

• 综 述 •

神经病理性疼痛病人疼痛灾难化研究进展 *

蒋 庆 衣增玮 刘茂桐 朱晨雨 宋柯雨 郑碧鑫 李 俊 宋 莉[△]

(四川大学华西医院疼痛科, 成都 610041)

摘 要 神经病理性疼痛是一种顽固且治疗困难的慢性疼痛, 尽管目前存在多种治疗手段, 但病人疼痛缓解往往仍不充分。疼痛灾难化是一种对实际或潜在疼痛的负面想法, 通过生理-心理-社会多重机制调控疼痛体验, 参与了神经病理性疼痛的发生发展, 是神经病理性疼痛慢性化的重要危险因素, 也是目前疼痛认知领域研究的热点。作为神经病理性疼痛的潜在产生者和维持者, 早期高水平的疼痛灾难化预示着治疗效果不佳, 因此在神经病理性疼痛的治疗和管理中, 识别和干预疼痛灾难化尤为重要, 但在临床实践中却未得到应有的关注。本文对疼痛灾难化的定义和评估、神经病理性疼痛病人疼痛灾难化的相关机制、疼痛灾难化对神经病理性疼痛的负面影响以及对神经病理性疼痛病人疼痛灾难化的干预措施等进行综述, 探讨改善疼痛灾难化在神经病理性疼痛预后中的益处, 为神经病理性疼痛的临床研究及治疗提供思路。

关键词 疼痛灾难化; 神经病理性疼痛; 机制; 干预措施

Progress on pain catastrophizing in patients with neuropathic pain *JIANG Qing, YI Zeng-wei, LIU Mao-tong, ZHU Chen-yu, SONG Ke-yu, ZHENG Bi-xin, LI Jun, SONG Li [△]

(Department of Pain Medicine, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China)

Abstract Neuropathic pain, as a kind of chronic pain that is intractable and difficult to treat. Despite there are many treatments, neuropathic pain often fails to adequately alleviate. Pain catastrophizing is a negative thought process regarding actual or potential pain, which regulates the pain experience through multiple physiological-psychological-social mechanisms. It is involved in the onset and development of neuropathic pain. At the same time, it is a current research hotspot in the field of pain cognition. As a potential generator and maintainer of neuropathic pain, early high-level pain catastrophizing indicates poor treatment outcomes. The identification and intervention of pain catastrophizing is particularly important in the treatment and management of neuropathic pain, but it has not been paid enough attention in clinical practice. The aim of this article is to review the assessment, underlying mechanisms, practical implications and treatment strategies of pain catastrophizing in patients with neuropathic pain, to explore the benefits of improving pain catastrophizing in the prognosis of neuropathic pain, and to provide insights for clinical research and treatment of neuropathic pain.

Keywords pain catastrophizing; neuropathic pain; mechanism; intervention

国际疼痛学会 (International Association for the Study of Pain, IASP) 将神经病理性疼痛定义为源自躯体感觉系统受损或罹患疾病所直接引发的疼痛^[1]。普通人群中神经病理性疼痛的发病率为 7%~8%, 占慢性疼痛病人的 20%~25%, 并随着年龄和慢性病的增加, 神经病理性疼痛的发生率也逐渐增加^[1]。临床常见的神经病理性疼痛包括带状疱疹相关性疼

痛、痛性糖尿病周围神经病变、三叉神经痛、复杂性区域疼痛综合征、脊髓损伤后疼痛、脑卒中后疼痛等。神经病理性疼痛往往顽固、治疗困难, 严重影响病人的身体健康和生活质量, 还常伴有焦虑和抑郁等情绪障碍, 给个人和社会带来极大的卫生经济负担。

疼痛灾难化作为一种负面的认知和情感反应,

* 基金项目: 四川省科技计划资助项目 (2024YFFK0254、2023YFS0255、2024NSFSC1644)

[△] 通信作者 宋莉 song_li76@163.com



通过生理-心理-社会多重机制调控疼痛体验,参与了神经病理性疼痛的发生与维持,是神经病理性疼痛慢性化的重要危险因素^[2]。而疼痛灾难化也成为目前疼痛认知领域研究的热点。研究显示持续的疼痛灾难化思维可加剧病人的疼痛体验,降低镇痛效果,影响病人的功能恢复、加重病人的焦虑抑郁和恐惧等不良情绪^[3]。而早期镇痛干预,预防病人疼痛灾难化的发生,可显著改善神经病理性疼痛病人的预后^[4]。因此,降低疼痛灾难化水平是神经病理性疼痛治疗的重要措施之一,但这一问题在临床实践中却未得到应有的关注。本文对疼痛灾难化的定义和评估、神经病理性疼痛病人疼痛灾难化的相关机制、疼痛灾难化对神经病理性疼痛的负面影响以及对神经病理性疼痛病人疼痛灾难化的干预措施等进行综述,为改善病人疼痛灾难化,提高神经病理性疼痛治疗的有效性提供依据。

一、疼痛灾难化定义及评估

疼痛灾难化定义为在实际或潜在的疼痛刺激中产生的夸大和负面的认知和情感反应,包括反刍(无法停止思考疼痛)、夸大(担心可能会发生严重的后果)和无助(无法减少痛苦的强度)三个维度^[5]。其常用的评估工具包括:①疼痛灾难化量表(pain catastrophizing scale, PCS)广泛用于急慢性疼痛包括各种神经病理性疼痛病人的疼痛灾难化评估^[5];②应对策略问卷(coping strategies questionnaire, CSQ)及应对策略问卷-修订版(coping strategy questionnaire-revised, CSQ-R),因其评估内容繁多,临床应用较少。

二、神经病理性疼痛病人发生疼痛灾难化的相关机制

神经病理性疼痛病人发生疼痛灾难化的机制目前尚不清楚,可能涉及多方面的相互作用,包括生理-心理-社会支持等诸多机制及因素。

1. 生理机制

(1) 炎症因子水平上调: 外周炎症因子是疼痛发生的启动因子,也是疼痛慢性化的外周机制之一,参与了神经病理性疼痛的形成和发生。一项关于带状疱疹后神经痛的临床研究发现病人疼痛灾难化评分与白细胞介素-6(interleukin 6, IL-6)水平的改变成正相关,经过治疗外周血清中IL-6水平降低后,病人的疼痛灾难化评分也显著降低^[6]。在一项关于创伤截肢的现役军人研究中也发现出现残肢痛的病例,疼痛灾难化评分和外周血清中的炎症因子呈正相关,如白细胞介素-8(interleukin 8, IL-8)、白细胞介素-12(interleukin 12, IL-12)、肿瘤坏死因子- α (tumor necrosis factor α , TNF- α)、肿瘤坏死因子- β (tumor

necrosis factor β , TNF- β)、胎盘生长因子(placental growth factor, PIGF)、细胞间黏附分子-1(intercellular cell adhesion molecule 1, ICAM-1)等,即疼痛程度越重、疼痛灾难化评分越高,外周炎症因子的水平越高,而无残肢痛的病例疼痛灾难化评分和以上炎症因子水平较低,说明外周炎症介质表达上调可能导致神经病理性疼痛病人疼痛灾难化的发生,进而导致疼痛程度加重^[7]。但外周炎症因子介导的疼痛灾难化发生的机制尚有待进一步的研究。

(2) 中枢敏化: 中枢敏化是由于反复的疼痛信号传入而导致脊髓及以上水平神经元兴奋性增加的状态,在神经病理性疼痛的发生中有重要作用。有研究显示疼痛灾难化评分与中枢敏化的生物标记物(脑源性神经营养因子)水平的变化相一致^[8]。在一项腰椎术后疼痛综合征(failed back surgery syndrome, FBSS)病人的调查研究中发现病人腰痛的程度越严重,其疼痛灾难化评分及中枢敏化评分越高,两者的变化呈正相关^[9]。以上研究均表明疼痛灾难化的发生与中枢敏化相关,但具体机制尚需要进一步探索。

(3) 疼痛下行抑制系统降低: 疼痛下行抑制系统作用的降低是神经病理性疼痛发生的重要因素。弥漫性伤害抑制控制(diffuse noxious inhibitory controls, DNIC)又称条件性疼痛调控,由疼痛下行抑制系统介导, DNIC通过抑制大脑或脊髓神经元的兴奋,产生广泛且持久的镇痛作用^[10]。当DNIC的激活被抑制时病人不仅发生疼痛,还可能加重疼痛灾难化思维^[11]。表明疼痛下行抑制系统的降低可能介导疼痛灾难化的发生。

(4) 大脑结构和功能变化: 神经影像学的相关研究已经证明疼痛灾难化可能与疼痛感知和情绪处理相关的脑区结构和功能改变有关,如背外侧前额叶皮质(dorsolateral prefrontal cortex, dlPFC)、前扣带皮质(anterior cingulate cortex, ACC)、后顶叶皮质、眶额叶皮质、部分初级(S1)和次级(S2)躯体感觉皮质、感觉运动皮质、尾状核、伏隔核、丘脑和岛叶等的灰质密度变化,内侧前额叶皮质(medial prefrontal cortex, mPFC)与双侧后扣带回皮质/楔前叶、内侧丘脑、中脑导水管周围灰质的功能连接改变等^[12]。一项关于复杂性区域疼痛综合征病人功能磁共振成像的研究结果显示,疼痛灾难化评分越高的病人,其前额叶皮质的各向异性分数值(fractional anisotropy, FA)越低(脑白质微观结构完整性的指标之一),表明前额叶皮质白质结构完整性较低的病人更容易出现较高水平的疼痛灾难化^[13]。同时也



进一步表明疼痛灾难化的发生与疼痛相关感知脑区的结构和功能异常具有相关性,但具体的机制尚需要更多的研究支持。

2. 心理机制

(1) 疼痛消极认知:病人发生疼痛灾难化思维后表现出对疼痛的消极认知,如过度关注疼痛、无助感和对疼痛后果的悲观预期。而疼痛的消极认知可能导致病人对疼痛的感知加剧,并容易发生慢性疼痛,且加重病人疼痛灾难化思维。一项神经病理性疼痛病人的回顾性研究中发现,与乐观期望的病人相比,悲观期望的病人对疼痛的消极认知更显著,疼痛灾难化评分更高,治疗后的疼痛和功能障碍评分也越高,证明疼痛的消极认知与疼痛灾难化之间有显著的相关性^[14]。通过对病人疼痛消极认知的有效干预可极大降低病人的疼痛灾难化,并提高神经病理性疼痛的治疗效果。

(2) 情绪调节障碍:神经病理性疼痛病人更容易出现情绪调节障碍,难以有效应对和管理与疼痛相关的情绪,并发生焦虑和抑郁。一项慢性神经病理性疼痛病人的横断面研究显示,慢性神经病理性疼痛病人的述情障碍量表和躯体化量表的评分越高,其疼痛灾难化评分则越高,而采取措施改善病人的述情障碍和躯体化症状后,其疼痛灾难化评分则显著降低,研究结果揭示了述情障碍对疼痛灾难化有显著的正向预测作用^[15]。情绪调节障碍与疼痛灾难化密切相关,两者可相互作用相互影响。

(3) 消极的疼痛应对策略:疼痛灾难化的发生与病人消极的疼痛应对策略有相关性,如病人对疼痛的逃避行为和消极应对。消极的疼痛应对策略可加剧病人的疼痛体验、增强疼痛灾难化并影响其生活质量。在一项关于脊髓损伤后疼痛的研究中发现,病人疼痛 CSQ 评分越低,其疼痛灾难化评分则越高,病人疼痛程度越重,而给予病人适应性应对策略后,其 CSQ 评分改善,疼痛灾难化评分降低,疼痛也一定程度得到缓解^[16]。表明消极的疼痛应对策略会加剧神经病理性疼痛病人的疼痛灾难化,增加持续或恶化疼痛的风险,而改善病人的消极疼痛应对策略,可极大提高病人疼痛管理的效果。

3. 社会支持

社会支持是个人从拥有的社交中得到精神和/或物质的支持与帮助。研究显示良好的社会支持可以通过奖励机制,激活相关大脑区域产生镇痛作用,并让病人获得更好的自我疼痛管理,从而降低疼痛灾难化,改善病人的慢性疼痛^[17]。一项针对带状疱疹后神经痛病人发生疼痛灾难化影响因素的研究发

现,病人的社会支持量表评分越高,病人的疼痛灾难化评分越低,疼痛缓解越显著^[18]。这说明当病人拥有更多的社会支持性关系时,更有能力应对和适应其疼痛。

三、疼痛灾难化对神经病理性疼痛的负面影响

疼痛灾难化是神经病理性疼痛相关疼痛结果的不良预后因素。在诸多有关神经病理性疼痛包括脊髓损伤后神经病理性疼痛^[19]、带状疱疹后神经痛^[19]、痛性糖尿病周围神经病变^[20]等的临床研究中显示,疼痛灾难化评分越高的病人,其疼痛程度越重,活动受限越明显,焦虑和抑郁的发生率越高,生活质量越差,同时还发现疼痛灾难化评分越高的病人,对镇痛药物的治疗效果越差^[21]。疼痛灾难化显著介导了对神经病理性疼痛病人机体的多重不利影响,包括身体机能下降、活力减退、心理健康受损以及整体生活质量下降等,同时也是病人对镇痛药物效果不佳的预测因素。这也给予了临床医护人员一定的提示:对神经病理性疼痛病人早期筛查疼痛灾难化,可以更好地早期干预,降低疼痛灾难化,改善病人疼痛、功能状态、焦虑和抑郁,提高生活质量,同时降低镇痛药物的滥用。

四、对神经病理性疼痛病人发生疼痛灾难化的干预措施

针对神经病理性疼痛病人疼痛灾难化的干预措施主要包括疼痛神经科学教育、认知行为疗法以及正念减压疗法等。

1. 疼痛神经科学教育

疼痛神经科学教育 (pain neuroscience education, PNE) 是作为一种在生物-心理-社会模式下对疼痛个体进行教育干预的策略。其目标是帮助病人转变观念重新定义疼痛,让其明白疼痛是旨在保护个人机体的警告信号,不是组织损伤的直接标志。其主要的作用机制是改变慢性疼痛病人对疼痛和疾病的错误认知和应对策略,提高病人自我效能的信念,促进疼痛自我管理的质量,对病人自身学习更多相关知识和正常的活动表现出积极作用,从而减少病人对疼痛的恐惧和灾难化思维^[22]。既往有研究显示,给予 PNE 后可显著减轻病人的疼痛强度及疼痛所带来的灾难化思维,对抗因疼痛而加剧的外周神经和中枢神经系统的敏感性,有效改善病人的功能受限和焦虑等负性情绪^[22]。一项对慢性神经病理性疼痛的乳腺癌病人给予线上 PNE 联合运动干预的随机对照研究结果显示,通过 12 周的 PNE 联合运动的干预,试验组病人的疼痛程度、疼痛灾难化、疼痛自我效能感、运动恐惧症和恐惧回避行为的评分均显著低



于对照组,同时生活质量评分也显著高于对照组^[23],表明通过PNE管理可以改善慢性神经病理性疼痛病人的疼痛灾难化,并缓解疼痛,提高生活质量。

2. 认知行为疗法

认知行为疗法(cognitive behavioral therapy, CBT)作为一种心理干预措施广泛应用于临床,可有效减轻病人疼痛灾难化,并改善病人疼痛程度。其可能的作用机制是通过改善病人情绪和认知管理调节脑区的神经环路,从而起到缓解认知功能障碍和减轻疼痛的作用。CBT通过系统性的方法,包括认知重组、放松训练和行为激活等,引导病人认识到自身思维模式中的消极倾向,并学习采用更为积极的适应性思维方式,改善心理健康状态^[24]。一项为期26周CBT干预影响成人慢性腰背痛和功能受限的随机对照研究显示,试验组病人的疼痛灾难化评分和疼痛评分均显著低于常规护理的对照组,试验组的改良Roland残疾问卷评分的改善率(44.9%)显著优于对照组(22.6%),说明CBT可以通过降低病人疼痛灾难化思维,显著降低慢性腰背痛病人的疼痛强度,改善病人的功能,提高生活质量^[24]。由此可见,CBT可作为重要的心理干预措施用于神经病理性疼痛病人,改善病人的疼痛灾难化思维,提高疼痛管理的效果。

3. 正念减压疗法

正念减压疗法(mindfulness-based stress reduction, MBSR)是以正念为基础的训练方法,如深度呼吸练习、逐步肌肉放松法以及指导性冥想等,减轻病人的压力、加强其情绪管理的一种心理治疗措施。其作用机制是通过正念,引导病人进行自我心理调节,增强信念,激发病人代偿潜能,并有意识地调节生理和心理,增强自身机体对疼痛的对抗能力,同时病人在放松的状态下产生认知重构,不断增强自我信心,积极应对压力,减轻抑郁和焦虑的不良情绪^[25]。研究显示MBSR可有效缓解病人因疼痛而引发的过度担忧和灾难化思维,在多个神经病理性疼痛(如脊髓损伤后疼痛、痛性糖尿病周围神经病变、带状疱疹后神经痛)的相关临床研究均发现正念减压疗法可有效降低病人的疼痛灾难化,改善疼痛程度和生活质量^[25-27]。其中一项基于互联网的MBSR用于脊髓损伤后疼痛病人的随机对照研究中通过8周的正念训练,1个月后干预组病人的疼痛灾难化评分为(26.1±6.2),较对照组(34.5±9.5)显著降低,同时干预组的疼痛评分和焦虑评分也较对照组显著降低,且在3个月随访时干预组病人的疼痛灾难化、疼痛及焦虑评分仍然较对照组显著降低^[25]。另外

一项发生慢性神经病理性疼痛的乳腺癌病人研究显示,通过为期8周的MBSR干预后,功能核磁共振检查发现干预组病人大脑白质的FA值无变化,而对照组的FA值显著减少,且干预组病人的疼痛灾难化评分和疼痛评分均显著低于对照组^[28]。研究结果表明MBSR能够通过更好地维持病人大脑白质完整性,降低病人的疼痛灾难化,从而改善神经病理性疼痛。由此可见,MBSR可以作为重要的辅助治疗用于神经病理性疼痛的综合管理,改善病人疼痛灾难化,提高镇痛疗效。

五、小结

疼痛灾难化是神经病理性疼痛形成的重要因素,早期筛查并积极预防疼痛灾难化的发生可有效避免神经病理性疼痛的慢性化发展。以疼痛神经科学教育和认知行为为导向的干预措施,可降低神经病理性疼痛病人的疼痛灾难化,改善病人疼痛,为慢性神经病理性疼痛的管理提供了新的思路。未来还需要更多地研究以探索如何预防神经病理性疼痛病人发生疼痛灾难化,并为临床诊疗提供依据。

利益冲突声明:作者声明本文无利益冲突。

参 考 文 献

- [1] Bouhassira D. Neuropathic pain: definition, assessment and epidemiology[J]. Rev Neurol, 2019, 175 (1-2):16-25.
- [2] Le LHL, Brown VAV, Mol S, et al. Sex differences in pain catastrophizing and its relation to the transition from acute pain to chronic pain[J]. BMC Anesthesiol, 2024, 24(1):127.
- [3] 张潇昂,陶静怡,张达颖,等. 三叉神经痛病人疼痛灾难化风险预测模型的构建与验证[J]. 中国疼痛医学杂志, 2023, 29 (10):741-747.
- [4] Racine M, Moulin DE, Nielson WR, et al. The reciprocal associations between catastrophizing and pain outcomes in patients being treated for neuropathic pain: a cross-lagged panel analysis study[J]. Pain, 2016, 157(9):1946-1953.
- [5] Petrini L, Arendt-Nielsen L. Understanding pain catastrophizing: putting pieces together[J]. Front Psychol, 2020, 11:603420.
- [6] Saxena AK, Bhardwaj N, Chilkoti GT, et al. Modulation of mRNA expression of IL-6 and mTORC1 and efficacy and feasibility of an integrated approach encompassing cognitive behavioral therapy along with pregabalin for management of neuropathic pain in postherpetic neuralgia: a pilot study[J]. Pain Med, 2021, 22(10):2276-2282.
- [7] Chameassian A. Differential expression of systemic inflammatory mediators in amputees with chronic

- residual limb pain[J]. *Pain*, 2017, 158(1):68-74.
- [8] Schneider L, Castro SMDJ, Mallman ES, *et al.* Validation of the brazilian version of the child pain catastrophizing scale and its relationship with a marker of central sensitization[J]. *Braz J Anesthesiol*, 2022, 72(5):614-621.
- [9] Nie C, Chen KW, Chen J, *et al.* Altered central pain processing assessed by quantitative sensory testing in patients with failed back surgery syndrome[J]. *Neurophysiol Clin*, 2022, 52(6):427-435.
- [10] Pereira-Silva R, Neto FL, Martins I. Diffuse noxious inhibitory controls in chronic pain states: insights from pre-clinical studies[J]. *Int J Mol Sci*, 2025, 26(1):402.
- [11] Toledo TA, Kuhn BL, Payne MF, *et al.* The effect of pain catastrophizing on endogenous inhibition of pain and spinal nociception in native Americans: results from the oklahoma study of native american pain risk[J]. *Ann Behav Med*, 2020, 54(8):575-594.
- [12] 盛海燕, 张玉秋. 慢性痛引起的认知和情感变化 [J]. *中国疼痛医学杂志*, 2019, 25 (12):885-889.
- [13] Im JJ, Kim J, Jeong H, *et al.* Prefrontal white matter abnormalities associated with pain catastrophizing in patients with complex regional pain syndrome[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2021, 102(2):216-224.
- [14] Bostick GP, Kamper SJ, Haanstra TM, *et al.* Pain expectations in neuropathic pain: is it best to be optimistic?[J]. *Eur J Pain*, 2017, 21(4):605-613.
- [15] Qiu RR, Bai XL, Li YL, *et al.* Factors associated with pain catastrophizing in patients with chronic neuropathic pain: a cross-sectional study[J]. *Pain Manag Nurs*, 2024, 25(4):e279-e286.
- [16] Van Bogaert W, Liew BXW, Fernández-de-Las-Peñas C, *et al.* Exploring interactions between sex, pain characteristics, disability, and quality of life in people with chronic spinal pain: a structural equation model[J]. *J Pain*, 2024, 25(3):791-804.
- [17] Matthias MS, Hirsh AT, Ofner S, *et al.* Exploring the relationships among social support, patient activation, and pain-related outcomes[J]. *Pain Med*, 2022, 23(4):676-685.
- [18] 张敏. 带状疱疹后神经痛患者疼痛灾难化现状及影响因素分析 [J]. *实用临床医学*, 2024, 25(1):113-116.
- [19] Fujiwara A, Watanabe K, Yoshimura K, *et al.* Correlation between pain catastrophizing in acute herpes zoster and postherpetic neuralgia: a retrospective analysis[J]. *J Anesth*, 2023, 37(4):589-595.
- [20] Geelen CC, Kindermans HP, Van Den Bergh JP, *et al.* Perceived physical activity decline as a mediator in the relationship between pain catastrophizing, disability, and quality of life in patients with painful diabetic neuropathy[J]. *Pain Pract*, 2017, 17(3):320-328.
- [21] Toth C, Brady S, Hatfield M. The importance of catastrophizing for successful pharmacological treatment of peripheral neuropathic pain[J]. *J Pain Res*, 2014, 7:327-338.
- [22] Tatikola SP, Natarajan V, Amaravadi SK, *et al.* Effect of pain neuroscience education⁺ (PNE⁺) in people with different mechanisms of chronic pain: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Bodyw Mov Ther*, 2025, 41:215-237.
- [23] Martínez-Miranda P, Jiménez-Rejano JJ, Muñoz-Fernández MJ, *et al.* Online pain neuroscience education and graded exposure to movement in breast cancer survivors: randomised controlled trial[J]. *Support Care Cancer*, 2024, 32(10):705.
- [24] Cherkin DC, Sherman KJ, Balderson BH, *et al.* Effect of mindfulness-based stress reduction vs cognitive behavioral therapy or usual care on back pain and functional limitations in adults with chronic low back pain: a randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2016, 315(12):1240-1249.
- [25] Hearn JH, Finlay KA. Internet-delivered mindfulness for people with depression and chronic pain following spinal cord injury: a randomized, controlled feasibility trial[J]. *Spinal Cord*, 2018, 56(8):750-761.
- [26] Rozworska KA, Poulin PA, Carson A, *et al.* Mediators and moderators of change in mindfulness-based stress reduction for painful diabetic peripheral neuropathy[J]. *J Behav Med*, 2020, 43(2):297-307.
- [27] Zhu XM, Hu P, Fan ZY, *et al.* Effects of mindfulness-based stress reduction on depression, anxiety, and pain in patients with postherpetic neuralgia[J]. *J Nerv Ment Dis*, 2019, 207(6):482-486.
- [28] Mioduszecki O. Breast cancer survivors living with chronic neuropathic pain show improved brain health following mindfulness-based stress reduction: a preliminary diffusion tensor imaging study[J]. *J Cancer Surviv*, 2020, 14(6):915-922.