

· 综述 ·

肝移植围手术期康复治疗研究进展

刘贵容 郑海清 胡昔权

中山大学附属第三医院康复医学科, 广州 510630

通信作者: 胡昔权, Email: huxiquan@mail.sysu.edu.cn

【摘要】 肝移植患者常合并肌肉减少症、心肺功能下降、衰弱等功能障碍,严重影响其生存率及生活质量。近年来,越来越多的研究开始将康复治疗应用于围手术期的肝移植患者,并取得不错的疗效。本文就肝移植患者的术前功能评估、预康复及术后早期康复的相关研究进展进行综述。

【关键词】 终末期肝病; 肝移植; 康复

基金项目:国家重点研发项目(2018YFC2001603)

Funding: National Key Research and Development Project(2018YFC2001603)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.02.022

肝移植是终末期肝病唯一有效的治疗手段。随着外科手术的改进、免疫抑制剂的应用、器官保存技术的革新等,肝移植受者的生存率已有显著的提高,但由于终末期肝病患者的临床状况普遍较差,且在围手术期普遍存在呼吸功能^[1-2]、心血管功能^[3]和运动功能障碍^[4],多伴有营养不良^[5]、体质衰弱^[6]、日常生活活动能力(activity of daily living, ADL)下降^[7]等问题,严重影响患者术后的恢复进程。研究表明,康复训练能够显著改善终末期肝病患者及其肝移植受者的功能状态和生活质量^[6],帮助其早日回归正常生活。本文对肝移植受者围手术期的术前康复评估、预康复及术后早期康复的研究进展综述如下。

术前康复评估

终末期肝病患者常伴有多器官系统的功能障碍,多合并营养不良、肌肉减少症等问题,导致其生理储备减少及抗应激能力减退,呈现为体质衰弱状态^[8]。这不仅会增加等待期和移植术后患者的病死率,还是临床预后不良的关键因素^[6]。因此,术前进行功能评估是必要的,可明确患者的功能状态能否承受手术应激,是否具备手术资格,并为术前康复干预提供参考。

一、心肺功能评估

终末期肝病患者肝移植术前常采用的心肺功能评估方法包括心肺运动试验(cardiopulmonary exercise testing, CPET)、6min 步行试验(six minute walking test, 6MWT)、肺功能测试(pulmonary function test, PFT)等。

Bernal 等^[9]对 399 例等待肝移植患者术前 CPET 评估发现,在成功移植的患者中,无氧阈(anaerobic threshold, AT)与住院时间密切相关,AT 越小,患者的住院时间越长,峰值摄氧量(peak exercise oxygen uptake, VO_{2peak})越低,术后停留重症监护室(intensive care unit, ICU)时间越久;在未行移植的患者中,1 年后非幸存者的 AT 和 VO_{2peak} 均显著低于幸存者,且 AT 能够预测未移植患者 1 年死亡风险。Ow 等^[10]对 176 例等待肝移植患者术前 CPET 测试发现,英国终末期肝病评分和 VO_{2peak} 可作为患者未移植 90 d 内死亡率的独立预测因子,且预测未移植 90 d 内死亡率的最好 VO_{2peak} 临界值为 17.6 ml/(min · kg)。另外,Meta 分析^[11]也支持 CPET 作为肝移植前后死亡率的独立预测

因子,但由于所纳入研究的试验设计异质性较大,如各试验关注的 CPET 指标不同、评估时间不同、随访时间差异等,尚无法比较 AT 和 VO_{2peak} 预测价值的优劣,用于预测肝移植术前及术后死亡率的最佳 AT 或 VO_{2peak} 取值也无一定论。

Carey 等^[12]对 121 例等待肝移植患者进行 6MWT,发现患者的 6 min 步行距离(six minute walk distance, 6MWD)显著降低,且与终末期肝病评分模型(model for end-stage liver disease, MELD)呈负相关。6MWD < 250 m,死亡风险显著增加,而 6MWD 每增加 100 m,死亡率降低 52%。DuBrock 等^[1]对 343 例终末期肝病患者进行功能评估时,发现较低的用力肺活量与较高的死亡风险相关。Kia 等^[2]回顾性研究发现,术前的 PFT 参数不能预测术后的死亡率,但术前测定的限制性肺病与术后呼吸机使用时间、ICU 停留时间和总住院时间延长有关,并且肺功能指标如一氧化碳弥散量、肺活量和残气量均是呼吸机使用时长、ICU 和住院天数的预测因子。

尽管术前 PFT 在预测术后死亡率方面尚存在争议,但 AT、 VO_{2peak} 和 6MWD 在预判患者预后显示了一定的作用。后续还需更大样本的前瞻性研究进一步明确这些指标的效用。

二、运动功能评估

终末期肝病患者的运动功能评估内容包括肌肉容积、力量及功能。目前有多种方法评价肌肉减少程度,除传统的方法如人体测量学通过上臂肌、三头肌皮褶厚度和上臂肌围等评价肌肉量以外,还可采用生物电阻抗测量分析、双能 X 线吸收仪、CT 等相对客观的方法。越来越多的研究以 CT 测定终末期肝病患者的第 3 或 4 腰椎横断面肌肉面积,经身高校正,即骨骼肌指数(skeletal muscle index, SMI)来评价骨骼肌的丢失程度。女性 SMI < 39 cm²/m² 和男性 SMI < 50 cm²/m² 即诊断为肌肉减少症^[13],肌肉减少症与终末期肝病患者并发症发生风险升高、等待期死亡率增高和术后住院时间延长密切相关^[14]。

通过握力反映肌力水平是国际上较常用的方法。研究表明,终末期肝病患者握力减少与退出等待移植名单相关^[15],有便于连续测量、无健康及经济成本担忧的优点。简易机体功能评估(short physical performance battery, SPPB)是综合评价患者肌肉功能的方法。其评估内容包括平衡试验、4 m 定时行走及

定时端坐起立试验。Wang 等^[16]研究发现,SPPB 可用于预测年龄 ≥ 65 岁终末期肝病患者的死亡或退出等待名单的风险。

由于研究人群中种族、肝病严重程度、病因不同,可能导致研究结果数据差异较大,对于终末期肝病患者肌肉减少症的评估方法以及临界值的定义仍需进一步研究。

三、其他功能评估

评价终末期肝病患者身体衰弱程度的常见量表包括临床衰弱量表(clinical frailty scale, CFS)、Fried 衰弱指数(Fried frailty index, FFI)和肝脏衰弱指数(liver frailty index, LFI)等。CFS 具有简便、快捷的优点,但主要依靠医生的主观判断。Tando 等^[17]将 CFS 应用于肝硬化患者非计划住院率和病死率的预测,并建议将其纳入到门诊工作中的常规衰弱筛查。FFI 评价内容包括体重减轻、自我报告的疲劳、骨骼肌功能丧失、步行速度减慢和体力活动少,当患者有 ≥ 3 个症状时提示衰弱,与从移植等待名单中退出的风险和死亡率增加有关^[18]。FFI 评价内容虽然全面,但耗时较长。LFI 评价内容包括握力、平衡功能测试和 5 次坐立,总分 ≥ 4.5 分即为衰弱,与患者肝移植等待期病死率增加独立相关^[19]。该评价方法虽客观、简便,但仍处于探索阶段,需要更大样本进一步验证。

患者的功能减退无疑会影响其日常生活的表现。Samoylova^[7]对 458 例等待肝移植患者进行 ADL 能力评估时,发现 31% 的患者有不同程度的 ADL 能力丧失,其中穿衣、如厕、转移、做家务和洗衣服均是其等待期死亡的独立预测因子。

预康复

终末期肝病患者肝移植术前的康复干预,又称预康复,是建立在加速康复外科理念基础上的一种新兴的术前管理策略,强调在术前优化患者功能,提高个体生理机能储备,使其更好地承受手术应激,加快术后功能恢复^[20]。目前,终末期肝病患者的预康复主要包括运动干预和呼吸功能训练。

一、运动干预

终末期肝病患者的运动干预包括有氧运动和抗阻训练,有氧运动侧重于改善患者心肺耐力,提高患者的运动耐量;抗阻训练则是为增强患者的肌肉力量,延缓肌肉减少症的发展。

Zenith 等^[21]指导肝硬化患者进行 8 周(3 次/周)的高强度有氧踏车训练,与对照组相比,干预组的 VO_{2peak} 、大腿围度、大腿肌肉厚度、自我报告的健康状态和疲乏均显著改善。Román 等^[22]的研究采用中等强度的有氧训练,辅以平衡协调及柔韧性训练,3 次/周,干预 12 周,对照组仅行全身放松练习,但结果显示 2 组间的 VO_{2peak} 差异无统计学意义。Aamann 等^[23]报道为期 12 周的渐进性抗阻训练后,训练组肝硬化患者的伸膝肌力和股四头肌肌肉厚度较对照组显著改善,但 6MWD 的组间差异无统计学意义。Berzigotti 等^[24]回顾性研究,对 50 例门静脉压力增高且肥胖的肝硬化患者进行有氧联合抗阻训练,辅以个性化低热量饮食管理,训练前后对比发现, VO_{2peak} 和生活质量均得到明显改善,且 52% 患者的体重和 42% 患者的门静脉压力梯度(hepatic venous pressure gradient, HVPG)明显下降。

目前,大多数研究仅探讨运动干预对终末期肝病患者术前功能改善情况,暂未有试验验证其对肝移植术后临床预后指标(生存率、再住院率等)的影响。因此,不同运动方式对终末期肝病患者术前及术后不同指标的改善作用还需更多的随机对

照研究来证实。

近年来,以运动干预为主的预康复的安全性也逐渐受到关注。最早 Garcia-Pagan 等^[25]研究发现,肝硬化患者分别以 30% 和 50% 的最大功率为运动强度运动时, HVPG 显著增加,肝血流量明显减少,据观察到的血流动力学和神经体液变化,推断内源性神经体液性血管收缩因子的增加可能导致肝血管阻力增加,进而引起 HVPG 显著增加,且有引发胃食管静脉曲张出血的风险。随后,Bandi 等^[26]的随机对照研究证实,普萘洛尔能够阻止肝硬化患者运动过程中 HVPG 的增加,预防静脉曲张出血的发生。Macías-Rodríguez 等^[27]发现,肝硬化患者在服用非选择性 β 受体阻滞剂的前提下进行 14 周的运动训练及营养干预不仅是安全的,而且能够降低 HVPG。然而系统综述^[28]表明,不同的运动方式对肝硬化患者的死亡率、不良事件的发生、生活质量无明显有益或有害的影响。其纳入的研究大多为小样本试验,证据质量较低,需要进一步的证据来评估运动训练对肝硬化患者临床结果的影响。

二、呼吸功能训练

术前的呼吸功能训练主要包括吸气肌力量训练及多形式的联合训练。吸气肌力量训练是指通过对机体吸气过程施加相应负荷,训练以膈肌为主的吸气肌的功能,以增强其肌力和耐力,改善心肺功能的呼吸训练方法^[29]。Pehlivan 等^[30]研究证实,术前吸气肌训练可明显改善肺移植患者的肺功能,预防肺不张。与常规康复组相比,吸气肌训练组患者 6MWD、最大吸气压和一氧化碳弥散功能的改善程度更为显著。Mans 等^[31]的荟萃分析也表明,吸气肌训练能够显著改善心胸手术或上腹部手术患者术后早期的呼吸肌功能,减少肺部并发症的发生,但住院天数缩短不明显。Limongi 等^[32]研究发现,3 个月的居家综合呼吸功能训练包括有效咳嗽、腹部加压抗阻训练、吸气肌力量训练、上肢肌力训练等可改善肝移植等待列表患者的肺功能。李黛等^[33]指导 183 例等待肝移植患者进行肺康复训练,其中对照组给予心理支持及咳痰训练,试验组在此基础上增加为期 10 d 的吹气球训练,结果发现与对照组相比,试验组术后机械通气时间明显缩短,肺部感染的发生率也显著降低。

目前,术前肺功能训练对肝移植患者术后预后作用的相关研究比较缺乏,术前不同形式的呼吸功能训练如吸气肌或呼气肌训练、呼吸肌训练联合运动干预、训练频次、强度等具体训练方式的优劣还有待进一步研究。

术后早期康复

肝移植作为一种上腹部手术,手术造成的腹部肌肉损伤、切口疼痛、腹水、胸腔积液等会造成肺顺应性降低和胸腔容积缩小,导致肺通气和换气功能减退。肺炎是肝移植术后最常见的感染,感染性并发症可导致 50% 以上移植受者死亡^[34]。术后早期康复的主要目的是减少肺部并发症,加速患者身体功能恢复,减少住院天数和经济成本。肝移植受者术后的早期康复主要包括肺康复和早期活动。

一、肺康复

术后肺康复的目的是清除气道分泌物、减少分泌物潴留、优化通气和氧合、改善顺应性和通气或灌注不匹配、减少呼吸机依赖、增强呼吸肌力和减少术后并发症^[35]。

肝移植术后早期肺康复主要包括呼吸功能训练和气道廓

清。回顾性研究^[36]发现,在常规护理的基础上,指导患者进行呼吸功能锻炼、有效咳嗽、辅以振荡排痰和理疗。术后患者的自主咳痰能力明显提高,痰细菌培养情况及胸片情况显著改善。患者在术后清醒后应尽早进行呼吸功能训练,以调整呼吸模式和增强呼吸肌力训练为主。患者因术中腹部肌肉损伤、手术伤口疼痛等而影响呼吸模式,应引导患者减少辅助呼吸肌做功,建立以腹式呼吸为主的呼吸模式。此外,缩唇呼吸的呼吸方式可防止小气道过早塌陷,利于痰液排出。患者肝移植术后最常见的并发症为非感染性肺部疾病,如胸腔积液、肺不张、肺水肿等。当存在大量胸腔积液时,治疗师在患者胸腔积液穿刺引流后,与医生充分沟通保证患者安全的前提下,应尽早帮助患者调整体位,引导患者进行局部胸廓扩张训练,促使受压的肺泡复张。也可借助三球仪、阈值呼吸肌训练器等进行呼吸肌训练,增强训练效果。

患者因术后切口的存在,多进行短浅呼吸,难以形成有效咳嗽,痰液不能有效排出而蓄积于肺部,进而增加肺部感染风险。周舟等^[37]回顾性研究发现,呼吸训练辅以振动排痰能够使腹部手术后合并肺部感染的患者排痰能力增强、加速其肺功能恢复和减少抗菌药物使用。因此,术后早期治疗师应指导患者学会保护伤口的办法,掌握有效咳嗽的技巧。此外,根据具体情况,治疗师还可采用体位引流、主动循环呼吸技术、振动叩拍等技术辅助患者进行气道廓清^[35]。

二、早期活动

术后早期活动是使患者加速康复的重要环节。Meta 分析^[38]显示,早期活动可显著缩短 ICU 住院天数及总住院时间,降低 ICU 获得性衰弱、呼吸机相关性肺炎、深静脉血栓形成、压疮等并发症的发生率。治疗师在与医师充分沟通,评估患者的出血风险后应指导患者尽早进行四肢主被动关节活动、床上转移、翻身坐起等功能活动训练。

Maffei 等^[39]对 40 例肝移植术后转入 ICU 的患者实施早期康复训练,根据其意识水平、是否插管及肌力情况划分训练等级,试验组的训练强度及每日训练次数在常规组的基础上加倍,结果发现试验组能够更早地坐于床边,肠道转运恢复时间也更快,但 2 组患者的住院时间差异无统计学意义。

与短时间的康复训练相比,术后持续的康复训练效果可能更佳。林瑜玮等^[40]对 43 例原位肝移植术后患者的研究显示,14 d 的康复训练较 7 d 的康复训练更能提高患者的下肢肌力和平衡功能,并能缓解其焦虑情绪。Cortazzo 等^[41]的回顾性研究也发现,更长的康复训练时间与肝移植患者出院时更高的功能独立性得分呈显著相关,患者可更早实现日常生活独立。

对于术后未完全清醒的患者,神经肌肉电刺激可在一定程度上减少卧床带来的肌肉损失。Hanada 等^[42]对术后患者的股四头肌行每日 30 min 为期 4 周的神经肌肉电刺激,结果显示患者股四头肌的肌肉厚度得以保存。

关于肝移植术后早期活动的运动处方(如强度、时间)目前还缺乏相关证据的研究,后续仍需大样本量的试验进一步探讨。

小结

随着围手术期康复理念的推广与实施,肝移植围手术期的康复治疗越来越受到重视。由于终末期肝病患者等待肝移植

的时间不定、术前及术后临床状况的复杂多变,具体的肝移植术前功能评估、预康复、术后早期康复与其他外科手术相比研究较少,康复评估效用和治疗效果缺乏高质量的证据支持。未来还需设计更为完善、更大样本的研究来探讨肝移植围手术期不同康复策略的治疗效果。

参 考 文 献

- [1] DuBrock HM, Krowka MJ, Krok K, et al. Prevalence and impact of restrictive lung disease in liver transplant candidates [J]. *Liver Transpl*, 2020, 26(8): 989-999. DOI: 10.1002/lt.25794.
- [2] Kia L, Cuttica MJ, Yang A, et al. The utility of pulmonary function testing in predicting outcomes following liver transplantation [J]. *Liver Transpl*, 2016, 22(6): 805-811. DOI: 10.1002/lt.24426.
- [3] Ripoll C, Yotti R, Bermejo J, et al. The heart in liver transplantation [J]. *J Hepatol*, 2011, 54(4): 810-822. DOI: 10.1016/j.jhep.2010.11.003.
- [4] Montano-Loza AJ, Angulo P, Meza-Junco J, et al. Sarcopenic obesity and myosteatosis are associated with higher mortality in patients with cirrhosis [J]. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 2016, 7(2): 126-135. DOI: 10.1002/jcsm.12039.
- [5] Ribeiro HS, Coury NC, de Vasconcelos Generoso S, et al. Energy balance and nutrition status: a prospective assessment of patients undergoing liver transplantation [J]. *Nutr Clin Pract*, 2020, 35(1): 126-132. DOI: 10.1002/nep.10323.
- [6] Williams FR, Berzigotti A, Lord JM, et al. Review article: impact of exercise on physical frailty in patients with chronic liver disease [J]. *Aliment Pharmacol Ther*, 2019, 50(9): 988-1000. DOI: 10.1111/apt.15491.
- [7] Samoylova ML, Covinsky KE, Haftek M, et al. Disability in patients with end-stage liver disease: results from the functional assessment in liver transplantation study [J]. *Liver Transpl*, 2017, 23(3): 292-298. DOI: 10.1002/lt.24684.
- [8] Laube R, Wang H, Park L, et al. Frailty in advanced liver disease [J]. *Liver Int*, 2018, 38(12): 2117-2128. DOI: 10.1111/liv.13917.
- [9] Bernal W, Martin-Mateos R, Lipcsey M, et al. Aerobic capacity during cardiopulmonary exercise testing and survival with and without liver transplantation for patients with chronic liver disease [J]. *Liver Transpl*, 2014, 20(1): 54-62. DOI: 10.1002/lt.23766.
- [10] Ow MM, Erasmus P, Minto G, et al. Impaired functional capacity in potential liver transplant candidates predicts short-term mortality before transplantation [J]. *Liver Transpl*, 2014, 20(9): 1081-1088. DOI: 10.1002/lt.239070.
- [11] Ney M, Haykowsky MJ, Vandermeer B, et al. Systematic review: pre- and post-operative prognostic value of cardiopulmonary exercise testing in liver transplant candidates [J]. *Aliment Pharmacol Ther*, 2016, 44(8): 796-806. DOI: 10.1111/apt.13771.
- [12] Carey EJ, Steidley DE, Aql BA, et al. Six-minute walk distance predicts mortality in liver transplant candidates [J]. *Liver Transpl*, 2010, 16(12): 1373-1378. DOI: 10.1002/lt.22167.
- [13] Buchard B, Boirie Y, Cassagnes L, et al. Assessment of malnutrition, sarcopenia and frailty in patients with cirrhosis: which tools should we use in clinical practice [J]. *Nutrients*, 2020, 12(1): 186. DOI: 10.3390/nu12010186.
- [14] Meeks AC, Madill J. Sarcopenia in liver transplantation: a review

- [J]. Clin Nutr Espen, 2017, 22: 76-80. DOI: 10.1016/j.clnesp.2017.08.005.
- [15] Kulkarni SS, Chen H, Josbeno DA, et al. Gait speed and grip strength are associated with dropping out of the liver transplant waiting list[J]. Transplant Proc, 2019, 51(3): 794-797. DOI: 10.1016/j.transproceed.2019.01.030.
- [16] Wang CW, Covinsky KE, Feng S, et al. Functional impairment in older liver transplantation candidates: from the functional assessment in liver transplantation study[J]. Liver Transpl, 2015, 21(12): 1465-1470. DOI: 10.1002/lt.24334.
- [17] Tandon P, Tangri N, Thomas L, et al. A rapid bedside screen to predict unplanned hospitalization and death in outpatients with cirrhosis: a prospective evaluation of the clinical frailty scale[J]. Am J Gastroenterol, 2016, 111(12): 1759-1767. DOI: 10.1038/ajg.2016.303
- [18] Lai JC, Feng S, Terrault NA, et al. Frailty predicts waitlist mortality in liver transplant candidates[J]. Am J Transplant, 2014, 14(8): 1870-1879. DOI: 10.1111/ajt.12762.
- [19] Lai JC, Rahimi RS, Verna EC, et al. Frailty associated with waitlist mortality independent of ascites and hepatic encephalopathy in a multi-center study[J]. Gastroenterology, 2019, 156(6): 1675-1682. DOI: 10.1053/j.gastro.2019.01.028.
- [20] Lim DS. Prehabilitation; is it worth our while[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2015, 94(8): e74. DOI: 10.1097/PHM.0000000000000316.
- [21] Zenith L, Meena N, Ramadi A, et al. Eight weeks of exercise training increases aerobic capacity and muscle mass and reduces fatigue in patients with cirrhosis[J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2014, 12(11): 1920-1926.e2. DOI: 10.1016/j.cgh.2014.04.016
- [22] Román E, García-Galcerán C, Torrades T, et al. Effects of an exercise programme on functional capacity, body composition and risk of falls in patients with cirrhosis: a randomized clinical trial[J]. PloS One, 2016, 11(3): e0151652. DOI: 10.1371/journal.pone.0151652.
- [23] Aamann L, Dam G, Borre M, et al. Resistance training increases muscle strength and muscle size in patients with liver cirrhosis[J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2020, 18(5): 1179-1187. e6. DOI: 10.1016/j.cgh.2019.07.058.
- [24] Berzigotti A, Albillos A, Villanueva C, et al. Effects of an intensive lifestyle intervention program on portal hypertension in patients with cirrhosis and obesity: the sport diet study[J]. Hepatology, 2017, 65(4): 1293-1305. DOI: 10.1002/hep.28992.
- [25] García-Pagán JC, Santos C, Barberú JA, et al. Physical exercise increases portal pressure in patients with cirrhosis and portal hypertension[J]. Gastroenterology, 1996, 111(5): 1300-1306. DOI: 10.1053/gast.1996.v111.pm8898644.
- [26] Bandi JC, García-Pagán JC, Escorsell A, et al. Effects of propranolol on the hepatic hemodynamic response to physical exercise in patients with cirrhosis[J]. Hepatology, 1998, 28(3): 677-682. DOI: 10.1002/hep.510280312
- [27] Macías-Rodríguez RU, Ilarraz-Lomeli H, Ruiz-Marguín A, et al. Changes in hepatic venous pressure gradient induced by physical exercise in cirrhosis: results of a pilot randomized open clinical trial[J]. Clin Transl Gastroenterol, 2016, 7(7): e180. DOI: 10.1038/ctg.2016.38.
- [28] Aamann L, Dam G, Rinnov AR, et al. Physical exercise for people with cirrhosis [J]. Cochrane Database Syst Rev, 2018, 12(12): CD012678. DOI: 10.1002/14651858.CD012678.pub2.
- [29] 郭佳宝, 朱毅. 吸气肌训练的临床研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2014, 29(9): 888-892. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2014.09.023.
- [30] Pehlivan E, Mutluay F, Balci A, et al. The effects of inspiratory muscle training on exercise capacity, dyspnea and respiratory functions in lung transplantation candidates: a randomized controlled trial[J]. Clin Rehabil, 2018, 32(10): 1328-1339. DOI: 10.1177/0269215518777560.
- [31] Mans CM, Reeve JC, Elkins MR. Postoperative outcomes following preoperative inspiratory muscle training in patients undergoing cardiothoracic or upper abdominal surgery: a systematic review and meta-analysis[J]. Clin Rehabil, 2015, 29(5): 426-438. DOI: 10.1177/0269215514545350.
- [32] Limongi V, dos Santos DC, da Silva AM, et al. Effects of a respiratory physiotherapeutic program in liver transplantation candidates [J]. Transplant Proc, 2014, 46(6): 1775-1777. DOI: 10.1016/j.transproceed.2014.05.044.
- [33] 李黛, 高歌, 孙萍. 肝移植患者术前呼吸功能锻炼对术后机械通气时间的影响[J]. 武警医学, 2009, 20(11): 1035. DOI: 10.14010/j.cnki.wjyx.2009.11.023.
- [34] Laici C, Gamberini L, Bardi T, et al. Early infections in the intensive care unit after liver transplantation-etiology and risk factors: a single-center experience[J]. Transpl Infect Dis, 2018, 20(2): e12834. DOI: 10.1111/tid.12834.
- [35] Jang MH, Shin MJ, Shin YB. Pulmonary and physical rehabilitation in critically ill patients[J]. Acute Crit Care, 2019, 34(1): 1-13. DOI: 10.4266/acc.2019.00444.
- [36] 邝燕华, 黄顺伟, 钟安敏. 物理疗法对治疗原位肝移植术后肺部感染的效果观察[J]. 现代护理, 2006, 12(20): 1896-1897. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-2907.2006.20.019.
- [37] 周舟, 韩小彤, 宁凤玲, 等. 呼吸训练加振动排痰的肺康复治疗对腹部手术并发肺部感染患者的效果[J]. 中华危重病急救医学, 2017, 29(3): 255-259. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.03.012.
- [38] Zang K, Chen B, Wang M, et al. The effect of early mobilization in critically ill patients: a meta-analysis[J]. Nurs Crit Care, 2019, 25(6): 360-367. DOI: 10.1111/nicc.12455.
- [39] Maffei P, Wiramus S, Bensoussan L, et al. Intensive early rehabilitation in the intensive care unit for liver transplant recipients: a randomized controlled trial[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2017, 98(8): 1518-1525. DOI: 10.1016/j.apmr.2017.01.028.
- [40] 林瑜玮, 臧少华, 王婷, 等. 早期持续康复训练在重症监护病房肝移植术后患者中的应用效果[J]. 中国临床医学, 2020, 27(1): 83-87. DOI: 10.12025/j.issn.1008-6358.2020.20192112.
- [41] Cortazzo MH, Helkowski W, Pippin B, et al. Acute inpatient rehabilitation of 55 patients after liver transplantation[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2005, 84(11): 880-884. DOI: 10.1097/01.phm.0000184093.53032.ed.
- [42] Hanada M, Soyama A, Hidaka M, et al. Effects of quadriceps muscle neuromuscular electrical stimulation in living donor liver transplant recipients: phase-II single-blinded randomized controlled trial[J]. Clin Rehabil, 2019, 33(5): 875-884. DOI: 10.1177/0269215518821718.

(修回日期: 2021-12-27)

(本文编辑: 汪 玲)