

- health services; predictors of volunteerism and leadership [J]. *Can J Aging*, 2006, 25(1): 77-91.
- [38] Wilhelm K, Geerlings L, Peisah C. Successful transition to later life: strategies used by baby boomers [J]. *Australas J Aging*, 2014, 33(2): 81-85.
- [39] Yan T, Silverstein M, Wilbur K H. Does race/ethnicity affect aging anxiety in American baby boomers? [J]. *Res Aging*, 2011(33): 361-378.
- [40] Fowler C, Fisher C L. Attitudes toward decision making and aging, and preparation for future care needs [J]. *Health Commun*, 2009, 24(7): 619-630.
- [41] Gorenko J A, Konnert C, Speirs C. Does caregiving influence planning for future aging? A mixed methods study among caregivers in Canada [J]. *Res Aging*, 2021, 43(5-6): 203-213.
- [42] Kozlov E, McDarby M, Duberstein P, et al. The feasibility and acceptability of an intergenerational, web-based intervention to enhance later-life family care planning [J]. *Gerontologist*, 2021, 61(7): 1153-1163.
- [43] McCausland D, Brennan D, McCallion P, et al. Balancing personal wishes and caring capacity in future planning for adults with an intellectual disability living with family carers [J]. *J Intellect Disabil*, 2019, 23(3): 413-431.
- [44] Lee J E, Kim D, Kahana E, et al. Feasibility and acceptability of the community-based program: Plan Ahead [J]. *Aging Ment Health*, 2023, 27(4): 811-819.
- [45] Bode C, de Ridder D T D, Bensing J M. Preparing for aging: development, feasibility and preliminary results of an educational program for midlife and older based on proactive coping theory [J]. *Patient Educ Couns*, 2006, 61(2): 272-278.
- [46] Hoffman A S, Bateman D R, Ganoë C, et al. Development and field testing of a long-term care decision aid website for older adults: engaging patients and caregivers in user-centered design [J]. *Gerontologist*, 2020, 60(5): 935-946.
- [47] Lindquist L A, Ramirez-Zohfeld V, Sunkara P D, et al. Plan your LifeSpan.org: an intervention to help seniors make choices for their fourth quarter of life: results from the randomized clinical trial [J]. *Patient Educ Couns*, 2017, 100(11): 1996-2004.
- [48] Gaugler J E, Reese M, Tanler R. Care to plan: an online tool that offers tailored support to dementia caregivers [J]. *Gerontologist*, 2016, 56(6): 1161-1174.

(本文编辑 丁迎春)

维持性血液透析患者微炎症状态运动干预的研究进展

段新成¹, 耿雪梅², 赵军¹, 赵文晓¹, 孙娜¹, 赵雪莲¹, 杨靓宇¹

摘要: 本文对维持性血液透析患者微炎症状态运动的干预模式、干预评价指标和运动方法进行综述, 为临床医护人员进行运动干预提供指导, 以改善患者透析期间微炎症状态。

关键词: 终末期肾病; 维持性血液透析; 微炎症; 运动干预; 评价指标; 综述文献

中图分类号: R473.5 **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2024.16.110

Research progress on exercise intervention of micro-inflammatory state in maintenance hemodialysis patients

Duan Xincheng, Geng Xuemei, Zhao Jun, Zhao Wenxiao, Sun Na, Zhao Xuelian, Yang Liangyu. School of Nursing, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250335, China

Abstract: This article reviews the intervention models, evaluation indicators, and exercise methods for microinflammation in maintenance hemodialysis patients. It aims to provide guidance for clinicians and nurses in implementing exercise interventions to improve the microinflammatory state of patients during hemodialysis dialysis.

Keywords: end-stage renal disease; maintenance hemodialysis; microinflammation; exercise intervention; evaluation indicators; literature review

终末期肾病肾小球清除率下降, 代谢产生的内毒素和前炎症因子在体内积聚, 晚期糖基化终末产物及氧化蛋白产物水平升高, 从而刺激炎症因子分泌, 而炎症因子增加又会刺激肝脏分泌大量急性期蛋白如

C反应蛋白(CRP), 再次加重肾脏负担, 导致维持性血液透析(Maintenance Hemodialysis, MHD)患者微炎症状态持续存在^[1]。MHD患者慢性持续性微炎症状态普遍存在, 发生率可达30%~50%, 表现为炎症因子反复增高^[1]。微炎症状态临床症状表现隐匿, 是导致MHD患者继发心血管疾病、贫血、营养不良及睡眠认知障碍等的重要危险因素, 降低患者的生活质量及生存率^[2-5]。研究证实, 运动干预可有效改善MHD患者微炎症状态^[6]。近年来新兴运动方式在国外得到越来越多的应用, 国内仍以传统运动干预为主, 不同运动方式干预效果不尽相同。本文综述

作者单位: 1. 山东中医药大学护理学院(山东 济南, 250335);

2. 山东第一医科大学第一附属医院护理部

段新成: 女, 硕士在读, 护士, 1838354862@qq.com

通信作者: 赵文晓, zhaowx912@163.com

科研项目: 2023年山东省研究生优质课程建设项目(SDYKC2023040)

收稿: 2024-04-03; 修回: 2024-05-30

MHD 患者透析中运动干预对其微炎症状态的影响,为临床医护人员制定运动处方提供参考。

1 MHD 患者运动干预模式

透析中运动及透析间期运动是 MHD 患者运动干预的主要模式。透析中心医护人员指导患者进行透析中运动,如有氧运动、抗阻运动或灵活性运动等,是目前开展较多的方式。康复中心为 MHD 患者提供个性化透析间期运动指导,国外部分康复中心还会单独设置透析单元以满足 MHD 患者运动治疗需求^[7]。身体情况较为稳定的 MHD 患者可在家庭中实施透析间期运动,训练方式更多样化,灵活度高、花费少,如慢跑、散步、骑自行车及太极拳等,但因缺乏专业人员指导,运动频率和强度远低于相关临床实践指南推荐水平^[8-9]。

2 MHD 患者微炎症状态运动干预评价指标

2.1 运动评价指标 运动强度是评估 MHD 患者运动安全性及效果的重要指标^[10]。运动负荷试验(Graded Exercise Test, GXT)和简易运动能力测试(如 6 min 步行试验、坐立试验、30 s 单臂弯曲试验)为常用的客观测试方法,此外还可使用运动自我劳累分级量表(Rating of Perceived Exertion, RPE)作为主观指标评价运动强度^[11-13]。我国专家共识^[13]指出,运动负荷试验测定峰值摄氧量是评估运动强度的金标准,但检测成本较高,实施复杂及对参与者的身体状况有要求,无法完成运动负荷试验者可选择简易运动能力测试,测量简单、方便,然而不能得出量化指标用于 MHD 患者运动处方的制定。目前,国内外常使用自我劳累分级量表作为衡量运动强度的指标,但存在一定的主观性,可能产生评估误差^[14]。临床医护人员可在非透析日评价患者客观强度指标决定运动初始强度,运动干预过程中使用运动自我劳累分级量表评价运动强度是否适宜。抗阻运动受阻力负荷、重复次数和肌肉群重复次数的影响,所以除评估运动强度外还包括每周锻炼肌群次数、规定重复次数、每组重复次数等运动频率^[15]。

2.2 炎症评价指标 临床常用炎症标志物及营养不良-炎症评分(Malnutrition Inflammation Score, MIS)等评估 MHD 患者的微炎症状态,目前尚无统一评价标准。超敏 C 反应蛋白(hs-CRP)、C 反应蛋白(CRP)、血清淀粉样蛋白 A(SAA)、白介素-6(IL-6)、肿瘤坏死因子- α (TNF- α)、白介素- 1β (IL- 1β)和中性粒细胞与淋巴细胞比值(NLR)等均是临床常用的炎症标志物。其中 hs-CRP 是人体急性期最重要的炎症标志物,相比其他炎症标志物具有较高的特异度、敏感度,可有效检测更低水平的炎症,更早、更好地反映 MHD 患者微炎症状态。微炎症因子通过影响患者食欲、抑制胃酸分泌以及增加蛋白质分解导致 MHD 患者营养不良^[16]。Honda 等^[17]研究显示,CRP 和 IL-6 可预测终末期肾

病患者营养不良,冯景等^[18]调查研究也指出,hs-CRP 水平升高可加重营养不良。MHD 患者营养不良和炎症状态常合并存在,Kalantar-Zadeh 等^[19]于 2001 年在改进主观全面营养评估的基础上增加客观评估项(BMI、血清白蛋白、总铁蛋白等)形成营养不良-炎症评分。该工具共 10 个条目,包括相关病史、体格检查、BMI、实验室数据 4 个维度,总分范围为 0(营养正常)~30 分(重度营养不良),每个条目从 0(正常)~3 分(重度)评分,分值与营养不良和炎症程度成正比。主观全面营养评估灵敏度 82%,特异度 72%,与营养不良-炎症评分一致性较好^[20-21]。营养不良-炎症评分不仅是 MHD 患者评估营养不良和炎症状态的综合性常用工具^[19,22-23],还是预测病死率的最佳工具,与炎症标志物相比,经济效益高且临床使用广泛^[24]。

3 MHD 患者微炎症状态运动干预方法

3.1 传统运动锻炼

3.1.1 有氧运动 有氧运动是 MHD 患者最常见的运动类型,主要包括慢跑、爬楼梯、体操、骑自行车、游泳等。其中,脚踏自行车是透析期间最常应用且适宜的方式。慢性肾脏病临床实践指南^[11]建议 MHD 患者适宜中等强度的有氧运动(50%~70%峰值摄氧量、60%~70%最大心率或 RPE 评分为 11~13 分),每周 3~5 次,每次 20~30 min,持续半年以上。反复以有氧代谢为主的运动在透析过程中能够将机体内代谢产物从透析液中排出,增加透析溶质清除量,提高透析效果,并减少体内氧化应激终产物的产生,提高抗氧化应激能力,从而改善患者炎症状态^[25]。多项研究显示,有氧运动为改善 MHD 患者微炎症带来益处,尤其规律性的中等强度有氧运动降低 MHD 微炎症状态效果更好^[6,26]。王晓菁等^[27]研究发现,透析中 MHD 患者使用卧式康复脚踏车进行 24 周、中低强度(RPE 评分 11~12)有氧运动干预后,结果显示 hs-CRP 水平较干预前及对照组相比下降。也有研究显示,透析中有氧运动对改善慢性炎症并没有积极影响。Highton 等^[14]对 MHD 患者实施透析期间蹬自行车运动干预(RPE 评分 12~14),6 个月后炎症因子水平无统计学意义,可能因为运动自我劳累分级量表主观测量达到的运动强度不足。一项单组试点研究对 MHD 老年患者进行为期 3 个月的透析中蹬自行车干预,干预后 CRP 水平升高,原因可能为干预周期短,患者年龄较大,合并症负担多,需要较高强度的运动训练等^[28]。可见,有氧运动的频率、周期、强度对 MHD 患者微炎症的益处改善还需进一步探索。

3.1.2 抗阻运动 抗阻运动又称力量训练,是预防肌肉萎缩的运动^[29]。MHD 患者抗阻运动分为对抗自身重力和对抗外界阻力的运动,前者包括四肢躯体的屈曲、伸展、抬高、落下等;后者主要使用治疗带、沙袋、轻哑铃或弹力带等阻力器械进行负重运动^[30]。

具体透析期间运动方案需根据患者穿刺部位、耐受情况进行调整。MHD 患者长期微炎症状态,炎症细胞分解会加重肌肉萎缩、损害肢体功能,抗阻运动通过收缩骨骼肌纤维使抗炎症细胞因子 IL-6 产生和释放,同时刺激抗炎症细胞和抑制促炎细胞的产生,以降低微炎症状态^[31]。证据推荐 MHD 患者抗阻运动(每组重复 12~15 次直到疲劳或一次最大重量负荷的 60%~70%)每周 3 次,每组 10~15 个动作,重复 3~5 次,每次时间为 20~30 min^[32-33]。一项前瞻性研究对 45 例 MHD 患者实施为期 6 个月中等强度的卧位体操康复运动训练,24 周后 IL-6、CRP 水平较运动前降低,且低于对照组,有效改善患者微炎症状态^[34]。Dong 等^[31]指导 MHD 肌少症患者开展为期 12 周中等或高强度的渐进性阻力运动,可有效改善体力活动并减轻微炎症状态。也有研究显示,高强度抗阻运动改善 MHD 患者微炎症效果更好^[26,35]。但是,张兰等^[36]对 MHD 患者进行 24 周卧位体操抗阻运动训练后 TNF- α 、IL-6 并无显著性差异。综上,国外抗阻运动对改善 MHD 患者微炎症状态显示积极影响,但国内研究尚存在争议,可能国内 MHD 患者抗阻运动的相关研究较少,缺乏具有代表性、高质量的随机对照试验;其次,炎症因子作为结局指标数量较多,选取结局指标的不同也可能对研究结果产生影响,未来可选取较为全面的炎症因子进一步研究。

3.1.3 有氧联合抗阻运动 透析中有氧联合抗阻运动可同时增强 MHD 患者心肺功能和肌肉力量,常见脚踏自行车联合不同形式的抗阻运动。陈管洁等^[37]对 MHD 认知衰弱患者实施透析中有氧联合抗阻运动,根据透析次数进行干预,共 18 次,干预后患者认知功能、衰弱状况、微炎症状态明显改善。Bogataj 等^[6]荟萃分析显示,有氧联合抗阻运动比单独有氧或抗阻运动对改善 MHD 患者微炎症状态、6 min 测试距离、提高下肢肢体力量效果更好。另一项荟萃分析也表示,联合运动比单独效果更好,但对联合运动强度需要进一步研究^[26]。总之,患者透析中运动可加速血液循环,增加透析溶质清除,促进代谢废物排出,降低炎症因子水平,进而减轻机体炎症状态,提高生活质量。

3.1.4 灵活性运动 灵活性运动是一种通过柔和的肌肉拉伸和缓慢的动作练习增加患者肌肉柔韧性,防止肌肉拉伤或撕裂的运动。包括太极拳、瑜伽、八段锦等,可改善 MHD 患者负面情绪、睡眠质量,降低炎症因子。张元丽等^[38]在中医传统运动理论指导下制定 MHD 患者运动管理,透析期间实施 3 个月的太极拳和抗阻训练后 CRP、IL-1 β 、TNF- α 水平较治疗前显著降低,且治疗组显著低于对照组,改善了患者微炎症状态,提高患者透析充分性。Wang 等^[39]将 68 例 MHD 肌少症患者分为观察组和对照组,对照组患者行营养支持,观察者组在营养支持的基础实施八段锦

运动,结果透析期间联合灵活性运动可减轻患者体内炎症,进一步改善肌肉功能。于国庆等^[40]对 50 例 MHD 患者实施 24 周透析中太极拳养生八式运动,锻炼后患者 hs-CRP 水平较前下降,微炎症状态得到有效改善。目前针对 MHD 患者微炎症运动研究多为联合运动方式,单一灵活性运动的研究数量较少,尚缺乏高质量研究。

3.2 新兴运动锻炼

3.2.1 全身振动训练 全身振动训练是利用机械振动对机体产生刺激,由足底传至全身从而对中枢神经系统产生适应性的训练方法。全身振动训练作为一种新兴的被动训练,不受参与者自身运动能力和健康状况的影响,且无需对患者施加压力,干预时长较短,适合肢体耐力较低的 MHD 老年患者或不愿意参加常规训练的 MHD 患者^[41-42]。已有研究证明全身振动训练能够降低 Toll 样受体(主要是 TLR2 和 TLR4),从而抑制髓样分化因子 88(MyD88)的聚集,抑制促炎细胞因子,降低炎症水平^[43]。此外,还可通过调节免疫系统和改善肠道菌群降低炎症水平^[44-45]。Seefried 等^[46]对 14 例 MHD 患者在透析前后实施为期 12 周的全身振动训练后白细胞计数减少,hs-CRP 水平呈降低趋势,有效改善 MHD 患者微炎症状态,但该研究参与者数量较少,且缺乏对照试验。目前,全身振动训练因安全性高、易于实施且不良反应少深受慢性病康复患者的欢迎,但全身振动训练主要集中在 MHD 患者肢体功能、平衡和步行能力,对炎症因子影响的研究尚少,未来应进行更大规模、持续更长时间的高质量随机对照试验,以探索全身振动训练对患者炎症状态的有益效果。

3.2.2 神经肌肉电刺激 神经肌肉电刺激通过多种路径对肌肉收缩困难的患者传递电流,刺激肌肉运动神经,诱导其持续收缩和松弛,以最大限度减轻股四头肌萎缩,增强肌肉功能,适用于 MHD 合并肌少症患者^[47-48]。肌肉收缩促进抗炎症细胞因子的释放,从而对改善微炎症产生积极的影响。研究显示,专业人员在透析前将便携式双通道神经肌肉刺激器的电极放置在 MHD 患者股外侧肌和股内侧肌进行 50 Hz 高频或 5 Hz 低频神经肌肉电刺激干预,每周 3 次,每次 1 h,持续 4 周后高频神经肌肉电刺激降低了 IL-10 水平^[49]。Valenzuela 等^[50]系统评价显示,每周 3 次,每次 30~60 min 的透析中神经肌肉电刺激能有效改善 6 min 步行距离、下肢肌肉力量和握力,但未显示相关生化参数(透析充分性、血清 CRF 和肌酐)的变化。未来还需要进一步研究来证实临床实验结果的相关性。

3.2.3 血流限制训练 血流限制训练又称加压训练,是将袖带/止血带加压于四肢近心端,同时结合低强度(20%~30%1RM)的运动。MHD 患者自体动静脉内瘘吻合术前/术后行血流限制训练有助于提高

手术成功率,促进动静脉内瘘成熟,增大血管直径,增加动脉血流量。但医护人员应特别关注肢体闭塞压,以免随着闭塞压力增加,降低训练效果,增加血栓和微血管损伤的风险以及对 MHD 患者产生生命危险。Corrêa 等^[51]两项对 2 期慢性肾病患者进行为期 6 个月的血流限制训练,结果显示,血流限制训练可有效减少炎症因子 IL-6 和 TNF- α ,改善患者微炎症状态。目前,血流限制训练在康复领域逐渐受到关注,主要应用在肌肉功能,改善肌肉力量,对 MHD 患者生理方面还需进一步研究。

4 小结

运动干预可减轻 MHD 患者微炎症状态和营养不良,提高肌肉功能等,对提高患者生活质量和改善预后具有重要意义。国外针对 MHD 患者运动干预研究已比较深入,形成了科学、完善的方案,而我国对 MHD 患者干预研究仍然在初步阶段,尤其是新兴运动实施及研究的较少,主要在脑卒中、膝骨关节炎、老年肌少症患者中开展,尚缺乏标准化的运动计划的时间、强度、频率,未来可通过组建以专科护士为主导的多学科团队,同时借鉴国外经验制定适合中国文化的运动方案,进一步规范干预流程,完善运动干预措施。此外,国内 MHD 患者在透析间期的运动依从性较低,医护人员可借助互联网技术如微信小程序、公众号以及互联网在线咨询平台主导的干预方式,为非透析日患者提供运动指导,提高患者运动主观能动性。针对国内运动干预方式单一的现状,可考虑多种运动方式联合或根据患者的身体状况、选择偏好制定个性化运动方案。

参考文献:

- [1] Kaysen G A. The micro inflammatory state in uremia: causes and potential consequences[J]. J Am Soc Nephrol, 2001, 12(7):1549-1557.
- [2] Stenvinkel P. Inflammation in end-stage renal failure: could it be treated? [J]. Nephrol Dial Transplant, 2002, 17(Suppl 8):33-38.
- [3] 芦倩倩,常沁涛,方敬爱,等. 维持性血液透析患者微炎症状态的研究进展[J]. 中国血液净化, 2021, 20(7):483-485.
- [4] Zhou M, Du Y, Wu Y, et al. Analysis of inflammatory factor levels in serum and risk factors in patients with chronic renal failure undergoing maintenance hemodialysis[J]. Am J Transl Res, 2021, 13(6):6994-7000.
- [5] Stenvinkel P, Alvestrand A. Inflammation in end-stage renal disease: sources, consequences, and therapy[J]. Semin Dial, 2002, 15(5):329-337.
- [6] Bogataj S, Pajek M, Pajek J, et al. Exercise-based interventions in hemodialysis patients: a systematic review with a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. J Clin Med, 2019, 9(1):43.
- [7] 魏媛媛,马迎春,左力. 血液透析室(中心)肾脏病康复体系建设的专家共识[J]. 中国血液净化, 2021, 20(12):823-829.

- [8] Fang H Y, Burrows B T, King A C, et al. A comparison of intradialytic versus out-of-clinic exercise training programs for hemodialysis patients [J]. Blood Purif, 2020, 49(1-2):151-157.
- [9] 方萌萌,王超虹. 维持性血液透析患者运动干预的研究进展[J]. 护理学杂志, 2013, 28(1):91-93.
- [10] Babu A S, Arena R, Satyamurthy A, et al. Review of trials on exercise-based rehabilitation interventions following acute decompensated heart failure: observations from the WHO International Clinical Trials Registry Platform[J]. J Cardiopulm Rehabil Prev, 2021, 41(4):214-223.
- [11] Baker L A, March D S, Wilkinson T J, et al. Clinical practice guideline exercise and lifestyle in chronic kidney disease[J]. BMC Nephrol, 2022, 23(1):75.
- [12] 唐青,郭瑜洁. 慢性肾脏病患者运动康复的研究进展[J]. 中华护理杂志, 2016, 51(8):984-988.
- [13] 中国医师协会康复医师分会肾康复专业委员会,马迎春. 我国成人慢性肾脏病患者运动康复的专家共识[J]. 中华肾脏病杂志, 2019, 35(7):537-543.
- [14] Highton P J, March D S, Churchward D R, et al. Intradialytic cycling does not exacerbate microparticles or circulating markers of systemic inflammation in haemodialysis patients[J]. Eur J Appl Physiol, 2022, 122(3):599-609.
- [15] Luan X, Tian X, Zhang H, et al. Exercise as a prescription for patients with various diseases[J]. J Sport Health Sci, 2019, 8(5):422-441.
- [16] Ribeiro M, Vogt B P, Vannini F, et al. Role of parathyroid hormone in anorexia on maintenance hemodialysis patients[J]. Clin Nutr ESPEN, 2019, 34:137-141.
- [17] Honda H, Qureshi A R, Heimbürger O, et al. Serum albumin, C-reactive protein, interleukin 6, and fetuin A as predictors of malnutrition, cardiovascular disease, and mortality in patients with ESRD[J]. Am J Kidney Dis, 2006, 47(1):139-148.
- [18] 冯景,乔德丽,吴红耀. 维持性血液透析患者血清超敏 C 反应蛋白水平与营养状态、心血管疾病的关系研究[J]. 实用临床医药杂志, 2017, 21(23):235-236.
- [19] Kalantar-Zadeh K, Kopple J D, Block G, et al. A malnutrition-inflammation score is correlated with morbidity and mortality in maintenance hemodialysis patients[J]. Am J Kidney Dis, 2001, 38(6):1251-1263.
- [20] Santin F G, Bigogno F G, Dias R J, et al. Concurrent and predictive validity of composite methods to assess nutritional status in older adults on hemodialysis[J]. J Ren Nutr, 2016, 26(1):18-25.
- [21] Montano-Loza A J. Clinical relevance of sarcopenia in patients with cirrhosis[J]. World J Gastroenterol, 2014, 20(25):8061-8071.
- [22] Graterol T F, Molina M, Soler-Majoral J, et al. Evolving concepts on inflammatory biomarkers and malnutrition in chronic kidney disease[J]. Nutrients, 2022, 14(20):4297.

- [23] 羊红儿,齐玲,许金华,等. 维持性血液透析患者营养不良-炎症综合征与生存质量的相关性研究[J]. 浙江医学, 2019,41(19):2063-2066.
- [24] Borges M C, Vogt B P, Martin L C, et al. Malnutrition inflammation score cut-off predicting mortality in maintenance hemodialysis patients [J]. Clin Nutr ESPEN, 2017,17:63-67.
- [25] 王雯婷,吴超,沈梅芬,等. 透析中有氧运动对患者透析充分性、微炎症状态及白蛋白水平影响的 Meta 分析[J]. 浙江医学, 2019,41(3):255-259.
- [26] Meléndez O E, Villafañe J H, Alonso P J, et al. Effect of exercise on inflammation in hemodialysis patients: a systematic review[J]. J Pers Med, 2022,12(7):1188.
- [27] 王晓菁,张昆,葛颜,等. 血液透析中运动对维持性血液透析患者炎症、氧化应激及内皮功能的影响[J]. 中国血液净化, 2019,18(6):390-393.
- [28] Gobiowski T, Kuzstal M, Weyde W, et al. A program of physical rehabilitation during hemodialysis sessions improves the fitness of dialysis patients [J]. Kidney Blood Press Res, 2012,35(4):290-296.
- [29] Safarzade A, Alizadeh H, Bastani Z. The effects of circuit resistance training on plasma progranulin level, insulin resistance and body composition in obese men[J]. Horm Mol Biol Clin Investig, 2020,41(2):50.
- [30] 王婷婷,马迎春. 维持性血液透析患者运动康复的实施及影响因素[J]. 中国血液净化, 2019,18(3):204-206.
- [31] Dong Z J, Zhang H L, Yin L X. Effects of intradialytic resistance exercise on systemic inflammation in maintenance hemodialysis patients with sarcopenia: a randomized controlled trial[J]. Int Urol Nephrol, 2019,51(8):1415-1424.
- [32] 朱张逸,任鹏娜,张昆,等. 维持性血液透析患者运动康复的最佳证据总结[J]. 中华护理教育, 2022,19(8):737-742.
- [33] 邓建华,田鑫,杨丹,等. 维持性血液透析患者运动管理的最佳证据总结[J]. 中华护理杂志, 2022,57(21):2596-2603.
- [34] 吕彦辉,陈建华,葛佳丽,等. 运动疗法对维持性血液透析患者微炎症状态及高同型半胱氨酸血症的影响[J]. 中国血液净化, 2021,20(3):166-170.
- [35] Corrêa H L, Moura S, Neves R, et al. Resistance training improves sleep quality, redox balance and inflammatory profile in maintenance hemodialysis patients: a randomized controlled trial[J]. Sci Rep, 2020, 10(1):11708.
- [36] 张兰,程艳娇,赵新菊,等. 卧位体操对维持性血液透析患者毒素清除和炎症状态影响的研究[J]. 中国血液净化, 2017,16(4):175-178.
- [37] 陈管洁,张海林,尹丽霞,等. 透析中运动对维持性血液透析认知衰弱患者的影响[J]. 护理学杂志, 2022,37(20):33-37.
- [38] 张元丽,刘英莲,林子程,等. 中医传统运动理论指导下运动管理对 MHD 患者透析充分性和微炎症状态的影响[J]. 中国老年学杂志, 2022,42(17):4210-4214.
- [39] Wang J, Xu M C, Huang L J, et al. Value of neutrophil-to-lymphocyte ratio for diagnosing sarcopenia in patients undergoing maintenance hemodialysis and efficacy of Baduanjin exercise combined with nutritional support [J]. Front Neurol, 2023,14:1072986.
- [40] 于国庆,孙兆峰,王凯,等. 太极拳养生八式对维持性血液透析患者康复治疗效果[J]. 山东第一医科大学(山东省医学科学院)学报, 2022,43(8):588-595.
- [41] Asahina Y, Sakaguchi Y, Kajimoto S, et al. A randomized controlled trial of whole-body vibration on gait ability and balance among older hemodialysis patients[J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2023,18(1):84-90.
- [42] Bai Y, Huang L, Yin X, et al. Effects of whole-body vibration exercise on physical function in patients with chronic kidney disease: a systematic review and meta-analysis[J]. BMC Nephrol, 2024,25(1):2.
- [43] Rodriguez-Miguel P, Fernandez-Gonzalo R, Collado P S, et al. Whole-body vibration improves the anti-inflammatory status in elderly subjects through toll-like receptor 2 and 4 signaling pathways[J]. Mech Ageing Dev, 2015,150:12-19.
- [44] 刘思敏,王谦鑫宏,刘俊楠,等. 全身振动训练在重度慢性阻塞性肺疾病中的康复机制研究进展[J]. 中国呼吸与危重监护杂志, 2023,22(4):289-294.
- [45] Motiani K K, Collado M C, Eskelinen J J, et al. Exercise training modulates gut microbiota profile and improves endotoxemia[J]. Med Sci Sports Exerc, 2020,52(1):94-104.
- [46] Seefried L, Genest F, Luksche N, et al. Efficacy and safety of whole body vibration in maintenance hemodialysis patients: a pilot study[J]. J Musculoskelet Neuronal Interact, 2017,17(4):268-274.
- [47] Kong D H, Jung W S, Yang S J, et al. Effects of neuromuscular electrical stimulation and blood flow restriction in rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Int J Environ Res Public Health, 2022,19(22):15041.
- [48] 张华文,李静怡. 慢性阻塞性肺疾病急性加重期患者肺康复的研究进展[J]. 护理学杂志, 2021,36(9):22-25.
- [49] Brüggemann A K, Mello C L, Dal Pont T, et al. Effects of neuromuscular electrical stimulation during hemodialysis on peripheral muscle strength and exercise capacity: a randomized clinical trial[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2017,98(5):822-831.
- [50] Valenzuela P L, Morales J S, Ruilope L M, et al. Intradialytic neuromuscular electrical stimulation improves functional capacity and muscle strength in people receiving haemodialysis: a systematic review[J]. J Physiother, 2020,66(2):89-96.
- [51] Corrêa H L, Neves R, Deus L A, et al. Blood flow restriction training blunts chronic kidney disease progression in humans[J]. Med Sci Sports Exerc, 2021,53(2):249-257.