

doi:10.3969/j.issn.1006-9852.2024.04.008

运动疗法在慢性疼痛中的研究进展*

王彩霞¹ 黄媛馨² 王 林^{2△}(¹ 贵州医科大学, 贵阳 550025; ² 贵州医科大学附属医院疼痛科, 贵阳 550004)

摘要 随着现代化生活方式的推进, 慢性疼痛愈发普遍存在。由于致痛因素的复杂性和疼痛发病机制的不明确性, 治疗后仍存在无法完全缓解和远期疗效欠佳的问题, 这给慢性疼痛病人造成了较大的精神压力和失控感, 使其生活质量下降和社会能力退缩。研究发现, 运动可以通过减少炎症发作、增强痛觉下行抑制作用以及改善不良情绪来发挥镇痛作用。因此, 运动作为一种低成本、低风险、长短期疗效结合的疗法对慢性疼痛的预防和治疗具有重要意义。本文综述近年来运动疗法在慢性疼痛中的作用和运动镇痛的机制, 以期为慢性疼痛病人提供运动康复的依据。

关键词 运动疗法; 慢性疼痛; 运动诱发痛觉减退

The progress of exercise therapy in chronic pain *

WANG Cai-xia¹, HUANG Yuan-xin², WANG Lin^{2△}(¹ Guizhou Medical University, Guiyang, 550025, China; ² Department of Pain Management, The Affiliated Hospital of Guizhou Medical University, Guiyang, 550004, China)

Abstract The prevalence of chronic pain is on the rise as a result of the progress in contemporary living. Due to the complexity of pain causing factors and the uncertainty of pain pathogenesis, there are still problems of incomplete relief and poor long-term efficacy after treatment, which causes significant mental pressure and loss of control in patients with chronic pain, leading to a decline in their quality of life and social ability. Studies have demonstrated that exercise can effectively alleviate pain by mitigating inflammatory responses, enhancing pain descending inhibitory effect, and ameliorating negative affective states. Hence, exercise, as a low-cost, low-risk, and short-to long-term efficacy combined therapy, holds significant importance in the prevention and treatment of chronic pain. This article reviewed the recent role of exercise therapy in chronic pain and the mechanisms of exercise-induced analgesia, with the aim of providing a basis for exercise rehabilitation in chronic pain patients.

Keywords exercise therapy; chronic pain; exercise-induced hypoalgesia

随着老龄化社会和现代化不良生活方式的推进, 慢性疼痛的发病率增加, 且已经成为重要的公共卫生问题之一。据国际疼痛学会统计, 全世界五分之一的人经历过慢性疼痛。《中国疼痛医学发展报告(2020)》显示我国慢性疼痛病人超过3亿人, 且每年以1000~2000万的速度增长, 病人人群有年轻化的趋势。慢性疼痛是一类病因复杂、病程迁延反复的疾病, 其可以牵涉到肌肉、骨骼、神经和心理等方面, 可共病焦虑、抑郁、失眠, 导致病人生命质量低下。目前, 慢性疼痛的治疗手段虽呈多样化, 但远期疗效欠佳、长期用药的不良反应、病人的依从性、经济因素等促使人们寻找更加安全有效、经济简单的治疗手段。运动是性价比最高的一

种促进健康的方式。人类运用运动方式治疗疾患已有悠久的历史, 我国最早的文字记载见于《内经》。西方运动疗法起源于希腊, 赫罗迪科斯(Herodicus)是论述运动治疗疾病的方法的创始人。2007年, 美国运动医学学会和美国医学会根据Herodicus运动和医学相结合的理念, 将“运动是良医”作为一种学术理念和健康促进项目正式提出。2012年, 中国在此基础上进一步提出了“体医融合”概念, 强调预防第一, 预防和治疗同等重要。随着研究的不断进行, 运动训练适应性改变的分子生物学基础以及生化和生理基础不断被揭示, 使得运动疗法在理论体系上不断深入发展。

即时的运动或规律性训练均能提高疼痛阈值,

* 基金项目: 国家自然科学基金(82060811)

△ 通信作者 王林 guobingbs@sina.com

降低疼痛敏感性, 此现象被称为运动诱发痛觉减退 (exercise-induced hypoalgesia, EIH)^[1]。研究表明, 经常运动的个体患慢性疼痛的风险显著降低, 不运动的个体患慢性疼痛的风险更大^[2], 此外规律的运动可以改善慢性疼痛。运动作为一种低成本、低风险、长短期疗效结合的疗法对慢性疼痛的预防和治疗具有重要意义^[3]。因此, 增加对运动镇痛的认识与应用有利于设计出个体化运动处方来促进慢性疼痛病人的康复。

一、慢性疼痛的概念和分类

随着全球老龄化进程的推进, 慢性疼痛越来越普遍, 严重危害机体的身心健康。国际疼痛学会将疼痛定义为“是一种与实际或潜在的组织损伤相关的不愉快的感觉和情绪情感体验, 或与此相似的经历”。其中, 慢性疼痛是指持续或者反复发作超过3个月的疼痛。2018年, 世界卫生组织 (WHO) 重新修订了国际疾病分类 (ICD-11)。ICD-11 将慢性疼痛分为慢性原发性疼痛、慢性癌症相关性疼痛、慢性术后或创伤后疼痛、慢性继发性肌肉骨骼疼痛、慢性继发性内脏痛、慢性神经病理性疼痛和慢性继发性头痛或口面部疼痛七大类^[4]。目前, 运动疗法的镇痛作用主要集中在慢性肌肉骨骼疼痛、慢性神经病理性疼痛和慢性癌痛方面。因此, 本文将着重介绍其在这几类慢性疼痛中的作用。

二、运动疗法的概念和分类

运动疗法是一种以运动学、生物力学和神经发育学为基础, 以作用力和反作用力为主要因子, 利用器械、徒手或病人自身力量, 通过主动或被动的运动方式, 来改善躯体、生理、心理和精神功能障碍的治疗方法。运动疗法应用范围广泛, 是康复医疗的一项重要措施。根据运动方式和目的不同, 运动可分为有氧耐力运动、抗阻运动和身心运动三种类型。研究运动疗法改善慢性疼痛的作用和其背后的神经心理机制, 有利于治疗师给慢性疼痛病人提供个性化的运动处方。

三、运动疗法在慢性疼痛中的作用 (见表1)

1. 运动疗法在慢性肌肉骨骼疼痛中的作用

纤维肌痛是一种复杂且致残的慢性疼痛疾病, 需要有效和长期的运动治疗。Assumpção等^[5]进行的一项为期12周的随机对照试验表明, 肌肉拉伸运动是改善纤维肌痛病人生活质量 (尤其身体功能和疼痛方面) 的最有效方式, 而抗阻训练是减少抑郁最有效的方式。Wang等^[6]发现太极拳与有氧运动相比, 对纤维肌痛病人症状改善度相似或更大, 且持续时间越长, 改善力度越大。颈肩腰部是疼痛的

常见高发部位, 与现代的生活工作方式息息相关。对于慢性非特异性颈部疼痛, 手法治疗和治疗性运动对其均有效, 但前者能更快地减少疼痛感知, 而后者更能减少颈椎残疾^[7]。Tsang等^[8]发现人体工程学干预与运动控制训练相结合的干预和一般锻炼对工作相关的颈肩疼痛的缓解和功能恢复均有效, 但从1年的随访发现, 前者干预后的整体康复效果更好。Heredia-Rizo等^[9]发现上斜方肌偏心训练改善了女性计算机用户颈肩部的疼痛和残疾, 降低了痛觉敏感性, 并提高了条件性疼痛训练调节效率。一项前瞻性随机单盲研究^[10]发现普拉提和家庭锻炼均可减轻女性慢性腰痛病人的疼痛和抑郁, 并提高其生活质量, 但普拉提更有效。另外, 在膝关节疼痛中, 一定的运动疗法也有缓解作用。例如, 12周的水上自行车训练计划可改善轻中度膝骨关节炎病人的膝关节疼痛和身体机能^[11]。Yuenyongviwat等^[12]发现髋外展肌锻炼结合股四头肌锻炼和单独的股四头肌锻炼都可以减轻膝骨关节炎病人的疼痛并改善功能, 且前者的改善效果早于后者。

2. 运动疗法在慢性神经病理性疼痛中的作用

神经根型颈椎病是颈椎病中最常见的类型, 其疼痛是由于颈神经根遭受到刺激或压迫产生的。张瑞士等^[13]发现远程个体化的运动方案与含牵引加物理因子治疗的保守方案都可以减轻神经根型颈椎病病人的疼痛和功能障碍, 且长期疗效显著, 所以运动是重要的辅助治疗手段。糖尿病神经病变导致的疼痛也属于常见的神经病理性疼痛之一, 有研究发现8周的简单、短时且非承重性的手脚锻炼可以减轻糖尿病周围神经病变病人的疼痛程度和改善其肢体功能, 对这些简单但有效的锻炼的普及可以提高更多糖尿病病人的生活质量^[14]。此外, 瑜伽作为一种身心舒展运动, 可以通过增加活动、核心肌肉力量、脊柱和腘绳肌的灵活性来改善神经病理性疼痛、腰痛、残疾和功能^[15], 对腰椎间盘突出症和神经病理性疼痛都有积极的作用。总之, 对于这些常见的慢性神经病理性疼痛, 合适的运动疗法可以减轻疼痛。

3. 运动疗法在慢性癌痛中的作用

癌痛是指由癌症、癌症相关性病变及抗癌治疗所致的疼痛。对于抗癌治疗导致的疼痛, 肌肉强化和平衡训练可以减少化疗诱导的周围神经病变的疼痛症状和改善癌症病人的生活质量^[16]。对于转移性的癌痛, 运动疗法也有一定的适用性。例如, 前列腺癌伴有骨转移的病人进行多模式模块化运动后, 无骨骼并发症或骨痛增加^[17]。另外, 对于癌症手术

表 1 运动疗法在慢性疼痛病人中的主要临床试验

作者	受试人群	试验设计	结论
Assumpção A, et al. (2018) [5]	RCT; 44 名纤维肌痛女性	对照组 ($n = 14$); 拉伸组 ($n = 14$); 阻力组 ($n = 16$)	肌肉伸展运动是改善身体功能和疼痛最有效的方式, 而阻力训练是减少抑郁的最有效的方式
Wang C, et al. (2018) [6]	一项为期 52 周的前瞻性单盲 RCT; 226 名纤维肌痛成年病人	经典杨式太极组 ($n = 151$): 每周 1~2 次, 持续 12 周或 24 周; 有氧运动组 ($n = 75$): 每周 2 次, 每次 60 分钟, 持续 24 周 (有氧运动: 低强度运动和动态拉伸热身 + 低到中等强度的有氧训练 + 涉及低强度运动以及动态和静态拉伸的降温)	对于纤维肌痛病人的各种结果, 太极身心治疗在症状上的改善与有氧运动相似或更大。太极拳持续时间越长, 效果越好
Bernal-Utrera C, et al. (2020) [7]	一项平行双盲三组 RCT; 18~50 岁慢性非特异性颈部疼痛病人	手法治疗组: T ₄ 的高位胸腔手法 + 颈椎关节松动术 (2 Hz, 2 分钟, 3 次) + 枕下肌抑制 3 分钟 (每周 1 次, 共 3 次); 治疗性运动组: 激活和募集颈深屈肌 + 等长运动深屈肌和浅屈肌共同收缩 + 屈肌和伸肌的偏心募集 (为期 3 周, 每天 1 次, 共 21 次疗程); 安慰剂组: 病人仰卧位, 理疗师仅将手放在病人颈部 3 分钟但无治疗意图 + 模拟化的枕下抑制技术 + 理疗师 10 秒的无压力接触	与治疗性运动相比, 手法治疗能更快地减少疼痛感。治疗性运动比手法治疗更快地减少残疾
Tsang SMH, et al. (2019) [8]	RCT; 101 名工作相关的颈肩疼痛参与者	对照组 (CO, $n = 50$): 在指定的物理治疗诊所接受疼痛缓解和颈部一般锻炼的治疗; 人体工程学建议结合运动组 (EM, $n = 51$): 个性化的人体工程学建议/修改和运动控制训练	从短中期来看, EM 组的干预措施与一般运动对疼痛缓解和功能恢复同样有效。在 1 年的随访中, 这种综合方法显著改善了工作相关的颈肩疼痛病人的康复情况
Heredia-Rizo AM, et al. (2019) [9]	40 名女性电脑用户	研究方案分两部分: A 部分为横断面研究, 颈肩疼痛组 ($n = 20$) 和对照组 ($n = 20$); B 部分中慢性颈肩疼痛病人接受为期 5 周的偏心训练干预	偏心训练改善了颈肩疼痛女性电脑用户的疼痛和残疾, 降低了敏感性, 并提高了条件性疼痛调节的效率
Batibay S, et al. (2021) [10]	一项前瞻性单盲 RCT; 60 名慢性非特异性女性腰痛病人	普拉提组: 每周 3 次, 共 8 周, 每次 1 小时; 家庭锻炼组: 仰卧位骨盆倾斜、腘绳肌腱拉伸、髂屈肌和腰伸肌伸展等锻炼, 每 2 周 1 次	普拉提和家庭锻炼均是治疗慢性腰痛的有效方法, 且普拉提更有效
Rewald S, et al. (2020) [11]	一项为期 12 周的双臂单盲平行组 RCT; 111 名单侧轻度至中度膝骨性关节炎病人 (50~70 岁)	常规护理组 (UC, $n = 47$): 接受常规护理; 水上自行车组 (AC, $n = 55$): 每周 2 次, 每次 45 分钟	与 UC 相比, 12 周的 AC 训练计划改善了轻度至中度膝骨性关节炎病人的膝关节疼痛和身体功能
Yuenyongviwat V, et al. (2020) [12]	86 名膝内侧区骨性关节炎病人	髋外展肌强化锻炼结合股四头肌强化锻炼组 ($n = 42$); 单独股四头肌强化训练组 ($n = 44$); 股四头肌锻炼: 病人端坐后逐渐将 90 度弯曲的膝盖完全伸展并保持 10 秒; 髋外展锻炼: 侧卧将髋外展至 45 度并保持 10 秒	与单纯的股四头肌锻炼相比, 髋关节外展锻炼结合股四头肌腱锻炼可以更快地改善 2~4 周的疼痛、症状、日常生活活动和生活质量
张瑞士, 等. (2023) [13]	一项前瞻性双平行组 RCT; 90 名神经根型颈椎病人	远程康复组 ($n = 44$): 颈部运动训练、自我神经松动训练、在线教育和药物治疗 (微信实时监督); 传统治疗组 ($n = 44$): 机械间歇性颈椎牵引 (前 10 周, 每周 1 次)、物理因子治疗 (前 10 周, 每周 1 次)、纸质版病人教育和药物治疗 (第 11、12 周), 共 12 周	经过为期 12 周的基于互联网的颈部运动训练项目或传统治疗, 神经根型颈椎病人的疼痛和功能障碍都得到减轻, 且长期疗效显著, 两种治疗的疗效无明显差异
Win MMTM, et al. (2020) [14]	RCT; 2 型糖尿病周围神经病变病人	对照组 ($n = 53$): 常规护理和健康教育; 运动组 ($n = 51$): 在对照组的基础上加为期 8 周的简单家庭式手足锻炼	简单的家庭式手足锻炼可以用来改善糖尿病神经病变病人的疼痛和肢体功能
Yildirim P, et al. (2022) [15]	RCT; 48 名腰椎间盘突出症 (lumbar disc herniation, LDH) 引起的神经性疼痛病人	对照组 ($n = 24$): 病人教育; 瑜伽组 ($n = 24$): 病人教育 + 选定的瑜伽练习 (每周 2 次, 每次 1 小时, 持续 12 周)	以拉伸和力量为基础的瑜伽运动可能是治疗 LDH 引起的神经性疼痛的一种有前景的选择
Dhawan S, et al. (2020) [16]	RCT; 45 例伴化疗诱导的周围神经病变 (chemotherapy-induced peripheral neuropathy, CIPN) 的癌症病人	常规护理组 ($n = 23$): 常规护理; 运动组 ($n = 22$): 在家中进行为期 10 周的肌肉强化和平衡运动	肌肉强化和平衡训练在减少 CIPN 病人疼痛和改善癌症的生活质量方面是有效的
Galvão DA, et al. (2018) [17]	57 例前列腺癌骨转移病人	常规护理组 (CON, $n = 29$): 多模式有氧、阻力和柔韧性训练组 (EX, $n = 28$)	患有骨转移的前列腺癌病人进行多模式模块化运动后, 自我报告的身体功能得到了改善, 并客观测量了下半身肌肉力量, 无骨骼并发症或骨痛增加
Bruce J, et al. (2021) [18]	多中心 RCT; 392 例乳腺癌术后女性	常规护理组 ($n = 196$); 结构性锻炼计划组 ($n = 196$)	实施结构化锻炼计划后乳腺癌术后上肢残疾高危女性的上肢功能有所改善, 疼痛强度降低, 手臂残疾症状较少

RCT: Randomized controlled trial, 随机对照试验

后疼痛, Bruce 等^[18]的多中心随机对照试验发现, 实施结构化锻炼计划后乳腺癌术后上肢残疾高危女性的上肢功能有所改善, 疼痛强度降低, 手臂残疾症状较少。以上研究说明运动在改善癌痛病人生活质量方面的潜在益处和高度临床相关性。

四、运动镇痛的作用机制

疼痛是由伤害性刺激作用于伤害性感受器, 换能后转变成神经冲动, 循相应的感觉传入通路进入中枢神经系统, 经脊髓、脑干、间脑中继后直到大脑边缘系统和大脑皮质, 通过各级中枢整合后产生的疼痛感觉和疼痛反应, 伴有复杂的自主神经活动、运动反射、心理和情绪反应。另外, 在疼痛的产生过程中, 还有下行抑制(神经递质)的调控。研究发现, 运动可以通过抑制脊髓背角中活化的神经胶质细胞、激活下行疼痛抑制系统、改善机体免疫、改善不良情绪与认知等途径来减轻疼痛。运动最直接的作用对象是运动系统(包括肌肉、肌筋膜、肌腱、血管、骨和关节等), 故 EIH 效应的产生也和运动系统的调控相关。因此, 以下从神经系统调控机制、运动系统调控机制和心理机制来阐述 EIH 的可能机制。

1. 神经系统调控机制

EIH 效应的产生可能与痛觉内源调控系统在脊髓、皮层下和皮层水平的相互作用有关, 同时与运动皮质的激活水平和痛觉下行抑制作用有关^[19]。EIH 效应在中枢可能存在普遍性的机制, 目前的研究认为, 5-羟色胺系统、内源性阿片肽系统和内源性大麻素系统参与 EIH, 这几种遍布中枢的神经递质系统是调控运动镇痛机制的主要效应因子^[20,21]。5-羟色胺主要分布在延髓头端腹内侧核群和中脑周围导水管灰质等区域, 被认为与情绪和疼痛认知调控相关。研究显示规律的身体活动通过涉及脊髓上阿片类药物和 5-羟色胺能的中枢抑制机制来预防慢性肌肉疼痛的发展^[3]。另有研究发现定期有氧运动可以增加 5-羟色胺的释放并调节前扣带回的突触可塑性, 最终通过 5-HT_{1A} 和 5-HT₇ 受体的功能改善疼痛和伴随的焦虑行为^[22]。研究表明, 肠道内微生物群有助于内源性大麻素代谢物的产生, 从而触发表达大麻素受体 1 (cannabinoid receptor 1, CB₁) 的 TRPV₁⁺ 感觉神经元, 从而提高了运动过程中腹侧纹状体中的多巴胺水平^[23]。该研究发现运动镇痛很可能受这一通路的调节, 且微生物组消耗、外周内源性大麻素受体抑制、脊髓传入神经元的消融或多巴胺阻断可能会抑制运动镇痛的效果。这表明肠道内可能存在“内感受性回路”, 这一回路受运动调

节来影响背根神经节中的初级感觉神经元传入, 最终形成了运动镇痛。另外, γ -氨基丁酸 (gamma-aminobutyric acid, GABA) 是包括脊髓背角在内的中枢神经系统的主要抑制性神经递质, 其是谷氨酸在谷氨酸脱羧酶 (glutamic acid decarboxylase, GAD) 作用下生成的。GAD65 和 GAD67 是 GAD 中目前研究较为明确的两种亚型。Kami 等^[24] 研究发现跑步机运动可以改善坐骨神经部分结扎 (partial sciatic nerve ligation, PSL) 模型小鼠的机械痛觉过敏和热痛觉过敏, 阻止了 PSL 小鼠脊髓背角的 GABA 和 GAD65/67 以及 GABA 能中间神经元数量的减少, 因此, GABA 能抑制作用受损的改善可能与运动诱导的痛觉减退有关。

2. 运动系统调控机制

运动的完成和力量的传导离不开运动系统, 其中骨骼的功能是抗压框架, 而肌肉、肌腱和韧带等是张力组织。多数慢性肌肉骨骼疼痛病人存在慢性炎症, 炎症的长期作用使得机体的筋膜及肌肉成分变得粘连和疼痛。有学者提出推拿疗法可抑制脊神经的过度兴奋, 在缓解肌肉痉挛和疼痛, 消除损伤处软组织粘连, 纠正解剖位置错乱, 恢复机体活动功能等方面具有明显效果^[25]。此外, 研究显示核心稳定训练主要通过提高脊柱周围肌群的力量、改善脊柱的柔韧性、增强肌群间的平衡、灵敏和协调能力, 从而达到保护脊柱的作用, 延缓或阻止慢性腰痛病程的进展, 减轻腰痛的症状, 提高腰椎功能和日常生活活动能力^[26]。Wahl 等^[27] 研究表明运动被证实能够通过促进血管增生的方式, 改善疼痛相关的缺血。Leung 等^[28] 研究发现 8 周的转轮运动通过改变小鼠肌肉中巨噬细胞表型和增加 IL-10 来预防慢性肌肉疼痛。以上研究说明运动可以通过改善肌肉的血液循环和痉挛, 减轻炎症因子的释放而促进抗炎因子的释放, 以及促进运动链的平衡在 EIH 效应的产生中发挥一定作用。另外, 重塑肿瘤微环境代谢和免疫可能是运动抑制或延缓肿瘤生长的机制^[29], 这可能是运动疗法改善癌性疼痛的相关机制。

3. 心理机制

疼痛是人的一种不愉快的感觉和情绪体验, 具有主观性和个体性, 其对个体的认知、情绪等心理过程有消极影响。临床上, 多数慢性疼痛病人合并焦虑和抑郁等不良情绪, 注重并改善其心理状态, 有利于慢性疼痛的治疗。由于持续时间较长, 慢性疼痛有可能导致个体脑功能和脑结构的改变, 从而影响其心理功能。运动具有奖赏效应, 即机体运动

后内源性大麻素、多巴胺和内啡肽释放所驱动的快乐、奖励和镇痛等现象。

研究表明, 自愿性跑步不仅可以抑制与疼痛慢性化密切相关的恐惧、焦虑等负面情绪, 还可以促进愉快情绪和痛觉减退^[22]。边缘系统被称为“情绪中心”, 其包括海马结构、海马旁回及内嗅区、齿状回、扣带回以及杏仁核等, 通过 Papez 环路相互联系, 并与其他脑结构(新皮层、丘脑、脑干)发生广泛联系。正面情绪主要与多巴胺神经元兴奋性水平有关, 负面情绪主要与杏仁核有关。通过不同的机制诱导的杏仁核中央核亚区中 GABA 神经元的失活, 可能是驱动 EIH 效应的关键事件^[22]。因此, 杏仁核是慢性疼痛的情绪情感方面的一个关键节点, 其可能在产生 EIH 效应中发挥重要作用。

五、运动对疼痛的负面影响

目前, 多数研究认为运动可以减轻疼痛^[3,30], 然而运动也可以导致疼痛, 这是因为 EIH 效应的产生与运动强度和运动持续时间有关, 强度过大的疲劳性刺激会增加中枢疼痛敏感度, 产生运动诱发痛觉过敏(exercise-induced hyperalgesia, EIA)^[31]现象。但 EIA 相关研究不多, 部分研究认为这种现象来源于慢性疼痛病人的中枢敏化等影响中枢疼痛调控功能的改变。对 EIH 和 EIA 效应背后生化、神经与心理机制的探索, 以及对运动强度和运动持续时间的把握将为治疗师设计疼痛病人运动处方提供参考。

六、小结和展望

综上所述, 虽然运动的效果和支持它的证据水平在不同的疾病中有所不同, 但运动对大多数慢性疼痛病人有直接和间接的好处。运动镇痛是一种全身效应, 其有效性与运动的类型、强度和持续时间有关。但多数研究仍对剂量参数(幅度、持续时间、频率)和运动类型(等距、偏心、向心性)的影响认识不统一, 有待今后根据不同类型的疾病进行针对性的运动处方设计, 以实现最大化增强运动治疗镇痛效果的同时提高干预措施的安全性。EIH 研究表明, 慢性疼痛病人的 EIH 效应存在相当大的差异。EIH 效应的差异除了与慢性疼痛病人的身体素质和运动耐受性相关外, 可能还与个体的认知抑制能力相关。治疗师应增进与病人的沟通, 以病人需求为导向, 激发病人开始运动的内在动力和坚持长期运动的乐趣, 加强运动类型、运动强度和运动安全方面的教育, 从而不仅更好地发挥运动镇痛的效果, 也促进运动对慢性疼痛病人整体健康的改善。本文期望提升人们对运动镇痛和其他的运动奖赏效应以

及背后可能机制的认识与关注, 以加强运动意识和提高运动动机, 从而降低久坐不动的生活方式对健康的有害影响。

利益冲突声明: 作者声明本文无利益冲突。

参 考 文 献

- [1] Vaegter HB, Jones MD. Exercise-induced hypoalgesia after acute and regular exercise: experimental and clinical manifestations and possible mechanisms in individuals with and without pain[J]. *Pain Rep*, 2020, 5(5):e823.
- [2] Hirase T, Kataoka H, Inokuchi S, *et al.* Effects of exercise training combined with increased physical activity to prevent chronic pain in community-dwelling older adults: a preliminary randomized controlled trial[J]. *Pain Res Manag*, 2018, 2018:2132039.
- [3] Rice D, Nijs J, Kosek E, *et al.* Exercise-induced hypoalgesia in pain-free and chronic pain populations: state of the art and future directions[J]. *J Pain*, 2019, 20(11):1249-1266.
- [4] 曹伯旭, 宋学军, 万有, 等. 慢性疼痛分类目录和定义[J]. *中国疼痛医学杂志*, 2021, 27(1):2-8.
- [5] Assumpção A, Matsutani LA, Yuan SL, *et al.* Muscle stretching exercises and resistance training in fibromyalgia: which is better? A three-arm randomized controlled trial[J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2018, 54(5):663-670.
- [6] Wang C, Schmid CH, Fielding RA, *et al.* Effect of tai chi versus aerobic exercise for fibromyalgia: comparative effectiveness randomized controlled trial[J]. *BMJ*, 2018, 360:k851.
- [7] Bernal-Utrera C, Gonzalez-Gerez JJ, Anarte-Lazo E, *et al.* Manual therapy versus therapeutic exercise in non-specific chronic neck pain: a randomized controlled trial[J]. *Trials*, 2020, 21(1):682.
- [8] Tsang SMH, So BCL, Lau RWL, *et al.* Comparing the effectiveness of integrating ergonomics and motor control to conventional treatment for pain and functional recovery of work-related neck-shoulder pain: a randomized trial[J]. *Eur J Pain*, 2019, 23(6):1141-1152.
- [9] Heredia-Rizo AM, Petersen KK, Madeleine P, *et al.* Clinical outcomes and central pain mechanisms are improved after upper trapezius eccentric training in female computer users with chronic Neck/Shoulder pain[J]. *Clin J Pain*, 2019, 35(1):65-76.
- [10] Batbay S, Külçü DG, Kaleoğlu Ö, *et al.* Effect of Pilates mat exercise and home exercise programs on pain, functional level, and core muscle thickness in women with chronic low back pain[J]. *J Orthop Sci*, 2021, 26(6):979-985.

- [11] Rewald S, Lenssen AFT, Emans PJ, *et al.* Aquatic cycling improves knee pain and physical functioning in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2020, 101(8):1288-1295.
- [12] Yuenyongviwat V, Duangmanee S, Iamthanaporn K, *et al.* Effect of hip abductor strengthening exercises in knee osteoarthritis: a randomized controlled trial[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2020, 21(1):284.
- [13] 张瑞士, 杨浩伦, 王小逸, 等. 基于互联网的颈部运动训练对神经根型颈椎病患者疼痛和功能障碍的影响 [J]. *华西医学*, 2023, 38(6):850-858.
- [14] Win MMTM, Fukai K, Nyunt HH, *et al.* Hand and foot exercises for diabetic peripheral neuropathy: a randomized controlled trial[J]. *Nurs Health Sci*, 2020, 22(2):416-426.
- [15] Yildirim P, Gultekin A. The effect of a stretch and strength-based Yoga exercise program on patients with neuropathic pain due to lumbar disc herniation[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2022, 47(10):711-719.
- [16] Dhawan S, Andrews R, Kumar L, *et al.* A randomized controlled trial to assess the effectiveness of muscle strengthening and balancing exercises on chemotherapy-induced peripheral neuropathic pain and quality of life among cancer patients[J]. *Cancer Nurs*, 2020, 43(4):269-280.
- [17] Galvão DA, Taaffe DR, Spry N, *et al.* Exercise preserves physical function in prostate cancer patients with bone metastases[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2018, 50(3):393-399.
- [18] Bruce J, Mazuquin B, Canaway A, *et al.* Prevention of shoulder problems trial (PROSPER) study group. exercise versus usual care after non-reconstructive breast cancer surgery (UK PROSPER): multicentre randomised controlled trial and economic evaluation[J]. *BMJ*, 2021, 375:e066542.
- [19] 徐子涵, 尤浩军. 运动诱发的镇痛效应: 脊髓、皮层下和皮层机制 [J]. *生物化学与生物物理进展*, 2022, 49(3):481-491.
- [20] Hughes L, Grant I, Patterson SD. Aerobic exercise with blood flow restriction causes local and systemic hypoalgesia and increases circulating opioid and endocannabinoid levels[J]. *J Appl Physiol*, 2021, 131(5):1460-1468.
- [21] 徐子涵, 侯世伦. 运动诱发镇痛效应的中枢机制 [J]. *中国康复医学杂志*, 2022, 37(9):1273-1278.
- [22] Zhou YS, Meng FC, Cui Y, *et al.* Regular aerobic exercise attenuates pain and anxiety in mice by restoring serotonin-modulated synaptic plasticity in the anterior cingulate cortex[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2022, 54(4):566-581.
- [23] Dohnalová L, Lundgren P, Carty JRE, *et al.* A microbiome-dependent gut-brain pathway regulates motivation for exercise[J]. *Nature*, 2022, 612(7941):739-747.
- [24] Kami K, Taguchi Ms S, Tajima F, *et al.* Improvements in impaired GABA and GAD65/67 production in the spinal dorsal horn contribute to exercise-induced hypoalgesia in a mouse model of neuropathic pain[J]. *Mol Pain*, 2016, 12:1744806916629059.
- [25] 丁晓红, 柴伟杰, 康华, 等. 温经活络除痹法联合摇髌推拿手法治疗髋关节滑膜炎疗效观察 [J]. *现代中西医结合杂志*, 2018, 27(16):1729-1732.
- [26] 王雪强. 核心稳定训练对非特异性腰痛患者神经肌肉功能的作用 [D]. 上海: 上海体育学院, 2016.
- [27] Wahl P, Bloch W, Schmidt A. Exercise has a positive effect on endothelial progenitor cells, which could be necessary for vascular adaptation processes[J]. *Int J Sports Med*, 2007, 28(5):374-380.
- [28] Leung A, Gregory NS, Allen LH, *et al.* Regular physical activity prevents chronic pain by altering resident muscle macrophage phenotype and increasing interleukin-10 in mice[J]. *Pain*, 2016, 157(1):70-79.
- [29] Koelwyn GJ, Zhuang X, Tammela T, *et al.* Exercise and immunometabolic regulation in cancer[J]. *Nat Metab*, 2020, 2(9):849-857.
- [30] Kami K, Tajima F, Senba E. Plastic changes in amygdala subregions by voluntary running contribute to exercise-induced hypoalgesia in neuropathic pain model mice[J]. *Mol Pain*, 2020, 16:1744806920971377.
- [31] Sullivan MJ, Lariviere C, Simmonds M. Activity-related-summation of pain and functional disability in patients with whiplash injuries[J]. *Pain*, 2010, 151(2):440-446.