

DOI: 10.13288/j.11-2166/r.2021.02.017

综 述

太极拳和八段锦缓解慢性疼痛机制的研究进展

陈李圳¹, 景向红¹, 代金刚^{2✉}

1. 中国中医科学院针灸研究所, 北京市东城区东直门内南小街 16 号, 100700; 2. 中国中医科学院医学实验中心

摘要 中医非药物疗法的太极拳和八段锦导引法, 具有疏通经络、活血化瘀、宁心安神的作用, 可有效缓解慢性疼痛。以肌纤维痛、慢性腰痛和骨关节炎为例, 分析太极拳和八段锦对慢性疼痛患者痛感觉和痛情绪的缓解作用, 探讨这两种功法通过肢体局部拉伸激活深部组织感觉传入的镇痛机制, 认为其可通过促进交感-副交感的平衡发挥广泛的神经内分泌免疫调节作用, 并可能通过干预与情绪和压力相关的脑区缓解痛情绪。

关键词 太极拳; 八段锦; 慢性疼痛; 炎症; 神经内分泌免疫; 痛情绪; 痛行为

太极拳和八段锦在国内广泛流传, 因其简便易学、身心同治, 被高度认可和实践。两种功法既能提高肌肉力量与平衡, 也能改善与健康相关的生活质量和心理健康, 旨在维持躯体和心理的功能平衡, 提高人体免疫及自愈力^[1-3]。研究表明, 太极拳和八段锦可提高慢性患者的生活质量^[4], 可应用于痛症^[4-5]、心血管^[6-8]、呼吸^[9-10]、消化^[11]、内分泌免疫^[12-13]、神经精神^[14-15]等疾病的防治和康复。然而, 太极拳和八段锦治疗疾病的机理研究较少, 且目前仍不是很清楚^[16]。本文分析目前慢性疼痛管理存在的困境和中医学对慢性疼痛的认识, 基于太极拳和八段锦缓解慢性疼痛的相关临床研究文献, 探讨其缓解慢性疼痛的神经生物学机制。

1 慢性疼痛及药物的困境

国际疼痛研究学会 (IASP) 将“疼痛”定义为“一种与实际或潜在组织损伤或与这类损伤描述相关的不愉快主观感觉和情感体验”^[17], 提示疼痛包括两部分内容, 即痛感觉与痛情绪。慢性疼痛是指疼痛持续或复发的时间超过 3~6 个月^[18]。2018 年国际疾病分类第 11 版 (ICD-11)^[19] 目录第一次收录慢性疼痛, 并首次对慢性疼痛进行系统分类, 将慢性疼痛分为七大类, 包括慢性原发性疼痛、慢性癌性疼痛、慢性术后痛和创伤后疼痛、神

经病理性疼痛、慢性头部和颌面部疼痛、慢性内脏疼痛、慢性骨骼肌疼痛。

一项来自美国国家卫生统计中心 (NCHS) 的数据显示, 25% 的美国人患有慢性或复发性疼痛, 40% 的美国人认为疼痛对他们的生活造成中度或重度影响^[20]。美国已认识到对阿片类药物依赖的危机, 认为寻找新的治疗慢性疼痛的策略势在必行^[21]。慢性疼痛与炎症和炎症反应相关, 还涉及感觉神经系统、自主神经系统、应激、情绪等因素^[22]。目前抗炎镇痛可能是治疗慢性疼痛的首选, 主要的镇痛药有非甾体类抗炎药、抗抑郁类、阿片类、抗惊厥类四种, 然而疗效并不尽如人意。在使用大量镇痛药情况下, 只有 25% 的神经病理性疼痛患者疼痛缓解超过 50%, 且长期给予阿片类药物后患者易出现药物耐受和药物依赖现象^[23-24]。疼痛的复杂性决定了单一的药物疗法不可能解决所有疼痛问题, 使得药物疗法在慢性疼痛中的应用受到很大限制^[25]。因此, 非药物疗法成为目前世界各国正在努力找寻的治疗慢性疼痛的途径。

2 中医对慢性疼痛的认识

中医学对疼痛的病理机制较为全面地概括为“不通则痛”“不荣则痛”和与“心神”相关^[26-27]。首先, “不通则痛”属实痛病机。疼痛首见于《素问·举痛论篇》, 曰“经脉流行不止、环周不休, 寒气入经而稽迟, 泣而不行, 客于脉外则血少, 客于脉中则气不通, 故卒然而痛”。可见

基金项目: 国家自然科学基金 (81704139)

✉ 通讯作者: zhongyidai@163.com, (010) 64089567

气不通、卒然而痛是“不通则痛”的病机基础。其次，“不荣则痛”属虚痛病机。《素问·举痛论篇》载“脉泣则血虚，血虚则痛”；明代医家张景岳进一步明确提出“不荣则痛”的理论和“补虚治痛”的学说。最后，痛与“心神”密切相关。《素问·至真要大论篇》曰“诸痛痒疮，皆属于心”，而疼痛的定义指出疼痛不仅是一种“感觉”，而且是“情绪”上的感受，这属于中医学“心神”的范畴。

由于慢性疼痛病机往往错综复杂，病程持久缠绵，不适合用单一的“不通则痛”或“不荣则痛”来阐释。有学者在传统疼痛病机理论上，结合慢性疼痛“瘀虚并存”的致病特点，提出慢性疼痛“虚瘀交错”病机理论，总结“虚瘀（滞）交错，必先化瘀（滞），结合补虚，方能止痛”的慢性疼痛治疗原则^[28]。而太极拳和八段锦作为中医非药物疗法的重要组成部分，切中慢性疼痛的病机，具有疏通经络、活血化瘀、宁心安神的作用，可有效缓解慢性疼痛。现以肌纤维痛、慢性腰痛和骨关节炎为例，探讨太极拳和八段锦缓解慢性疼痛的作用及其生物学机制。

3 太极拳和八段锦缓解慢性疼痛的临床研究

太极拳可有效治疗肌纤维痛、慢性腰痛和骨关节炎^[29]。肌纤维痛的特征是存在至少持续 3 个月的广泛疼痛，在身体上触诊 11 个或 18 个以上的特殊疼痛点^[30]，且伴随深部 C-纤维的异常兴奋^[31]。太极拳治疗肌纤维痛的随机对照试验研究^[32]表明，太极拳可显著改善肌纤维痛影响问卷评分（FIQ 评分）和生活质量，太极拳练习 12 周后 FIQ 得分显著下降；简式健康调查量表（SF-36）评分显著下降，身体评价得分和心理评价得分改善尤为显著，且练习太极拳 24 周后仍有极显著改善。此外，太极拳和八段锦均可显著改善肌纤维痛患者的全身疼痛指数和压痛评分，对匹兹堡睡眠质量指数、焦虑量表和抑郁量表评分等指标也均有明显改善^[33-34]。以上研究证明，太极拳和八段锦不仅可缓解疼痛患者的躯体症状，还对患者的痛情绪和心理状态有改善作用。

太极拳是慢性腰痛患者的前三大辅助医疗模式之一^[35]。太极拳可显著降低疼痛强度和腰部不适，其对疼痛残疾指数、腰痛情绪和认知方面的指标也都有明显改善^[36]。八段锦对慢性腰痛也有较好的治疗作用。研究^[37]显示，连续 1 个或 3 个月的八

段锦治疗均可有效降低患者的视觉模拟评分（VAS）评分、Oswestry 功能障碍指数（ODI）和屈伸度。

太极拳和八段锦也有助于缓解骨关节炎的疼痛^[29,38]。有研究^[39]对八段锦治疗膝骨关节炎进行 1 年的疗效观察，显示八段锦可显著改善患者的生活质量及麦克马斯特大学骨关节炎指数、6 分钟步行距离、膝伸肌和屈肌的等速力量。一项太极拳干预 30 例有症状的膝关节炎患者的随机对照试验研究^[40]表明，太极拳可显著改善膝关节炎患者的疼痛、僵硬症状及下肢肌肉力量；另外一项随机对照试验^[41]则显示，太极拳不仅缓解膝关节炎患者的疼痛，同时改善膝关节炎患者的生理功能、自我效能、抑郁和健康相关的生活质量。

4 太极拳和八段锦缓解慢性疼痛的神经生物学机制

太极拳和八段锦缓解慢性疼痛的疗效肯定，其缓解疼痛的生物学机制可能与其对神经系统调节有关。

4.1 感觉神经机制

太极拳和八段锦主要的动作都是通过缓慢拉伸肌肉，活动关节，注重形神统一、达到身心同调的目的。如八段锦中“摇头摆尾去心火”一式，动作要领是头颈部和腰部肌肉都摆动旋转达到一定量的伸展牵拉^[42]。而当肢体向远处极限伸展并相应的停留，可明显体会到“得气感”，包括酸、麻、重、胀等感觉；完成导引动作后，身体会感觉格外的放松，局部酸痛得到意外缓解。这种类针灸样的“得气”现象提示由躯体深部感觉神经介导^[43]，通过肌肉拉伸可能激活深部感觉神经传入，减少伤害性信息上传。慢性疼痛往往由于长期慢性劳损导致肌肉中的 C 纤维神经传入增加，而拉伸肢体的导引动作（如立掌、勾足、屈肘、悬腕等），可能首先激活肌肉组织的肌梭长度感受器，引起牵张反射^[44]，使肌肉收缩，肌梭传入（Ⅰa 和Ⅱ类感觉神经纤维）冲动增加，而这类有髓 A 纤维可能激活脊髓中的闸门，抑制传导疼痛的 C 类感觉神经纤维传入，从而缓解疼痛^[45]；导引动作更要求极限拉伸肢体，甚至保持一点时间和强度，这可能会兴奋肌肉或关节处的腱器官张力感受器^[46]，通过Ⅰb 类感觉神经纤维传入，反射性地抑制同一肌肉的收缩，使肌肉出现舒张反应（反牵张反射），缓解疼痛的同时也产生轻快感。

此外，太极拳和八段锦也可能激活脊髓上中枢

的下行抑制系统,抑制伤害性信息的上传。研究表明肌纤维痛患者中枢去甲肾上腺素能或五羟色胺能神经下行疼痛抑制系统缺陷或弥漫性有害抑制控制的调节机能下降^[47],全身肢体运动的太极功法可能通过激活弥漫性有害抑制控制系统,从而缓解肌纤维痛^[29]。

可见,太极拳和八段锦可能激活了在脊髓及脊髓上中枢的镇痛通路,达到缓解慢性疼痛的目的;同时由于拉伸刺激了肌肉局部的循环,带走局部的炎性产物,达到抗炎镇痛的目的,故而太极拳和八段锦对疼痛的治疗,不仅仅是镇痛,同时可抑制或消除炎症,达到治疗疾病的目的^[48-49]。

4.2 自主神经机制

4.2.1 促进交感-副交感系统的平衡 太极拳和八段锦可能通过抑制交感神经和兴奋副交感神经^[50],促进交感-副交感系统的平衡^[51],从而缓解慢性疼痛和抑制炎症。

慢性疼痛状态下,交感神经呈现过度兴奋状态。神经损伤后,交感神经元轴突芽生,与邻近的感觉神经元轴突或胞体出现耦连,包绕形成“篮状结构”^[52],这可能是慢性疼痛维持的基础。抑制交感神经活动可能通过减少肾上腺素能信号,减轻炎症反应,从而缓解慢性疼痛。太极拳可降低 CAMP 反应元件结合蛋白(CREB)家族转录因子活性,与通过 β 肾上腺素能受体介导的交感神经系统信号降低一致,同时降低核转录因子 $\kappa\beta$ (NF- $\kappa\beta$)的活性^[53]。太极拳和八段锦还可激活副交感系统活动,通过胆碱能抗炎通路抑制炎症反应^[54]。

交感-副交感系统的平衡能够对慢性炎症痛起到有效控制的作用。这依赖于迷走神经与交感神经可以通过拮抗和协作等方式实现对炎症反应的调节^[55]。如 $\alpha 2$ -肾上腺素受体介导的交感神经激活可上调肿瘤坏死因子 α (TNF- α)的合成^[56],而迷走神经的激活可抵消 TNF- α 的过度释放^[57]。

此外,太极拳和八段锦可能通过激活副交感神经,促进机体平静和精神安宁,提高痛阈而缓解痛感觉。太极拳和八段锦等身心疗法要求保持呼吸和吸气节奏,训练呼吸变得缓慢而深长。缓慢而深长的呼吸会激活副交感神经,从而降低心率和血压,加速消化功能,使血液回流到四肢,使应激激素恢复到正常水平,提高痛阈^[58-59]。

4.2.2 广泛的神经-内分泌-免疫网络调节 太极拳和八段锦还可能通过调节神经-内分泌-免疫网络,在整体水平缓解慢性疼痛^[60]。神经系统发挥

始动调节的作用,其具体的作用机制如下:

副交感神经参与下的太极拳和八段锦抗炎镇痛途径: 1) 太极拳和八段锦可能激活迷走神经传入支,在中枢与孤束核-下丘脑室旁核神经发生联系,激活中枢下丘脑-垂体-肾上腺轴,释放内源性糖皮质激素(GC),通过神经内分泌途径,发挥抗炎效应。GC 是下丘脑-垂体-肾上腺(HPA)轴活动的最终产物^[61],具强大的抗炎作用,通过与免疫细胞上的糖皮质激素受体(GR)结合,抑制促炎细胞因子如 TNF- α 、白细胞介素 1(IL-1)、白细胞介素 6(IL-6)、白细胞介素 8(IL-8)等的合成,同时激活抗炎细胞因子如白细胞介素 4(IL-4)、白细胞介素 10(IL-10)的合成,降低炎症反应。已有研究表明,慢性疼痛常伴随慢性应激状态^[62],在此状态下可能由于 GR 敏感性的改变导致炎症活动的增加^[63]。太极拳等身心疗法可能改变 GR 信号,进而影响炎症过程。与对照组相比,太极拳组的抗炎 GR 信号转导增加,而 NF- $\kappa\beta$ 减少^[64]。2) 太极拳和八段锦可能激活迷走神经传出支,即胆碱能抗炎通路(CAP),通过传出迷走神经末梢释放乙酰胆碱,与巨噬细胞等免疫细胞上的 $\alpha 7n$ 型乙酰胆碱受体($\alpha 7nAChR$)结合,抑制网状内皮系统的组织巨噬细胞活化,进而抑制巨噬细胞释放促炎因子如 TNF- α 、IL-1 β 、IL-6 等,抑制炎症反应,缓解疼痛^[57]。

交感神经参与下的太极拳和八段锦抗炎镇痛途径: 太极拳和八段锦可能激活交感神经^[53],使交感神经节后神经末梢释放去甲肾上腺素和肾上腺髓质释放肾上腺素,通过与免疫细胞的 $\beta 2$ -肾上腺素受体结合发挥抗炎镇痛作用。

总之,自主神经系统(ANS)和 HPA 轴可能通过其配体(肾上腺素、去甲肾上腺素、乙酰胆碱和皮质醇)与免疫细胞的肾上腺素能、胆碱能和糖皮质激素受体结合,影响炎性相关细胞因子的产生。肾上腺素和去甲肾上腺素与肾上腺素能受体结合可激活 NF- $\kappa\beta$ 等促炎转录因子,而 GC 与 GR 结合可抑制促炎细胞因子的产生。太极拳和八段锦可能通过调节 ANS 和 HPA 轴,使 NF- $\kappa\beta$ 介导的促炎信号转导减少,抗炎 GR 信号转导增加,调节基因表达来降低炎症反应,从而缓解慢性疼痛;另外,太极拳和八段锦激活传出迷走神经,使其释放乙酰胆碱(ACh),与巨噬细胞上的 $\alpha 7nAChR$ 结合,抑制巨噬细胞活化,进而抑制巨噬细胞释放促炎因子如 TNF- α 、IL-1 β 、IL-6 等,降低炎症反应,

缓解慢性炎症痛。

4.3 心理与行为机制

太极拳和八段锦可能直接或间接干预威胁、奖赏、压力相关的大脑区域,影响心理行为过程,从而缓解痛情绪与痛行为。太极拳和八段锦等身心疗法可缓解压力、抑郁和焦虑等心理,同时调节自我控制、自我效能、情绪调节等行为范式^[65-66]。有研究观察到这些变化与其对端粒酶活性的影响有关^[67],但其与炎症的关系目前尚无研究定论。另外,身心疗法可能对非直接干预的靶向过程产生影响,但仍与炎症相关,如有研究者^[68]观察到冥想可降低孤独感,且可能与炎症活动增加有关。

5 结语

太极拳和八段锦在慢性疼痛的非药物治疗中的突出作用,其作为一种绿色经济、身心同调的补充替代疗法,可有效缓解慢性疼痛,包括肌纤维痛、慢性腰痛和骨关节炎等深部组织慢性炎症痛。导引动作可激活感觉神经系统调制痛觉信号的上传;太极拳和八段锦在整体水平促进交感-副交感系统的平衡,通过神经-内分泌-免疫途径发挥抗炎镇痛的作用;另外太极拳和八段锦直接作用于与情绪相关的脑区,改善痛情绪与痛行为。

尽管太极拳和八段锦缓解慢性疼痛的作用已经得到循证医学的证实,且其镇痛的机制也得到初步揭示,但对太极拳和八段锦的多途径机制研究还有待深入。目前缺乏对太极拳和八段锦的深刻认识和科学指导,如果没有适当的指导和正确的执行方法,肌肉和关节疼痛可能会加重而不是减轻。一项关于太极拳在临床试验中的安全性系统评价^[69]发现,一些研究报告了太极拳跌倒后的膝、踝、背和脊柱肌肉骨骼疼痛事件发生。尽管如此,包括太极拳和八段锦在内的导引法还是具有可靠的疗效且几乎很少的不良事件发生^[69],这使得医生有理由支持患者探索并尝试这种疗法。

参考文献

- [1] 代金刚,张聪,廖艳,等. 习练八段锦对疲劳性亚健康者基本体质体能改善作用的队列研究[J]. 中国中医基础医学杂志, 2011, 17(2): 186-188.
- [2] OH B, YEUNG A, KLEIN P, et al. Accreditation standard and guideline initiative for tai chi and qigong instructors and training institutions[J]. Medicines (Basel), 2018, 5(2): 51.
- [3] SONG R, GRABOWSKA W, PARK M, et al. The impact of Tai Chi and Qigong mind-body exercises on motor and

non-motor function and quality of life in Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis [J]. Parkinsonism Relat Disord, 2017, 41(5): 3-13.

- [4] 徐永峰,张丽. 太极拳练习对大学生肩颈腰背疼痛的改善效果评价[J]. 中国学校卫生, 2019, 40(7): 994-996, 1000.
- [5] 刘乐玲,陆伟豪. 八段锦干预乳腺癌芳香化酶抑制剂所致膝骨关节疼痛的临床研究[J]. 广州中医药大学学报, 2020, 37(6): 1100-1105.
- [6] 李军,陈光,王阶,等. 中医药是心脏康复的新动力[J]. 中医杂志, 2018, 59(17): 1460-1464.
- [7] TAYLOR-PILIAE R, FINLEY BA. Benefits of Tai Chi exercise among adults with chronic heart failure: a systematic review and meta-analysis [J]. J Cardiovasc Nurs, 2020, 35(5): 423-434.
- [8] 俞达,蒋朱秀. 太极拳和八段锦对慢性心力衰竭患者运动耐量和生活质量的影响[J]. 新中医, 2019, 51(3): 274-277.
- [9] 郑立夫,郑碧云,唐纯志. 从脏腑致病角度分析导引在新冠肺炎防治中的应用[J]. 中医学报, 2020, 35(5): 916-919.
- [10] 韩杰,徐曦,周晶,等. 导引功法防治新型冠状病毒肺炎的作用[J]. 中国中医药信息杂志, 2020, 27(8): 20-22.
- [11] 曾进浩,潘华山,张怡,等. 八段锦运动治疗功能性消化不良患者 25 例[J]. 环球中医药, 2016, 9(11): 1382-1385.
- [12] 葛旦红,申屠婵娟. 太极拳对中老年肺癌化疗患者癌因性疲乏的疗效及细胞免疫功能的影响[J]. 中国基层医药, 2019, 26(1): 28-32.
- [13] 李佳玥,张莹,黄为钧,等. 十八段锦对 2 型糖尿病胃肠实热证患者的护理干预研究[J]. 北京中医药, 2019, 38(4): 396-399.
- [14] 张建国,唐纯志,孔令翔. 太极拳运动对老年人认知功能影响的系统评价与 Meta 分析[J]. 中医杂志, 2017, 58(17): 1473-1477.
- [15] LIU F, CUI J, LIU X, et al. The effect of tai chi and Qigong exercise on depression and anxiety of individuals with substance use disorders: a systematic review and meta-analysis [J]. BMC Complement Med Ther, 2020, 20(1): 161-171.
- [16] 晏利姣,郝玉芳. 运用 Endnote 和 Refviz 文献分析软件对太极拳相关英文文献的分析[J]. 中国运动医学杂志, 2013, 32(7): 629-632.
- [17] International Association for the study of pain. ISAP terminology [EB/OL]. (2017-09-14) [2020-04-11]. <http://www.isap-pain.org/terminology?navItemNumber=576#Pain>.

- [8] MERSKEY H, BOGDUK N. Classification of chronic pain: descriptions of chronic pain syndromes and definitions of pain terms [J]. Pain, 1994, 11(2): 163.
- [9] TREEDE RD, RIEF W, Barke A, 等. ICD-11 慢性疼痛分类 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2015, 21(7): 486-488.
- [20] National Center for Health Statistics. Health, United States, 2006 [M]. Washington: U. S. Government Printing Office, 2006: 68.
- [21] 孙丽. 美国阿片类药物滥用及其管控措施 [J]. 中国药物滥用防治杂志, 2018, 24(4): 219-224.
- [22] OMOIGUI S. The biochemical origin of pain: proposing a new law of pain: the origin of all pain is inflammation and the inflammatory response. Part 1 of 3: a unifying law of pain [J]. Med Hypotheses, 2007, 69(1): 70-82.
- [23] WATSON CP, GILRON I, SAWYNOK J. A qualitative systematic review of head-to-head randomized controlled trials of oral analgesics in neuropathic pain [J]. Pain Res Manag, 2010, 15(3): 147-157.
- [24] 夏阳阳, 王英, 薛梦, 等. 慢性痛中阿片耐受的研究进展 [J]. 赣南医学院学报, 2018, 38(2): 181-185.
- [25] 方婷, 邓奇坚, 张晓洁, 等. 阿片类药物治疗慢性疼痛: 挑战及应对 [J]. 中国药物依赖性杂志, 2018, 27(6): 393-397.
- [26] 齐伟静, 王亚娜, 汪卫东, 等. 疼痛的中西医理论概述 [J]. 中医杂志, 2013, 54(19): 1698-1701.
- [27] 廖尖兵, 刘森, 王文譔, 等. 探微慢性疼痛中医病、机、证、治思路 [J]. 中华中医药杂志, 2018, 33(4): 1441-1444.
- [28] 梁宜, 孙晶, 周杰, 等. 方剑乔教授从“瘀”“虚”角度辨识慢性疼痛病机 [J]. 浙江中医药大学学报, 2017, 41(12): 941-943, 950.
- [29] PENG PW. Tai chi and chronic pain [J]. Reg Anesth Pain Med, 2012, 37(4): 372-382.
- [30] SHIRZADFAR H, MOHAMMADI A, SADEGHI M. The pathophysiology of fibromyalgia: diagnosis and treatment [J]. J Med, 2018, 4(1): 1-13.
- [31] SERRA J, COLLADO A, SOL R, et al. Hyperexcitable C nociceptors in fibromyalgia [J]. Ann Neuro, 2014, 75(2): 196-208.
- [32] WANG C, SCHMID CH, RONES R, et al. A randomized trial of tai chi for fibromyalgia [J]. N Engl J Med, 2010, 363(8): 743-754.
- [33] MADDALI BONGI S, PAOLETTI G, CAL M, et al. Efficacy of rehabilitation with Tai Ji Quan in an Italian cohort of patients with fibromyalgia syndrome [J]. Complement Ther Clin Pract, 2016, 24(3): 109-115.
- [34] JIAO J, RUSSELL IJ, WANG W, et al. Ba-Duan-Jin alleviates pain and fibromyalgia-related symptoms in patients with fibromyalgia: results of a randomised controlled trial [J]. Clin Exp Rheumatol, 2019, 37(6): 953-962.
- [5] KANODIA AK, LEGEDZA AT, DAVIS RB, et al. Perceived benefit of Complementary and Alternative Medicine (CAM) for back pain: a national survey [J]. J Am Board Fam Med, 2010, 23(3): 354-362.
- [6] HALL AM, MAHER CG, LAM P, et al. Tai chi exercise for treatment of pain and disability in people with persistent low back pain: a randomized controlled trial [J]. Arthritis Care Res (Hoboken), 2011, 63(11): 1576-1583.
- [7] 何彦, 刘敏. 立式八段锦治疗慢性非特异性下腰痛的疗效观察 [J]. 湖南中医药大学学报, 2020, 40(1): 105-108.
- [8] ZANG Z, LIU Y, FANG J, et al. Effects of Baduanjin exercise for knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis [J]. Complement Ther Med, 2020, 48: 102279. doi: 10.1016/j.ctim.2019.102279.
- [9] AN BC, WANG Y, JIANG X, et al. Effects of Baduanjin exercise on knee osteoarthritis: a one-year study [J]. Chin J Integr Med, 2013, 19(2): 143-148.
- [40] 周湛帆. 太极拳对膝关节关节炎影响的研究 [J]. 中国老年保健医学, 2019, 5(6): 15-18.
- [41] WANG C, SCHMID CH, HIBBERD PL, et al. Tai Chi is effective in treating knee osteoarthritis: a randomized controlled trial [J]. Arthritis Rheum, 2009, 61(11): 1545-1553.
- [42] 代金刚, 曹洪欣. 八段锦导引法对脏腑功能改善作用的研究 [J]. 中国中医基础医学杂志, 2014, 20(4): 440-441, 447.
- [43] RAZAVY S, GADAU M, ZHANG SP, et al. Anxiety related to De Qi psychophysical responses as measured by MASS: a sub-study embedded in a multisite randomised clinical trial [J]. Complement Ther Med, 2018, 39(5): 24-35.
- [44] 张铭. 牵张反射和腱反射 [J]. 高等函授学报(自然科学版), 2002, 15(5): 40-42.
- [45] MELZACK R, WALL PD. Pain mechanisms: a new theory [J]. Science, 1965, 150(3699): 971-979.
- [46] 闫学晶, 张巧德, 陈颜霞, 等. 松肌复式推拿对肌肉劳损治疗效果的例证及有关机制探讨 [J]. 实用医药杂志, 2018, 35(5): 397-399.
- [47] GOFFAUX P, DE SOUZA JB, POTVIN S, et al. Pain relief through expectation supersedes descending inhibitory deficits in fibromyalgia patients [J]. Pain, 2009, 145(1/2): 18-23.
- [48] MORGAN N, IRWIN MR, CHUNG M, et al. The effects of mind-body therapies on the immune system:

- meta-analysis [J]. PLoS One, 2014, 9(7): e100903.
- [49] CRESWELL JD, IRWIN MR, BURKLUND LJ, et al. Mindfulness-Based Stress Reduction training reduces loneliness and pro-inflammatory gene expression in older adults: a small randomized controlled trial [J]. Brain Behav Immun, 2012, 26(7): 1095-1101.
- [50] MOTIVALA SJ, SOLLERS J, THAYER J, et al. Tai Chi Chih acutely decreases sympathetic nervous system activity in older adults [J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2006, 61(11): 1177-1180.
- [51] 陈灵君, 王颖, 朱毅. 基于正念的干预训练调节心理压力 and 自主神经活动的研究进展 [J]. 中国康复理论与实践, 2020, 26(5): 563-567.
- [52] 张莉, 吴鹏, 黄韶敏, 等. 交感神经纤维芽生与神经病理疼痛 [J]. 国际骨科学杂志, 2013, 34(5): 333-335.
- [53] IRWIN MR, OLMSTEAD R, BREEN EC, et al. Cognitive behavioral therapy and tai chi reverse cellular and genomic markers of inflammation in late-life insomnia: a randomized controlled trial [J]. Biol Psychiatry, 2015, 78(10): 721-729.
- [54] TRACEY KJ. Reflex control of immunity [J]. Nat Rev Immunol, 2009, 9(6): 418-428.
- [55] ULLOA L, QUIROZ-GONZALEZ S, TORRES-ROSAS R. Nerve stimulation: immunomodulation and control of inflammation [J]. Trends Mol Med, 2017, 23(12): 1103-1120.
- [56] ZHOU M, YANG S, KOO DJ, et al. The role of Kupffer cell alpha(2)-adrenoceptors in norepinephrine-induced TNF-alpha production [J]. Biochim Biophys Acta, 2001, 1537(1): 49-57.
- [57] PAVLOV VA, WANG H, CZURA CJ, et al. The cholinergic anti-inflammatory pathway: a missing link in neuro-immunomodulation [J]. Mol Med, 2003, 9(5/8): 125-134.
- [58] PURNIMA S, MAVAI M, OM B, et al. Slow deep breathing increases pain-tolerance and modulates cardiac autonomic nervous system [J]. Indian J Phys Pharma, 2017, 61(2): 107-113.
- [59] ALBUSODA A, RUFFLE JK, DREWES AM, et al. Effect of slow deep breathing and attention on the autonomic nervous system [J]. Gastroenterology, 2017, 152(5): 88-89.
- [60] BOWER JE, IRWIN MR. Mind-body therapies and control of inflammatory biology: a descriptive review [J]. Brain Behav Immun, 2016, 51: 1-11. doi: 10.1016/j.bbi.2015.06.012.
- [61] MCEWEN BS, MILNER TA. Hippocampal formation: shedding light on the influence of sex and stress on the brain [J]. Brain Res Rev, 2007, 55(2): 343-355.
- [62] ABDALLAH CG, GEHA P, et al. Chronic pain and chronic stress: two sides of the same coin? [J]. Chro Stre, 2017, 1: 2470547017704763. doi: 10.1177/2470547017704763.
- [63] MILLER GE, CHEN E, SZE J, et al. A functional genomic fingerprint of chronic stress in humans: blunted glucocorticoid and increased NF-kappaB signaling [J]. Biol Psychiatry, 2008, 64(4): 266-272.
- [64] IRWIN MR, RICHARD O, CARMEN C, et al. Cognitive behavioral therapy vs. Tai Chi for late life insomnia and inflammatory risk: a randomized controlled comparative efficacy trial [J]. Sleep, 2014, 37(9): 1543-1552.
- [65] 赵彬, 唐强, 王艳, 等. 太极拳对卒中后抑郁患者运动功能及抑郁状态的影响 [J]. 中国康复理论与实践, 2017, 23(3): 334-337.
- [66] 宋健, 赖红, 谢小婷, 等. 太极拳干预老年抑郁障碍的研究进展 [J]. 福建中医药, 2019, 50(4): 83-88.
- [67] JACOBS TL, EPEL ES, LIN J, et al. Intensive meditation training, immune cell telomerase activity, and psychological mediators [J]. Psychoneuroendocrinology, 2011, 36(5): 664-681.
- [68] WAYNE PM, BERKOWITZ DL, LITROWNIK DE, et al. What do we really know about the safety of tai chi: a systematic review of adverse event reports in randomized trials [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2014, 95(12): 2470-2483.
- [69] YEH GY, KAPTCHUK TJ, SHMERLING RH. Prescribing tai chi for fibromyalgia-are we there yet [J]. N Engl J Med, 2010, 363(8): 783-784.

(收稿日期: 2020-04-11; 修回日期: 2020-09-10)

编辑: 焦爽