存在显著差异^[6]。可能的作用机制是RT能使参与运动的肌肉群百分比增加,从而使肌肉力量增强。另一改善机制是患者四肢肌肉功能的改善,这是因为RT的强度较传统ET更大,能够为参与训练的肌肉提供超量的负荷来改善其功能^[7]。

为了更有效地增强COPD患者的肌肉力量,临床应该联合RT和ET的方式。目前的临床累积试验分析发现:相较于无运动组,RT对患者的膝关节伸肌、背阔肌以及肩关节屈肌等多组肌肉的力量有显著改善,而两组的胸肌力量无显著差异。但应用联合训练的结果显示:相较于单独ET组,联合训练组的抬腿力量和胸肌力量有更明显的提高^[8]。此外,鉴于进行RT时有效训练的肌肉群更多,且RT已被证实对COPD患者的肌肉力量增强效果较ET更优,临床应该以RT为主,ET为辅。目前,RT多用渐增模式且增速较快,这有利于产生更好的力量增加和功能提高效果,对老年COPD患者也同样适用^[9]。

1.2 运动耐力

运动耐力不足是造成COPD患者日常生活能力受限的主要因素之一,主要表现为患者的呼吸困难和/或疲劳,诱发因素可能是通气限制,肺部气体交换异常,外周肌肉功能不全,心功能不全等一种或者几种因素的联合。此外,患病后焦虑和消极的不良情绪也与运动耐力不足密切相关^[10]。

运动心肺试验是评估运动耐力的“金标准”,测量指标常选用最大耗氧量(VO_{2max})、最大负荷功率、运动力竭时间和6分钟步行距离(6 minute walking distance, 6MWD)。一项试点研究发现:分别进行8周RT和ET的两组COPD患者的6MWD(6% VS 7.1%)和最大自行车功率(9.5% VS 11.5%)提高程度相似,证实了RT与ET效果相似、能够提高运动耐力^[11]。荟萃分析汇总了9项研究(共287例COPD患者)的结果发现:RT组与无运动对照组之间在运动力竭时间上有显著性差异,证实了单独进行RT能够延长COPD患者的运动

时长、提高运动耐力^[1]。这可能是因为RT能使肺泡与毛细血管之间的气体交换能力提高,从而使 VO_2 增加,同时心脏的每搏输出量增加,运氧能力增强, VO_{2max} 提高;也可能是RT使参与运动的肌肉群百分比增加,进一步使得外周肌肉力量增强,运动耐力提高;此外,运动效率和操作技巧的提高也可增强运动耐力^[12]。

临床上为使COPD患者运动耐力的提高更有效率,建议采用单侧肢体的低强度(25%—35%)、高重复性(每组20—25次)RT,因为相比双侧的、高强度(60%—70% RM)或重复次数少(每组8—12次)RT,这样的训练模式支持局部肌肉高强度运动,会引起较轻的肌肉疲劳程度^[13]。在运动形式方面,临床建议对于非重度通气限制的COPD患者应用弹性管而非传统的仪器设备,这能够更好地改善运动耐力,但在肌肉力量和生存质量等其他方面无明显差异^[14]。目前,多数研究显示在提升运动耐力方面,RT不及ET或联合训练,临床上可优先采用联合训练(高重复、低—中等强度模式)以迅速消除运动所致血乳酸、促进心率恢复^[15]。在实际应用中要更加关注老年COPD患者,目前针对老年COPD患者的文献比较局限,但联合训练比单独ET效果更好已被证实^[16]。

2 RT对COPD患者呼吸功能的影响

2.1 呼吸肌肌肉力量

膈肌是人体的主要呼吸肌之一,在维持正常肺通气及肺功能方面具有重要作用,膈肌每下降1cm可增加潮气量100ml。COPD患者的膈肌由于肺过度膨胀而下降,膈面变平坦,活动度减弱,膈肌收缩的效率降低,因而造成呼吸肌力量减弱,严重者会出现膈肌无力甚至引起胸腹矛盾性吸气运动^[17]。

临床实践发现:利用腹部加压等RT方法能够使呼吸肌力量增加,改善机体肺功能。这是因为呼吸肌RT有助于增强膈肌、腹肌、肋间肌等呼吸肌群在呼吸运动过程中的协调性,增强呼吸肌肌力,扩大胸廓运动范围,特别是增大膈肌的下移距离,从而有效扩展气道、降低呼吸阻力、改善呼吸质量^[18]。

目前呼吸肌RT已被建议为COPD患者肺康复过程的主要方法,因为相较于ET和联合训练,患者仅在进行呼吸肌RT的过程中能够动员更多的呼吸肌群,尤其是膈肌,参与呼吸运动^[19]。但对于稳定期重度通气限制的COPD患者不应优先选择RT,主要考虑到这类患者疾病负担较重,尚不能承受RT的运动强度^[20]。临床上呼吸肌RT分为渐进性和固定负荷两种类型,任意一种模式都能够有效增强患者的呼吸肌力量,同时,随着施予RT的强度增加,患者呼吸肌肌力的增强越多,这一渐增过程还给学生提供了呼吸训练适应的过程,能够同时改善呼吸肌肌肉耐力。因而在临床实际应用

时,多采用渐进性呼吸肌RT^[19]。

2.2 肺功能

肺功能受损是大多数COPD患者普遍存在的现象,其中用力肺活量(forced vital capacity, FVC),1秒用力呼气容积(forced expiratory volume in one second, FEV1)及1秒用力呼气容积与用力肺活量比值(FEV1/FVC)是评价肺功能的主要指标,能反映出患者气道阻塞以及病情严重程度。

RT能够明显提高COPD患者的肺功能,主要表现在 VO_{2max} 和上述三个肺功能指标的提高。荟萃分析研究整合了165例COPD患者的 VO_{2max} 数据,通过分析呼气量和 VO_{2max} 发现:RT能够显著增加COPD患者的峰值摄氧量和 VO_{2max} ^[21]。此外,荟萃分析使用Jadad表格对503例COPD患者在经过4周以上RT后肺功能的改变进行评估后发现:RT能够明显提高患者的FEV1、FVC和FEV1/FVC,分别增加了19%、27%和13%^[22]。这可能是因为RT减轻了气道因胸膜腔压力骤升受到的压迫,使潮气量和有效通气量大大增加,进而减少无效死腔气量^[23]。

临床对于RT改善稳定期COPD患者肺功能指标的效果已经得到验证,可以进行广泛的应用,且中等强度的RT(60%—70% RM)是多数研究中比较推荐的应用强度。然而,值得注意的是,对于正常体重但是肌肉质量低的腹部肥胖COPD患者,RT可能会增加他们的心肺代谢风险,不推荐临床应用。而对于一般肥胖(BMI ≥ 30)的COPD患者,联合膳食能量限制的RT对于改善他们的BMI、运动耐力、心肺功能以及健康状态有更好的效果,临床建议首要考虑使用^[24]。此外,临床上有部分研究发现可将RT作为ET的预处理方案以便在改善呼吸肌耐力、肺通气等方面产生更好的效果,但大多数研究并不关注两种运动方案的顺序性,尤其是对于重度通气限制的COPD患者并无意义^[25]。

2.3 呼吸困难症状

COPD引起的气流受限呈进行性加重,主要对患者的呼吸功能产生影响,导致患者选择久坐不动的不良生活方式,最终影响发病率和死亡率。临床通常以慢性呼吸系统疾病问卷(chronic respiratory questionnaire, CRQ)作为呼吸困难阈值评分标准。

多个研究均显示:相较于无运动对照组的COPD患者,进行RT的患者在CRQ评分方面有明显的提高,达到了临床中呼吸困难阈值分数最低的0.5个单位的差异,患者呼吸困难的程度大大减轻^[8]。而将COPD患者分为单独ET和联合训练两组时,组间的CRQ分数变化无显著性差异。因此我们可以推断:RT与ET的作用相近,能够有效缓解呼吸困难的状况和发生频率。可能的机制为良好的呼吸肌RT能增加最大吸气压力,引起肋间肌等呼吸肌的Ⅱ型胶原纤维肥大和Ⅰ型胶原纤维成比例增加,从而增强呼吸肌力量,改善运动

引起的呼吸困难症状^[26]。

临床目前较为推荐使用RT方案,因为相较ET,RT的应用并不会使COPD患者在训练过程中有更多的氧耗和峰值通气需求,即运动所致相关症状在可接受范围内^[27]。尽管这两种运动模式对于COPD患者呼吸困难症状的缓解效果相近,但部分研究表明RT在运动过程中能够更少地引起呼吸困难出现,相较于ET可能有更好的耐受性^[8],因此我们有理由认为RT可能对COPD患者呼吸困难的改善有更多潜在的意义。

3 RT对COPD患者生存质量的影响

在过去的几年中,多数关于RT功效的研究着重于对肌肉力量和肺功能的改善,而目前的研究则更倾向于探索RT在提高患者生存质量(quality of life, QOL)、改善呼吸困难症状等临床相关结果的效果。COPD是慢性进行性疾病,对于患者的躯体、社会活动、心理以及工作等QOL的多个方面都会产生负面影响。临床主要采用国际通用的圣·乔治呼吸问卷(St. George respiratory questionnaire, SGRQ)来评估COPD患者QOL的变化情况,具有较高的可行性、可信性和敏感性。尽管有少部分研究发现RT训练组的患者相较于无运动对照组,其SGRQ总评分没有明显提高,但大多数研究证实:RT能提高COPD患者的QOL,包括减轻呼吸困难、改善不良情绪、降低疲劳感和增强疾病的控制能力等方面^[8]。

在一项对照实验中,三组COPD患者分为进行12周的RT、ET和联合训练后比较QOL评分变化程度发现:三组COPD患者的QOL分数较治疗前都有明显的提高,组内均有明显差异^[12]。这可能是因为经过RT后患者的运动耐力及肌肉力量得到改善,日常活动能力加强,活动范围扩大;且通过其潜在的作业治疗作用,患者的依从性增加,社会交往状况改善,自信心增强,故患者的QOL较治疗前明显提高。同时RT组与联合训练组之间的QOL分数没有显著差异,但与单独ET组间存在显著的差异,表明相较于ET,RT对于患者的QOL有更为广泛的作用^[12]。从长期效果来看,RT能够有效降低COPD患者多种并发症的风险,如:肥胖、骨质疏松、骨性关节炎,进而降低未来继发跌倒的风险、减少不良事件(如:一年内呼吸困难复发、再次住院等^[28])发生的概率^[29]。同时,研究显示:RT的训练频率每增加2组/周,COPD患者的全因死亡率会下降29%,这对于维持患者的长期生存有重要意义^[30]。

在临床应用中,应该优先选用RT以期全面改善COPD患者的生存质量。以单侧肢体的低强度、高频率为常见训练方式,且随着运动剂量的逐渐增加,COPD患者的呼吸困难、焦虑及抑郁等不良情绪和疲劳感会显著下降,总体QOL分数逐渐增加;但一部分文献指出与上肢肌肉力量相关的

QOL(如穿衣等能力)会出现阈值效应,即在达到某一临床阈值点后不再有剂量效应,但对其他方面,诸如抑郁情绪,会有持续的改变^[31]。

4 RT处方建议

通常依据 COPD 国际倡议标准诊断将稳定期 COPD 患者划归为 I(轻度)、II(中度)、III(重度)及 IV(非常重度)通气限制阶段^[32]。目前有关不同阶段 COPD 患者的 RT 最优方案尚未确定,以下为多数研究中针对病情为轻—中度 COPD 患者推荐的应用标准。

4.1 运动形式

进行四肢肌肉 RT 时,可借助仪器来完成主要针对 5 组不同肌肉群的动作:①坐位扩胸(主要训练背阔肌);②坐位前推(主要训练胸大肌);③坐位上举(主要训练三角肌、肱三头肌);④屈膝(主要训练腓绳肌);⑤伸膝(主要训练股四头肌)^[11]。但考虑到借助仪器(如哑铃、杠铃等)进行的 RT 对于 COPD 患者的运动要求较高且投入费用较多,临床上常以借助弹力带的柔性 RT 为主^[33]。

进行呼吸肌 RT 时,临床常见的方案是训练患者进行典型的缩唇呼吸,这能够增加呼吸有效腔,适当地给予呼吸道压力,有助于增加肺泡内的气体交换。在此过程中,建议结合上肢弹力带 RT,这会要求患者展肩扩胸,对于胸廓、呼吸肌等起到良好的拉伸作用,从而训练患者呼吸肌的运动能力、扩大胸廓容积^[11]。此外,固定吸气压力、固定吸气流速或阈值负荷装置等抗阻呼吸法也是临床有效的 RT 处方,但需要借助特定仪器才能实现^[34]。同时,腹肌 RT 也是一种常见的增强呼吸肌力量的整体训练方法:嘱患者取仰卧位,腹部放置沙袋进行挺腹训练,吸气时腹部隆起,呼气时腹部下陷。

4.2 运动强度

进行四肢肌肉 RT 时,通常以 1RM 为参考。建议初始运动强度为 20%—35% 1RM,而后渐增至 70%—85% 1RM;对老年患者所施加的初始 RT 强度较同时期患者更低,建议保守取 15%—20% 1RM,同时需考虑认知、心脏病及心绞痛以及骨质疏松等与老年人密切相关且影响较大的因素^[16]。

进行呼吸肌 RT 时,研究发现 RT 强度与患者肺功能的改善效果呈负相关,即相较于大强度(80%—90% 1RM)的 RT,中等强度 RT(60%—70% 1RM)在提高患者 FEV1 和最大通气量上有更明显的效果^[23]。建议腹肌 RT 开始时沙袋重量为 1kg,以后每周增加 0.5kg,逐步加沙袋重量至 4kg 为止^[34]。

4.3 运动频率和时间

进行四肢肌肉 RT,建议患者借助仪器时,每个动作重复 6—8 次,每次至少持续 3s 以上,循环 4 组,组间休息 1—3min^[11]。借助弹力带时,次数增加至 8—12 次/组,每次 2 组、组间休息 1—3min,同时告知患者在用力阶段呼气,放松阶

段吸气进行呼吸配合^[33]。持续进行 4—12 周,2—3 天/周^[28]。

进行呼吸肌 RT 时,腹肌训练每次持续 5min,每天早、晚各进行 1 次,持续训练 10 周。值得注意的是:呼吸肌 RT 进行时及训练前后均应给予 1h 的双鼻氧管低流量持续吸氧,推荐吸氧流量为 1—2L/min,氧浓度为 20%—29%^[35]。

5 RT 应用的临床注意事项

在进行呼吸肌 RT 前,气道受限的患者可以使用支气管扩张剂以减少劳力性呼吸困难来增强运动耐力,这能够减轻气道阻力,同时缓解动态的过度充气^[22]。出于对 COPD 患者的气道狭窄、气流受限、气体陷闭和过度充气、肺毛细血管床破坏及面积减少等情况的考虑,其肺通气和气体交换能力受限,因而长期处于缺氧状态,训练过程推荐与氧疗协同使用。氧疗辅助不仅能够改善肺组织细胞氧供,也能充分保证患者在呼吸肌 RT 过程中血氧充足,有助于减轻呼吸肌疲劳。

在临床实际应用时,吸氧干预和重建腹式呼吸常和 RT 同时进行,因为 COPD 患者通过吸氧干预能显著提高肺泡及动脉血氧分压,增加组织供氧能力,稳定且降低肺动脉压,改善红细胞及血液黏稠度,进而缓解呼吸困难症状。而腹式呼吸的重建,可提高肺的伸缩性和肺泡通气,降低呼吸功耗,因此可以缓解呼吸困难^[35]。但也有一部分文献报道:部分重度 COPD 患者在运用腹式呼吸后反而出现了胸腹运动的不协调,从而加重了呼吸困难的程度。建议在腹式呼吸训练时密切观察患者呼吸状况,以便于及时进行调整,对于稳定期重度通气限制的 COPD 患者不应优先考虑 RT 训练^[35]。

6 小结

本文主要总结了 RT 作为干预手段,对于 COPD 患者肺康复过程的重要意义。根据当前的文献资料总结可知:RT 无论是单独应用于 COPD 患者的治疗,亦或是与 ET 结合应用,均有助于稳定期 COPD 患者的康复产生好的结果。具体体现在:在运动功能方面,RT 逐渐增强患者的肌肉力量与运动耐力;在呼吸功能方面,RT 能够缓解呼吸困难症状,增强呼吸肌肌力,同时改善肺功能;此外,RT 对于患者的心理、情绪等 QOL 的诸多方面都有积极影响。

当前国内对于稳定期 COPD 患者的康复以 ET 为主,使用 RT 改善患者的功能,尤其是运动功能方面的相关研究较少,因而我们主要参考的是已经将 RT 广泛应用于临床的外文文献结论。截至目前,大多数研究证实:在患者条件允许的情况下,优先选择 RT 或者将 RT 与 ET 结合使用对于患者多个方面的功能可能会产生更好的改善效果,但是要注意一些特殊情况患者(如:腹部肥胖和老年患者以及合并心绞痛等疾病的患者)。从总体上来说,在稳定期 COPD 患者的治疗过程中,我们应当积极考虑 RT 的应用。

参考文献

- [1] Zagaceta J, Bastarrika G, Zulueta JJ, et al. Prospective comparison of non-invasive risk markers of major cardiovascular events in COPD patients[J]. *Respir Res*, 2017, 18(1):175.
- [2] Xiao T, Zhou X, He Y, et al. Pain problems for patients with mild and moderate chronic obstructive pulmonary disease - a community-based study in Shanghai[J]. *J Pain Res*, 2017, (10):2247—2252.
- [3] Iepsen UW, Jørgensen KJ, Ringbaek T, et al. A systematic review of resistance training versus endurance training in COPD[J]. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 2015, 35(3):163—172.
- [4] Williams AD, Almond J, Ahuja KD, et al. Cardiovascular and metabolic effects of community based resistance training in an older population[J]. *J Sci Med Sport*, 2011, 14(4):331—337.
- [5] Lee DW, Choi EY. Sarcopenia as an independent risk factor for decreased BMD in COPD patients: Korean National Health and Nutrition Examination Surveys IV and V (2008-2011)[J]. *PLoS One*, 2016, 11(10):e164303.
- [6] Menon MK, Houchen L, Singh SJ, et al. Inflammatory and satellite cells in the quadriceps of patients with COPD and response to resistance training[J]. *Chest*, 2012, 142(5):1134—1142.
- [7] 周琼. 渐进性抗阻训练对人体肌肉、骨骼、心脏功能的影响[J]. *科技信息*, 2011, (16):281—282.
- [8] Liao WH, Chen JW, Chen X, et al. Impact of resistance training in subjects with COPD: a systematic review and meta-analysis[J]. *Respir Care*, 2015, 60(8):1130—1145.
- [9] McKeough ZJ, Velloso M, Lima VP, et al. Upper limb exercise training for COPD[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2016, (11):CD011434.
- [10] 喻鹏铭, 谢薇, 张洪, 等. 改善慢性阻塞性肺疾病患者运动耐力的运动训练策略[J]. *中国康复医学杂志*, 2008, (9):856—859.
- [11] Iepsen UW, Munch GD, Rugbjerg M, et al. Effect of endurance versus resistance training on quadriceps muscle dysfunction in COPD: a pilot study[J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2016, (11):2659—2669.
- [12] 陈文元, 赖昕, 谢韶东. 耐力训练结合肌力训练对慢性阻塞性肺疾病患者运动耐力及生存质量的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2015, (02):152—157.
- [13] Nyberg A, Saey D, Martin M, et al. Acute effects of low-load/high-repetition single-limb resistance training in COPD[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2016, 48(12):2353—2361.
- [14] Ramos EM, de Toledo-Arruda AC, Fosco LC, et al. The effects of elastic tubing-based resistance training compared with conventional resistance training in patients with moderate chronic obstructive pulmonary disease: a randomized clinical trial[J]. *Clin Rehabil*, 2014, 28(11):1096—1106.
- [15] Zambom-Ferraresi F, Cebollero P, Gorostiaga EM, et al. Effects of combined resistance and endurance training versus resistance training alone on strength, exercise capacity, and quality of life in patients with COPD[J]. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 2015, 35(6):446—453.
- [16] 蒋伟平, 朱惠莉, 李向阳, 等. 中等强度有氧和抗阻运动对老年慢性阻塞性肺疾病患者运动心肺功能及生活质量的影响[J]. *老年医学与保健*, 2016, (1):35—39.
- [17] 孙洋洋. 胸部物理治疗在慢性阻塞性肺疾病患者中的应用进展[J]. *中华护理杂志*, 2011, (11):1150—1152.
- [18] 潘建芬, 华卓君, 陆秀娟, 等. 集束化肺康复干预策略对慢性阻塞性肺疾病病人生活质量的影响[J]. *护理研究*, 2017, (5):577—579.
- [19] Hill K, Jenkins SC, Philippe DL, et al. Comparison of incremental and constant load tests of inspiratory muscle endurance in COPD[J]. *Eur Respir J*, 2007, 30(3):479—486.
- [20] 武淑萍, 刘长庭, 吴柳. 综合锻炼方案对慢性阻塞性肺疾病稳定期老年患者的临床价值[J]. *中华保健医学杂志*, 2013, (1):46—48.
- [21] Camillo CA, Osadnik CR, van Remoortel H, et al. Effect of "add-on" interventions on exercise training in individuals with COPD: a systematic review[J]. *ERJ Open Res*, 2016, 2(1):00078-2015.
- [22] Strasser B, Siebert U, Schobersberger W. Effects of resistance training on respiratory function in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis[J]. *Sleep Breath*, 2013, 17(1):217—226.
- [23] 李冬红, 袁丽芬. 有氧抗阻训练对稳定期慢性阻塞性肺疾病患者肺功能的影响[J]. *护理实践与研究*, 2017, (10):45—47.
- [24] McDonald VM, Gibson PG, Scott HA, et al. Should we treat obesity in COPD? The effects of diet and resistance exercise training[J]. *Respirology*, 2016, 21(5):875—882.
- [25] Covey MK, Collins EG, Reynertson SI, et al. Resistance training as a preconditioning strategy for enhancing aerobic exercise training outcomes in COPD[J]. *Respir Med*, 2014, 108(8):1141—1152.
- [26] Bissett BM, Leditschke IA, Neeman T, et al. Inspiratory muscle training to enhance recovery from mechanical ventilation: a randomised trial[J]. *Thorax*, 2016, 71(9):812—819.
- [27] Houchen-Wolloff L, Sandland CJ, Harrison SL, et al. Ventilatory requirements of quadriceps resistance training in people with COPD and healthy controls[J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2014, (9):589—595.
- [28] Emtner M, Wadell K. Effects of exercise training in patients with chronic obstructive pulmonary disease—a narrative review for FYSS (Swedish Physical Activity Exercise Prescription Book)[J]. *Br J Sports Med*, 2016, 50(6):368—371.
- [29] Reid WD, Yamabayashi C, Goodridge D, et al. Exercise prescription for hospitalized people with chronic obstructive pulmonary disease and comorbidities: a synthesis of systematic reviews[J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2012, (7):297—320.
- [30] Loprinzi PD, Sng E, Walker JF. Muscle strengthening activity associates with reduced all-cause mortality in COPD[J]. *Chronic Illn*, 2017, 13(2):140—147.
- [31] Benton MJ, Wagner CL. Effect of single-set resistance training on quality of life in COPD patients enrolled in pulmonary rehabilitation[J]. *Respir Care*, 2013, 58(3):487—493.
- [32] Hess MW. The 2017 global initiative for chronic obstructive lung disease report and practice implications for the respiratory therapist[J]. *Respir Care*, 2017, 62(11):1492—1500.
- [33] 王岩, 刘慧青, 王蓓蓓, 等. Thera-Band 训练对肩关节功能障碍的康复效果[J]. *中国康复医学杂志*, 2013, (8):751—753.
- [34] 徐瑞艳, 陈惠卿. 呼吸肌抗阻训练对慢性阻塞性肺疾病康复影响的观察[J]. *护士进修杂志*, 2014, (20):1870—1871.
- [35] 顾为丽, 陈荣昌. 慢性阻塞性肺疾病患者呼吸肌功能和生活质量与BODE指数的相关性[J]. *广东医学*, 2013, (08):1244—1246.