

运动疗法在骨关节炎康复中应用的研究进展

夏艺倍 张耀*

山西中医药大学, 山西晋中, 030619;

摘要: 骨关节炎常导致疼痛、僵硬和功能障碍, 严重影响患者生活质量。药物和手术干预副作用和经济负担促使研究者关注非药物干预手段。运动干预作为一线推荐疗法, 已被证实可有效缓解疼痛、改善关节功能并延缓疾病进展。本文就运动疗法的实施方式及疗效评估, 探讨了个性化运动疗法的优化方向及新兴技术的应用潜力, 以期

关键词: 骨关节炎; 运动疗法; 个性化康复; 新兴技术

DOI: 10. 69979/3029-2808. 25. 04. 041

骨关节炎 (Osteoarthritis, OA) 是一种常见的慢性退行性关节疾病, 主要症状是中老年患者的关节疼痛、僵硬、身体限制和功能能力下降。OA 主要累及膝关节, 是全球最常见和最致残的疾病, 也是大多数临床骨性关节炎研究进行的地方^[1]。

运动疗法被推荐作为 OA 管理的核心手段, 但大多数膝关节和髌关节骨性关节炎患者未能充分利用运动疗法^[2]。然而传统治疗方法给患者家庭和社会医疗系统带来沉重经济负担。探索安全、有效且经济的骨关节炎干预手段具有重要意义。美国风湿病学会/关节炎基金会关于手、髌和膝骨关节炎管理的指南和国际骨关节炎研究学会 (OARSI) 关于膝、髌和多关节骨关节炎非手术治疗的指南以及其他骨性关节炎指南都强烈推荐将运动疗法作为膝关节、髌关节和手部骨性关节炎的一线治疗^[3]。

1 运动干预在骨关节炎康复中的应用

运动疗法被定义为有计划、结构化、重复的体育活动, 具备低成本、易实施的特点, 将改善或维持一个或多个方面的身体健康作为最终或中期目标。研究证实, 无论患者疾病严重程度或是否伴有其他并发症, 运动均能显著改善疼痛和关节功能^[4]。12 项随机对照试验的系统评价表明^[5], 每周 2-5 次、持续 4-24 周的有氧或力量训练或二者结合可有效缓解症状, 且不会引发炎症标志物 (C 反应蛋白、IL-6) 升高或软骨代谢生物标志物 (I 型胶原羧基前肽) 异常。长期研究进一步验证了运动对膝关节结构的安全性, 未发现其对放射学进展、软骨形态或滑膜炎有害, 仅骨髓损伤风险可能轻微增加^[6]。但不是所有运动类型均适, Holyoak 等人^[7]实验表明,

作为适度运动的低-中强度外力压迫 OA 小鼠可显著延缓 OA 病理进程, 减少软骨退化和骨赘形成, 而 Rojas-Ortega 等人^[8]动物实验表明高强度运动可能通过激活 Wnt/ β -catenin 通路加速软骨退化。因此尽管高强度运动在疼痛缓解和功能改善方面与低强度运动效果相当, 但其关节损伤风险需谨慎评估^[9]。实践中需要根据患者关节状态制定强度分级方案, 避免“一刀切”式干预。

OA 的多元化运动方案涵盖有氧运动、力量训练、柔韧性训练、水中运动及传统身心运动等多种形式, 其作用机制与临床效果各有侧重。以跑步为例的有氧运动能更有效地减少促炎细胞因子 (IFN- γ 、TNF- α 、IL1- β 和 IL6) 的作用, 进一步调节滑膜炎症以及软骨损伤^[10]。Messier 等人^[9]研究表明, 运动强度需与 OA 严重程度匹配, 低强度有氧运动对重度患者更有效, Multanen 等人^[11]表示高强度运动更适用于轻度患者。Vasilceac 等人^[12]发现力量训练通过抑制肌肉萎缩相关蛋白 MMP-2 活性, 并促进肌肉蛋白质合成^[13]。结合渐进式负荷调整可显著提升下肢功能与运动感知能力。在具体实施中, 有氧运动与阻力训练的结合被广泛推荐^[13]。阻力训练通过刺激生长激素分泌增强肌肉力量与骨密度, 延缓衰老相关的肌肉功能退化; 有氧运动则通过改善心肺功能、调节代谢, 降低促炎细胞因子 TNF- α 、提高抗炎细胞因子 IL-10, 发挥全身性抗炎作用^[5]。柔韧性训练通过缓解肌肉紧张和改善关节活动度, 对 OA 患者的僵硬症状具有针对性效果。瑜伽尤其被证实为女性患者有效的止痛干预手段, 其长期效果与阻力训练相当^[3]。水中运动对轻中度膝关节 OA 患者康复颇具价值, 游泳可增厚软骨下骨面积并改善骨重塑^[14], 为期 12 周的水上自行车训练计划相较于常规护理, 可显著改善疼痛评分及身体

功能指标^[15]。中国传统体育(TCE),如太极、八段锦、易筋经、五禽戏等,融合了生物-心理-社会多重干预维度,通过调节肌肉骨骼应力分布缓解疼痛,并减少慢性炎症水平^[16],太极通过缓慢、协调的动作设计增强膝关节本体感觉与肌肉协调性,8-12周的干预可显著改善平衡能力、步行速度及关节功能,同时降低跌倒风险^[17]。国际指南OARSI已明确将太极、瑜伽纳入膝OA核心治疗推荐,凸显其对身心健康的综合效益^[3]。

运动干预需注重阶段性调整,水中运动适合急性期或高负荷限制患者,而陆上运动在关节灵活性恢复后更具优势;太极等传统运动虽短期效果显著,但其长期效益(24周后)可能随干预时长增加而递减^[18]。

不同研究之间对运动联合应用存在争议,部分研究支持单一运动类型(有氧或阻力训练)的针对性优势^[19],而另一证据表明混合运动计划(有氧联合阻力训练)在改善肌少症及功能综合指标上更具潜力^[20]。15周有氧与阻力联合运动干预后,肌少症合并OA患者的WOMAC评分显著提高,且短距离步行速度与平衡能力改善程度优于单纯OA组,提示联合运动对早期OA的协同效应^[13]。Schlenk等人^[21]实验表明这种矛盾可能源于试验设计差异,运动剂量描述不完整或患者群体异质性。

2 运动疗法的疗效评价

OA运动康复的疗效需通过多维度评估体系进行量化分析。疼痛作为核心症状,通常采用视觉模拟量表(VAS)或数字评分法(NRS)评估,其中国际通用的西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数WOMAC量表通过疼痛、僵硬和日常功能活动三个维度全面反映关节功能状态。

关节功能的改善则需结合客观指标评估,关节活动度(ROM)反映灵活性,等速肌力测试量化肌肉力量,而功能性测试有10米步行测试、Timed Up and Go测试等^[18],通过测量步行速度、动态平衡能力直接体现运动能力提升。生活质量的提升需依托标准化问卷SF-36评估,其涵盖身体功能、心理健康及社会参与等8个维度^[22]。目前,维持运动干预的长期效果存在挑战,6-12周的短期干预虽能显著缓解症状,但随着时间推移,由于患者无法长期继续锻炼,运动干预益处减弱^[23]。自我管理能力的不足是主要瓶颈,包括目标设定、行为契约在内的行为干预技术结合数字化工具被证实可提升依从性^[24],但现有OA专用应用程序在运动剂量监测、个

性化反馈等功能上存在明显缺陷,其行为改变支持效力较其他慢性病管理应用低^[25]。尽管数字健康技术可以提供一部分运动支持,但家庭环境中力量训练的动作标准化监测困难,缺乏统一依从性评估工具,制约了运动剂量的精准控制,也被视为障碍^[3]。运动干预过程中需强化患者教育,将运动康复与定期教育自我管理技能结合,以提高患者的自我管理意识、依从性和运动效果^[26],尽可能实现最大化康复效益。

3 运动疗法联合新兴技术在OA康复中应用

OA运动康复的未来研究需聚焦多维度整合与技术创新。新兴技术应用为精准康复提供可能,包括加速计、计步器和生物传感器在内的可穿戴设备可实时监测运动剂量与关节负荷^[27],虚拟现实(VR)技术通过沉浸式训练提升患者依从性^[28],基于移动应用程序指导的远程康复模式在新冠疫情期间展现出与传统面对面干预相当的疼痛缓解效果,且能突破地理限制降低医疗成本^[29]。一项针对80名膝OA患者的试验表明^[30],主动视频游戏(AVG)在动态平衡与步行能力改善上优于传统运动,但也发现OA专用应用程序在数据标准化、动作识别精度及低收入群体可及性方面存在显著缺陷。

多学科合作是突破现有瓶颈的关键。生物力学进展揭示了运动调控关节组织力线及应力分布机制^[31],而表观遗传学研究提示运动等环境因素可能介导OA遗传易感性^[32],但仍缺乏相关交叉领域证据。

4 小结

骨关节炎的运动康复正逐步从经验性干预迈向精准化、科学化管理的新阶段。运动疗法通过抗炎、代谢调节、肌肉强化的多维度机制不仅能有效缓解疼痛、改善功能,还可延缓疾病进展,且具备高安全性与低成本的独特优势。未来研究需深度融合多学科前沿技术,构建数据干预模型。运动康复有望突破传统模式局限,成为OA全周期管理的核心支柱,最终实现“以患者为中心”的康复目标,推动OA患者生命质量提升。

参考文献

- [1] 郝鑫,于滢,乔虎军. 膝关节炎的病因诊断及运动疗法[J]. 当代体育科技, 2021, 11(9): 23-25.
- [2] Bunzli S, O'Brien P, Ayton D, et al. Misconceptions and the acceptance of evidence-based nonsurgical interventions for knee osteoarthritis

- tis. A qualitative study[J]. Clinical Orthopaedics and Related Research, 2019, 477(9): 1975-1983.
- [3]Whittaker J L, Truong L K, Dhiman K, et al. Osteoarthritis year in review 2020: rehabilitation and outcomes[J]. Osteoarthritis and Cartilage, 2021, 29(2): 190-207.
- [4]Guo X, Zhao P, Zhou X, et al. A recommended exercise program appropriate for patients with knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis[J]. Frontiers in Physiology, 2022, 13: 934511.
- [5]Bricca A, Struglics A, Larsson S, et al. Impact of exercise therapy on molecular biomarkers related to cartilage and inflammation in individuals at risk of, or with established, knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Arthritis Care and Research, 2019, 71(11): 1504-1515.
- [6]Van Ginckel A, Hall M, Dobson F, et al. Effects of long-term exercise therapy on knee joint structure in people with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis[J]. Seminars in Arthritis and Rheumatism, 2019, 48(6): 941-949.
- [7]Holyoak D T, Chlebek C, Kim M J, et al. Low-level cyclic tibial compression attenuates early osteoarthritis progression after joint injury in mice[J]. Osteoarthritis and Cartilage, 2019, 27(10): 1526-1536.
- [8]Rojas-Ortega M, Cruz R, Vega-López M A, et al. Exercise modulates the expression of IL-1 β and IL-10 in the articular cartilage of normal and osteoarthritis-induced rats[J]. Pathology, Research and Practice, 2015, 211(6): 435-443.
- [9]Messier S P, Mihalko S L, Beavers D P, et al. Effect of high-intensity strength training on knee pain and knee joint compressive forces among adults with knee osteoarthritis: the ST
- ART randomized clinical trial[J]. JAMA, 2021, 325(7): 646-657.
- [10]尤从新, 骆文生, 陈威, 等. NF- κ B 信号通道在膝骨关节炎的作用[J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31(15): 1397-1400.
- [11]Multanen J, Rantalainen T, Kautiainen H, et al. Effect of progressive high-impact exercise on femoral neck structural strength in postmenopausal women with mild knee osteoarthritis: a 12-month RCT[J]. Osteoporosis International: a Journal Established as Result of Cooperation Between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA, 2017, 28(4): 1323-1333.
- [12]Vasilceac F A, Marqueti R de C, Neto I V de S, et al. Resistance training decreases matrix metalloproteinase-2 activity in quadriceps tendon in a rat model of osteoarthritis[J]. Brazilian Journal of Physical Therapy, 2021, 25(2): 147-155.
- [13]Park J, Bae J, Lee J. Complex Exercise Improves Anti-Inflammatory and Anabolic Effects in Osteoarthritis-Induced Sarcopenia in Elderly Women[J]. Healthcare (Basel, Switzerland), 2021, 9(6): 711.
- [14]Xue T, Ning K, Yang B, et al. Effects of immobilization and swimming on the progression of osteoarthritis in mice[J]. International journal of molecular sciences, 2022, 24(1): 535.
- [15]Rewald S, Lenssen A F T, Emans P J, et al. Aquatic cycling improves knee pain and physical functioning in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial[J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2020, 101(8): 1288-1295.
- [16]焦启斌, 王正凯, 杨滢侠, 等. 太极拳治疗膝骨性关节炎的研究进展[J]. 内江科技, 2024, 45(10): 78-80.
- [17]Gallant M P, Tartaglia M, Hardman S, et al. Using tai chi to reduce fall risk factors among older adults: an evaluation of a community-

based implementation[J]. Journal of Applied Gerontology: the Official Journal of the Southern Gerontological Society, 2019, 38(7): 983-998.

[18]Kang N, Wang Y, Chen G, et al. Functional outcomes of Tai Chi exercise prescription in women with knee osteoarthritis[J]. Sports Medicine and Health Science, 2022, 4(4): 239-244.

[19]Goh S L, Persson M S M, Stocks J, et al. Relative efficacy of different exercises for pain, function, performance and quality of life in knee and hip osteoarthritis: systematic review and network meta-analysis[J]. Sports Medicine (auckland, N.Z.), 2019, 49(5): 743-761.

[20]张天成, 高鹏宇, 王黎杰, 等. 骨关节炎合并肌少症的治疗进展[J]. 中国医药科学, 2025, 15(4): 28-31, 80.

[21]Schlenk E A, Fitzgerald G K, Rogers J C, et al. Promoting physical activity in older adults with knee osteoarthritis and hypertension: a randomized controlled trial[J]. Journal of Aging and Physical Activity, 2021, 29(2): 207-218.

[22]王辉辉. 个体化运动处方指导下针对膝关节骨性关节炎患者的影响[D]. 大连医科大学, 2023.

[23]Young J J, Pedersen J R, Bricca A. Exercise Therapy for Knee and Hip Osteoarthritis: Is There An Ideal Prescription?[J]. Current Treatment Options in Rheumatology, 2023: 1-17.

[24]Thompson D, Rattu S, Tower J, et al. Mobile app use to support therapeutic exercise for musculoskeletal pain conditions may help improve pain intensity and self-reported physical function: a systematic review[J]. Journal of Physiotherapy, 2023, 69(1): 23-34.

[25]Bricca A, Pellegrini A, Zangger G, et al. The quality of health apps and their potential to promote behavior change in patients with a chronic condition or multimorbidity: systematic

search in app store and Google play[J]. JMIR Mhealth and Uhealth, 2022, 10(2): e33168.

[26]Kong H, Wang X Q, Zhang X A. Exercise for Osteoarthritis: A Literature Review of Pathology and Mechanism[J]. Frontiers in Aging Neuroscience, 2022, 14: 854026.

[27]Cudejko T, Button K, Willott J, et al. Applications of wearable technology in a real-life setting in people with knee osteoarthritis: a systematic scoping review[J]. Journal of Clinical Medicine, 2021, 10(23): 5645.

[28]钱琨, 于辰曦, 孙水. 数字健康技术在膝关节炎运动处方中的应用[J]. 中国骨与关节杂志, 2024, 13(1): 57-62.

[29]Bennell K L, Lawford B J, Keating C, et al. Comparing video-based, telehealth-delivered exercise and weight loss programs with online education on outcomes of knee osteoarthritis: a randomized trial[J]. Annals of internal medicine, 2022, 175(2): 198-209.

[30]Lin Y T, Lee W C, Hsieh R L. Active video games for knee osteoarthritis improve mobility but not WOMAC score: a randomized controlled trial[J]. Annals of Physical and Rehabilitation Medicine, 2020, 63(6): 458-465.

[31]刘伟, 于功昌, 王从安, 等. 基于生物力学的膝关节关节炎运动疗法与疗效评价的研究进展[J]. 中医正骨, 2023, 35(2): 46-50.

[32]Rice S J, Beier F, Young D A, et al. Interplay between genetics and epigenetics in osteoarthritis[J]. Nature Reviews. Rheumatology, 2020, 16(5): 268-281.

基金项目:山西省中医药管理局课题(2022ZYYZ061)

作者简介:夏艺倍(出生年月2003年1月),性别:女,民族:汉,籍贯:浙江省舟山市人,学历:本科,单位:山西中医药大学。