

# 慢性疼痛的认知发展机制

程香娟, 包呼格吉乐图\*

内蒙古师范大学, 内蒙古 呼和浩特

收稿日期: 2022年4月18日; 录用日期: 2022年5月19日; 发布日期: 2022年5月27日

## 摘要

慢性疼痛往往是由急性疼痛逐渐演化而来, 是一种长期存在于身体之内的疼痛, 会给人带来生理上的疼痛、心理上的痛苦和认知功能上的损害。其中, 认知功能上的损害给人带来的影响是无形且严重的。因此, 本文通过总结慢性疼痛者认知功能的损害情况及疼痛慢性化的机制, 使得能够更加深入地了解 and 认识慢性疼痛, 以便于为多角度地干预治疗慢性疼痛贡献理论参考的基础。

## 关键词

慢性疼痛, 注意, 执行功能, 认知机制

# Cognitive Development Mechanism of Chronic Pain

Xiangjuan Cheng, Hujiletu Bao\*

Inner Mongolia Normal University, Hohhot Inner Mongolia

Received: Apr. 18<sup>th</sup>, 2022; accepted: May 19<sup>th</sup>, 2022; published: May 27<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

Chronic pain is often evolved from acute pain. It is a kind of pain that exists in the body for a long time, which will bring physical pain, psychological pain and cognitive impairment. Among them, the impact of cognitive impairment on people is intangible and serious. Therefore, by summarizing the damage of cognitive function and the mechanism of chronic pain, this paper can make a more in-depth understanding and understanding of chronic pain, so as to contribute to the theoretical reference basis for multi-angle intervention and treatment of chronic pain.

\*通讯作者。

## Keywords

Chronic Pain, Attention, Executive Function, Cognitive Mechanism

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

根据国际疼痛研究学会关于慢性疼痛的诊断标准, 慢性疼痛指长时间持续出现的疼痛。一般将急性疼痛定义为持续时间少于 30 天的疼痛, 慢性疼痛为持续六个月以上的疼痛, 而从急性转为慢性疼痛的过渡期——亚急性疼痛则是持续 1 个月到 6 个月之间的疼痛[1]。2020 年 10 月 20 日, 央视新闻发布的调查研究结果显示, 全国慢性疼痛患者超过一亿人, 其在中国的患病率为 30%~40%, 即大约每三个人中就有一人患有慢性疼痛, 其中腰腿痛发病率最高。他的存在已经引起全世界的高度重视, 被确认为是继呼吸、脉搏、体温和血压之后的“人类第 5 大生命指征”。

之所以会引起如此大重视, 除了在世界上拥有较高的发病率外, 最主要的原因是其会导致生理系统、心理情绪等方面的紊乱[2]。其中最为明显的是患有慢性疼痛者的压力痛阈值明显降低[3], 身体机能的降低和疼痛部位的双重累积影响, 较好地预测了跌倒的发生[4], 由此或引发更为致命性的生理损伤。生理上的疼痛直接影响了慢性疼痛者的心理。根据美国精神卫生组织(MHA) 9 月 22 日发布的一份对精神疾病进行阳性筛查报告显示, 乐观的态度与更大的应对能力和更低的痛苦度相关, 患有慢性疼痛的人更有可能产生苦恼、焦虑和消极态度等心理问题[5]。同时, 慢性疼痛者的抑郁症状水平和状态焦虑评分均高于健康人[6]。慢性疼痛患者常常伴发焦虑、抑郁, 进而导致失眠[7]。生理损害和心理状态为慢性疼痛者所引起的外在表现, 两者都与更深层次的内核——认知息息相关。刘衍华等人对 331 名慢性疼痛患者进行测查发现, 慢性疼痛明显损伤了患者的工作记忆、自传体记忆和空间记忆[8], 同时减少了成人神经中齿状回的产生[9]。除此之外, 疼痛会影响时间知觉的准确性, 导致镇痛作用感知的延迟, 进而使得对不愉快时间和不适行为的感知时间放大[10]。因此, 疼痛所导致的身体机能障碍和情绪问题的症状, 其主要原因还是在于认知功能[11]。

只有准确把握了慢性疼痛产生的核心机制(包括认知机制、神经基础和形成机制), 才能有效地对其进行预防和干预。当前国内关于慢性疼痛的有关综述主要集中于两大方向: 慢性疼痛的神经生理机制[12] [13] [14]以及形成机制[15] [16]。然而, 要想真正探明慢性疼痛的形成变化发展过程, 离不开从认知机制的角度去探究。因此, 本文试图从慢性疼痛的认知机制出发, 首先系统探明慢性疼痛者的认知损害情况, 主要包括对执行功能和注意等方面的损害; 然后探究其疼痛慢性化的过程, 包括以应激为基础的疼痛慢性化过程、四阶段模型以及疼痛慢性化的认知发展机制等。

## 2. 慢性疼痛者的认知损害

认知能力是指人脑加工、储存和提取信息的能力, 即人们对事物的构成、性能与他物的关系、发展的动力、发展方向以及基本规律的把握能力[17] [18]。认知能力的损害将会对个体以及周围人正常生活产生较大的影响, 甚至超过了生理和心理方面造成的损害[18] [19]。疼痛是一种强烈的认知体验, 在瞬间抓住注意力, 驱动学习和记忆, 以避免痛苦的刺激再次发生[20]。然而, 当疼痛变为慢性时, 就会出现认知

障碍[21]。慢性疼痛患者常常自诉有认知能力下降,如记忆力下降、难以集中注意力、执行功能欠佳等表现[22]。目前,临床上的治疗很少关注慢性疼痛者的认知因素。因此,以下将从慢性疼痛认知功能方面为切入点,整合当前最新研究成果,重要分析慢性疼痛者的注意和执行功能情况,进一步提出慢性疼痛的认知发展机制理论框架。

## 2.1. 注意

注意是心理活动对一定对象的指向和集中,是伴随着感知觉、记忆、思维、想象等心理过程的一种共同的心理特征。研究发现在社区居住的老年人中,慢性疼痛者的选择性和持续注意力较差[23]。疼痛与注意力缺陷的是如何发生的呢?从生理上来看,慢性疼痛引起的神经可塑性改变神经递质失调(疼痛和认知加工系统重叠)可能对认知加工(如注意力)产生负面影响。一个主要的共同网络参与注意和疼痛处理是去甲肾上腺素能系统起源于蓝斑(LC),LC中去甲肾上腺素的选择性消耗改善了慢性疼痛引起的注意缺陷。NE-LC系统是慢性疼痛和与此相关的注意缺陷之间的关键中介[24]。除了生理上的原因外,慢性疼痛者本身表现出对疼痛信息的注意力偏向。眼球追踪方法得出,患有慢性疼痛的受试者比没有疼痛的受试者更频繁地注视疼痛词,对疼痛相关刺激表现出特殊的注意偏向[25][26];慢性疼痛患者对躯体感觉方式刺激的空间注意偏向显著高于健康对照[27]。根据疼痛研究文献,对疼痛的注意偏向是慢性疼痛患者产生和维持疼痛恐惧的机制。慢性疼痛患者的注意力偏向的特征仅仅是与难以脱离疼痛相关刺激有关。慢性疼痛者疼痛无法消除的原因,和其对疼痛图片的偏好性以及警惕性有关[28],当个体面临高威胁情境时,个体无法脱离威胁情境中所具有的视觉疼痛线索[29]。

那么,由此可以推出,当使得个体的注意力从疼痛相关信息中转移时,可以有效改善慢性疼痛者的疼痛和认知能力。针对于此,一项研究发现,分心会减少疼痛,同时增加反射[30];当给慢性疼痛者进行注意力缺陷治疗后,疼痛强度的评分得到显著的降低[31]。然而,有研究者却得出了不同的结果,研究者通过对慢性疼痛组进行四周的注意偏差修正训练后,却发现训练组与安慰剂组的疼痛并未有显著的改善[32]。由此说明,注意力偏向对疼痛和认知能力的影响只起到了细微的作用。疼痛对个体认知受损与否与个体的认知资源有限性有关。心理学理论表明,个体在任何特定时间都有有限的认知资源,因此需要对周围环境中的许多刺激进行选择和优先排序,以获得注意力、学习和高阶认知[33]。慢性和持续性疼痛的处理是一项需要应用中枢和执行注意的任务。慢性疼痛刺激需要集中注意力的资源,当有另外一个需要注意力的任务出现时,就会产生竞争这些有限的资源。研究证明,只有在任务最困难和最复杂的时候(也就是说,在有限的时间内,最大的需求资源),疼痛程度高的患者才会表现出性能下降[34],患有慢性疼痛的青少年女性和无痛青少年女性相比,在最困难的选择性注意任务上存在差异,而在持续注意、分散注意或注意转换测试上没有差异[35]。大量研究证明了资源有限性理论的正确性,一定程度上也表明只有当任务足够复杂时,才能引起被试的相关能力的下降。

## 2.2. 执行功能

执行功能是一种高级的认知过程,它可以促进产生新的行为方式,并优化一个人对不熟悉的环境的处理方法。执行功能是一个统称,指的是那些控制和组织其他心理过程的高级过程[36]。包括反应抑制、转变、情绪控制、启动、自我监控、工作记忆、计划/组织、任务监控、组织材料9个方面。现今研究中已确定了执行功能3个重要的方面:抑制,认知灵活性和工作记忆[37]。慢性疼痛和执行功能在前额叶区有共同的神经底物,其与执行功能的联系要大于与其他认知功能以及抑郁等消极情绪的联系[38]。然而,疼痛患者执行功能受损的证据不一致。当用 Stroop 任务来测量执行抑制功能时发现慢性疼痛者的抑制功能要显著低于健康人[39]。在对纤维肌痛者的研究中用数字旋转测验、TMT 测验和伦敦塔(TOL)测验分别

测量刷新、转移和抑制功能时发现其任务表现显著低于非纤维肌痛的健康人组[40]。孟姝等人让 63 例的慢性疼痛患者和 66 例没有疼痛的健康人完成执行功能的行为评定量表成人版本(BRIEF-A), 结果发现慢性疼痛患者的总体执行功能障碍上的报告显著高于比对照组[41], Baker 等人用同样的方法也得出相同的结果[42]。另有研究者采用横断面研究方法, 对 234 个日本社区居民老年人使用一系列的测试对执行功能状况进行评估发现肌肉骨骼疼痛可能会干扰执行功能, 处理速度和语义流畅性等要素[43]。然而, Rytis 等人(2017)对 29 名慢性下腰痛和 30 名健康人施测疼痛量表和一系列的神经心理学测验, 结果显示慢性下腰痛患者与健康的老年人在反应的抑制, 转移和复杂的执行功能上没有统计学上的显著差异。不同研究者之间存在差异性的结果, 主要原因可能在于执行功能涉及许多认知成分, 尚无标准测试[44]。

在执行功能的众多成分中, 受慢性疼痛的影响, 与健康人相比慢性疼痛者的执行抑制功能损害情况明显差于认知灵活性和工作记忆。研究者对纤维肌痛和健康被试进行认知功能(包括处理速度、记忆和执行功能的三成分)的测试发现, 纤维肌痛损害了认知功能的所有领域, 其中抑制性控制受到了最大程度的损害[11]。此结果不仅适用于慢性疼痛者, 在急性冷痛下也得出了相同的结果。研究者对施加冷痛的被试用多项任务测量其抑制、更新和转移能力, 得出疼痛敏感性均与 Stroop 干扰抑制评分相关, 而与其他两项抑制任务无关[45]。在儿童执行功能的测量中也发现抑制在其中优于另外两者的作用[37]。由于慢性疼痛者经历的疼痛时间长, 这一过程伴随一系列的心理和生理变化, 很难确定执行抑制功能的损害是由于疼痛本身造成的还是由于疼痛所引发的心理认知反应造成的。因此有研究用实验室诱发的急性疼痛来确定疼痛本身与执行功能的关系。有研究在对 54 名健康人的研究中诱发被试急性冷痛, 用 Stroop、Stop-signal 和 Left-right 任务来测量抑制功能时发现, 发现其与疼痛阈限、疼痛敏感性和疼痛忍耐性显著相关[45]。仍然是通过实验室诱发健康人的急性冷痛, 并用 Stop-signal 任务来测量被试的抑制功能时发现抑制功能和疼痛忍耐性显著相关[46]。为了验证这种关系是否受诱发急性疼痛的方式影响, 研究者诱发个体的急性压力痛, 用 Stroop 任务测量抑制功能发现, 疼痛组和控制组在 Stroop 任务上的表现具有显著差异[47], 进一步通过手指压力诱导被试急性疼痛也得出了相同的结果[48]。然而关于二者的关系也有相反的结果, 有研究在诱发被试的急性冷痛时, 用 Stroop 任务测量抑制功能发现, 被试在冷痛时 Stroop 任务的表现与非冷痛时没有差异, 因此认为冷痛并不能干扰认知资源[49] [50]。目前的研究在探讨疼痛对抑制功能的影响时尚未得出一个细致的结论。

### 3. 疼痛慢性化机制

实际上, 剧烈的疼痛是保护性的[20], 其可作为损伤或疾病的警告, 主要是通过以往经验中的联想记忆促进未来生活中对有害刺激的回避和逃避, 以保护器官免受当前或潜在的损伤。然而, 当持续的急性疼痛或疼痛变为慢性时(慢性疼痛), 这些记忆将会促进与有害行为相关的负面情绪和错误的决定[20]。从急性疼痛到慢性疼痛的转变伴随着一系列生理学、病理学和心理学上的变化。

#### 3.1. 以应激为基础的疼痛慢性化过程

应激(stress)是在机体内稳态受到威胁时, 机体为了保持内稳态平衡而产生的一系列生理和心理上的反应[51], 如果刺激导致的应激反应在机体能够承受的范围之内, 称为是生理性应激; 当超出了机体承受能力, 则成为病理性应激。Melzack 提出, 在疼痛慢性化过程中, 应激发挥着重要的作用[52], 通过激活交感神经系统, 并通过诱发下丘脑-垂体-肾上腺(HPA)轴来触发反应。越来越多的临床和动物研究发现 HPA 轴的激活和一些关键的大脑区域(包括杏仁核、前额叶皮层和海马体的变化)有关, HPA 轴激活的改变是对实验性疼痛和各种慢性疼痛障碍的反应。一些研究推测, 这些脑区, 特别是关于情感的皮质边缘系统, 作为一个中枢枢纽, 联接了疼痛调节和应激调节两大方面。此外, 急性和慢性疼痛都会通过相关

脑区的结构和功能改变影响这一系统[53]。而 HPA 轴在疼痛慢性化过程中对中枢神经系统结构和功能重塑进行调控[14], 鉴于 HPA 轴的激活会影响结构和功能上的神经改变, 应激调节的作用在理解急性疼痛演变为慢性疼痛的大脑机制中变得至关重要。

研究者从环境影响和遗传倾向的角度, 分别提出了两种慢性疼痛的应激模型: “不良适应性模型”和“脆弱性模型”[16]。“不良适应性模型”表明, 机体为了应对急性压力, 生理活动均可激活, 以帮助适应环境变化。研究证明, 急性疼痛诱导皮质醇升高可减轻疼痛不愉快, 增加疼痛耐受性; 然而, 当由身体伤害或与疼痛相关的心理因素引起的压力延长、不

确定和无法控制时, 导致其产生了不适应的应激反应, 进入恶性循环, 急性疼痛也演变成为大脑结构和功能异常改变的慢性状态[53]。与不良适应性模型相反, “脆弱性模型”认为, 个体的大脑结构的损害是与其本身所具有的遗传学所具有的大脑结构基础有关。某些特定大脑结构的特征, 从急性到慢性疼痛中皮质边缘系统内大脑区域的体积可能会起作用, 从而影响 HPA 轴和大脑功能的激活。其中海马体积小是慢性应激的预先危险因素, 由遗传倾向和/或早期生活应激决定。一项 3 年的纵向研究跟踪了亚急性背疼痛患者恢复或转变为慢性疼痛状态的大脑变化, 发现小尺寸的杏仁核和海马是先前存在的慢性背痛的危险因素[54]; 对男性同卵双胞胎的样本——一个为越南老兵, 另一个为非战争的双胞胎进行研究, 由于同卵双胞胎在基因上是相同的, 兄弟之间海马体积的任何差异都被解释为环境影响的证据。结果发现, 较小的海马确实构成了应激相关精神病理学发展的危险因素[55]。李晓云等人(2016)在现有的两种慢性疼痛应激模型的基础上, 提出了一种综合性的慢性疼痛应激模型(如图 1 所示), 强调环境因素和遗传因素在从急性疼痛到慢性疼痛的过程中的综合作用。认为 HPA 轴的激活水平是由易受伤害因素(如皮质系统的结构特征)和环境因素(如损伤引起的疼痛)共同决定的, 并影响基底皮质醇结构和功能的改变。生理反应将会导致出现两个结果, 第一个结果是出现可逆性改变, 进而逐渐恢复, 另一种结果为出现了恶性循环, 加强了脑部的重组, 最终发展成为了慢性疼痛状态, 大脑也受到了较大的损害[53]。

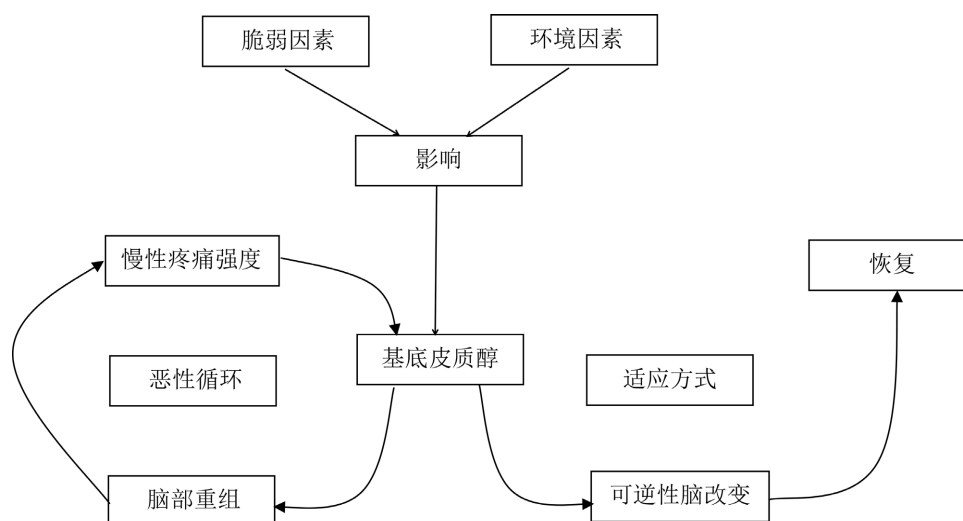


Figure 1. A stress-based comprehensive model of pain  
图 1. 以应激为基础的疼痛综合模型

综上所述, 李晓云提出的综合模型结合应激为基础的遗传因素和环境因素两个方面, 较完整的提出了应激的综合模型。然而, 其模型尚缺乏系统科学的研究和研究成果的证明。在疼痛慢性化过程中, 揭示应激对脑机制的影响对预测慢性疼痛的发生具有重要的临床意义。希望未来的研究能够确定 HPA 轴激

活和皮质边缘系统改变的生理反应, 作为疼痛慢性化的特异性生物标志物, 用于监测和预防向慢性疼痛的转变。在急慢性疼痛患者中鉴定这些生物标志物具有重要意义, 因为它有助于促进有效的疼痛康复, 减少疼痛相关的残疾, 提高生活质量[53]。

### 3.2. 疼痛慢性化的四阶段模型

腹侧纹状体回路连接痛觉、急性疼痛和慢性疼痛。这个回路评估即将发生的疼痛的显著性以及缓解疼痛的预期回报值。考虑到它的输出控制动机行为, 这种电路的特性对于理解从急性疼痛到慢性疼痛的转变至关重要。现有证据表明, 由于遗传的力量, 某些大脑结构的生物学指标的存在可能会导致个体出现疼痛慢性化[15]。伏隔核作为增强记忆能力的中脑边缘回路的重要组成部分, 其功能活动可以对疼痛慢性化的记忆过程进行调节[13]。对急性腰背痛患者来说, 在急性期, 持续疼痛组患者的伏隔核与内侧前额叶之间的功能连接显著高于疼痛康复患者组, 并且此连接强度与疼痛情绪维度评分呈显著正相关, 在为期 1 年的跟踪之后, 两组之间的伏隔核与内侧前额叶功能连接仍存在相同趋势的显著差异。随后的预测分析显示, 伏隔核与内侧前额叶之间的功能连接度可以预测慢性疼痛的发生。背内侧前额叶皮层 - 杏仁核 - 伏隔核之间的功能连接可以预测 1 年后是否会发展成慢性疼痛。

研究者将慢性疼痛细分为四个不同时间和功能独立的阶段, 易感因素、伤害或刺激事件、过渡时期和维持阶段, 如下图 2 所示[15]。由于遗传因素的影响, 有些大脑结构较易引发慢性疼痛发生的概率(例如海马体积较小), 即当急性疼痛发作后, 随之出现疼痛慢性化的可能性增发。因此脑结构首先成为了个体患慢性疼痛的易感因素。生理上因素作为基础, 当出现伤害性或刺激事件时, 个体产生了急性疼痛, 特定损伤引发大的伤害导致激活皮质纹状体回路处理损伤并及时恢复到健康状态, 或降低皮质纹状体阈值的反应, 从而通过功能放大传入信号, 增强诱导学习的收益, 从而印记新的新皮质解剖学和功能记忆痕迹, 从而产生慢性疼痛状态。前额叶皮层与伏隔核之间信息交流的强度以及中脑边缘的学习机制情况共同决定了是否会发生疼痛慢性化, 即从急性疼痛过渡到慢性疼痛(过渡时期)。个体转变成为慢性疼痛时, 与疼痛相关的脑激活模式发生了改变、海马与皮层区域之间的信息交互作用增加、脑灰质出现重组、脑功能出现损伤等情况[13]。

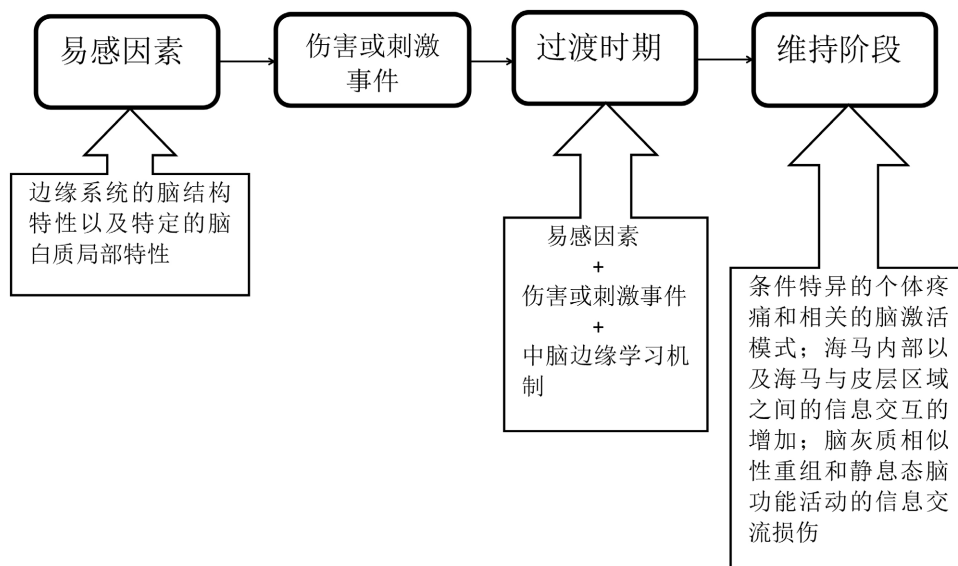


Figure 2. Four phases model

图 2. 四阶段模型

综上所述, 疼痛慢性化的四阶段模型运用简单的方式概述了慢性疼痛产生、发展和维持的过程, 其中前额叶皮层 - 伏隔核功能的连接强度在其中起到了重要作用。当急性疼痛一旦慢性化, 会对个体的脑机制产生较大程度的损害。

### 3.3. 疼痛慢性化的认知机制

以往研究者将参与疼痛处理的大脑区域网络划分为一个感知鉴别系统(为即将到来的伤害的有机体提供警报)和一个认知情感系统(促进逃跑和恢复所需行动) [20]。感觉鉴别系统包括侧丘脑、初级和二级躯体感觉皮层(SI, SII), 被认为可以处理伤害性感受性的输入。大脑区域中前脑岛和前扣带皮层等区域的认知情感系统与疼痛的心理方面有关[21]。这种一分为二的方法将疼痛结构描述的过于简单。研究者们发现, 在许多情况下, 急性和慢性疼痛可以影响认知, 相反, 认知功能可以影响疼痛。心理学理论表明, 个体在任何给定时间的认知资源都有限, 因此需要对环境中许多刺激的选择性和优先级进行注意、学习和高阶认知。选择关注或学习的刺激选择可以是“自下而上”和“自上而下”机制的结果。当遇见较强的刺激——疼痛, 通常涉及到“自下而上”的机制——即下行疼痛网络控制系统。通过“自下而上”机制, 优先考虑疼痛是有利的需要认知的任务来引出适当的行为, 以逃避有害的威胁。与急性疼痛类似, 慢性疼痛也会抓住自下而上的注意力, 占据有限认知资源的很大一部分, 使得其他需要任务的认知能力较少。在一个人没有积极试图分散疼痛注意力的情况下, “自上而向下”对任务相关行动的关注很可能会因为疼痛而减少。长此以往, 逐渐导致了疼痛慢性化过程中认知功能的下降。当成本效益增加时, 奖励感知紊乱导致认知疲劳, 也导致了慢性疼痛的认知缺陷[20]。目前, 关注慢性疼痛的认知因素尚很少, 一些机制策略值得未来进行研究。

一些发现表明了 DLPFC 在协调认知机制中的关键作用。DLPFC 通过调节皮质和皮质通路对痛觉进行主动控制[56], 是参与认知疼痛调节的各种网络的部分, 其中包括下行疼痛网络控制系统, 它通过经颅磁刺激(TMS)的短暂损伤消除了安慰剂的镇痛作用[21], 在感知决策过程中的证据积累中也发挥着关键作用[20]。研究发现, 慢性疼痛患者背部疼痛强度差异的 80% 以上是由 mPFC 活动引起的[57]。前额叶皮层还是负责执行功能的关键脑区, 因此对疼痛信息加工过程也十分重要[14]。这些关于 DLPFC 功能的不同研究链的整合, 有望提供急需的认知疼痛调节背后的神经机制的统一模型。

综上所述, 慢性疼痛往往是由急性疼痛发展变化而来的, 慢性疼痛患者的整体大脑活动模式通常与急性疼痛有所不同[57]。现今而言, 对于慢性疼痛测量缺乏客观性生理指标。主要原因在于没有一个单一的脑区能够有效解释疼痛的情况, 因为疼痛是一种多维的体验, 由感觉、情感、认知和动机组成[58]。然而脑机制的深入研究是必要的, 因为其将有助于探讨疼痛感觉的认知机制, 为临床诊断、发掘新的疼痛改善方法提供可能[13]。

## 4. 未来研究展望

研究者们对慢性疼痛的干预大多从简单的减轻疼痛强度入手, 然而, 对于慢性疼痛患者而言, 疼痛对他们的长期影响已经不仅仅只有疼痛本身, 其连带着的是个体的注意力、执行功能、记忆力以及日常生活境遇方方面面的损害, 因此, 对其的治疗不能只考虑疼痛一种, 也应当考虑到更深层次的方面及多学科融合的方式, 尝试探究体育学中气功、太极拳、跑步等各种有氧运动对其的改善效果, 多角度全方位改善慢性疼痛者的不良现状。

## 基金项目

内蒙古师范大学研究生科研创新基金资助项目(CXJJS20015)。

## 参考文献

- [1] Sternberg, T.L. (2002) Pain Management: A Practical Guide for Clinicians. *JAMA The Journal of the American Medical Association*, **288**, 2616-2617.
- [2] 韩佳睿, 张媛, 张柏宁. 慢性疼痛的心理及社会影响因素的研究进展[J]. 世界最新医学信息文摘, 2019, 19(92): 69-70.
- [3] Amiri, M., Alavinia, M., Singh, M., *et al.* (2020) Pressure Pain Threshold in Patients with Chronic Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, **100**, 656-674. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001603>
- [4] Bisson, E.J., Gemmell, J., Kelly, S., *et al.* (2020) High Prevalence of Falls Independent of Age in Adults Living with Chronic Pain. *The Clinical Journal of Pain*, **36**, 907-911. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000881>
- [5] Canady, V.A. (2020) MHA Report Examines Connection between MH, Chronic Pain. *Mental Health Weekly*, **37**, 6-7. <https://doi.org/10.1002/mhw.32520>
- [6] Orla, M., Nancy, R., David, O., *et al.* (2017) Cognitive Impairment in Patients with Chronic Neuropathic or Radicular Pain: An Interaction of Pain and Age. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, **11**, Article No. 100. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2017.00100>
- [7] 胡雪松, 陈黎跃, 李世福, 董文斌, 何子倩, 董绍兴, 等. 慢性疼痛患者的失眠情况及影响因素[J]. 昆明医科大学学报, 2021, 42(2): 118-123.
- [8] 刘衍华, 杨红, 李思思, 万获, 邓玉, 符永辉, 等. 慢性疼痛对自传体记忆过度概括化的影响: 工作记忆的中介作用[J]. 中国临床心理学杂志, 2019, 27(5): 1021-1025.
- [9] Xia, S., Hu, S., Ge, D., *et al.* (2020) Chronic Pain Impairs Memory Formation via Disruption of Neurogenesis Mediated by Mesohippocampal Brain-Derived Neurotrophic Factor Signaling. *Biological Psychiatry*, **88**, 597-610. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2020.02.013>
- [10] Meints, S., Warren, A., Edwards, R., *et al.* (2019) (105) The Effect of Acute and Chronic Pain on the Accuracy of Temporal Perception. *The Journal of Pain*, **20**, S3. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2019.01.024>
- [11] Tyler, B., Zina, T., Buelow Melissa, T., *et al.* (2018) Meta-Analysis of Cognitive Performance in Fibromyalgia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, **40**, 698-714. <https://doi.org/10.1080/13803395.2017.1422699>
- [12] 王小玲, 唐丹丹, 靳晴晴, 彭微微, 胡理. 疼痛恐惧的神经机制及其消退[J]. 心理科学进展, 2017, 25(10): 1758-1768.
- [13] 王飞雪, 毕研芝, 胡理. 慢性疼痛与皮层-边缘系统[J]. 生物化学与生物物理进展, 2021, 48(4): 393-406.
- [14] 陈华伦, 周丽丽. 慢性疼痛神经生理机制的研究进展[J]. 重庆医学, 2021, 50(10): 1777-1781.
- [15] Baliki, M.N. and Apkarian, A.V. (2015) Nociception, Pain, Negative Moods, and Behavior Selection. *Neuron*, **87**, 474-491. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.06.005>
- [16] 李晓云. 应激对疼痛慢性化的影响[C]//第十九届全国心理学学术会议暨“心理学与一带一路”国际论坛论文集. 西安: 人民教育出版社, 2016: 123.
- [17] 史琦. 不同运动方式对老年女性认知能力影响的实验研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2013.
- [18] 李培. 健身交谊舞对老年人认知能力影响的实验研究[D]: [硕士学位论文]. 石家庄: 河北师范大学, 2020.
- [19] Suso-Ribera, C., Yakobov, E., Carriere, J.S. and García-Palacios, A. (2020) The Impact of Chronic Pain on Patients and Spouses: Consequences on Occupational Status, Distribution of Household Chores and Care-Giving Burden. *European Journal of Pain*, **24**, 1730-1740. <https://doi.org/10.1002/ejp.1616>
- [20] Phelps, C.E., Edita, N. and Frank, P. (2021) Cognition in the Chronic Pain Experience: Preclinical Insights. *Trends in Cognitive Sciences*, **25**, 365-376. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2021.01.001>
- [21] Wiech, K. (2016) Deconstructing the Sensation of Pain: The Influence of Cognitive Processes on Pain Perception. *Science*, **354**, 584-587. <https://doi.org/10.1126/science.aaf8934>
- [22] 王康玲, 吴文. 慢性疼痛患者注意障碍及其相关脑机制研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2020, 35(3): 366-369.
- [23] van Der Leeuw, G., Leveille, S.G., Dong, Z., *et al.* (2018) Chronic Pain and Attention in Older Community-Dwelling Adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, **66**, 1318-1324. <https://doi.org/10.1111/jgs.15413>
- [24] Moazen, P., Torabi, M., Azizi, H., *et al.* (2020) The Locus Coeruleus Noradrenergic System Gates Deficits in Visual Attention Induced by Chronic Pain. *Behavioural Brain Research*, **387**, Article ID: 112600. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2020.112600>
- [25] Fashler, S.R. and Katz, J. (2014) More Than Meets the Eye: Visual Attention Biases in Individuals Reporting Chronic



- Pain. *Journal of Pain Research*, **7**, 557-570. <https://doi.org/10.2147/JPR.S67431>
- [26] Fashler, S.R. and Katz, J. (2016) Keeping an Eye on Pain: Investigating Visual Attention Biases in Individuals with Chronic Pain Using Eye-Tracking Methodology. *Journal of Pain Research*, **9**, 551-561. <https://doi.org/10.2147/JPR.S104268>
- [27] Broadbent, P., Liossi, C. and Schoth, D.E. (2021) Attentional Bias to Somatosensory Stimuli in Chronic Pain Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pain*, **162**, 332-352. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000002040>
- [28] Mahmoodi-Aghdam, M., Dehghani, M., Ahmadi, M., et al. (2017) Chronic Pain and Selective Attention to Pain Arousing Daily Activity Pictures: Evidence from an Eye Tracking Study. *Basic and Clinical Neuroscience*, **8**, 467-478. <https://doi.org/10.29252/nirp.bcn.8.6.467>
- [29] Jackson, T., Su, L. and Wang Y. (2018) Effects of Higher Versus Lower Threat Contexts on Pain-Related Visual Attention Biases: An Eye-Tracking Study of Chronic Pain. *The Journal of Pain*, **19**, 649-659. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2018.01.011>
- [30] Roy, M., Lebus, A., Peretz, I., et al. (2011) The Modulation of Pain by Attention and Emotion: A Dissociation of Perceptual and Spinal Nociceptive Processes. *European Journal of Pain*, **15**, 641.e1-641.e10. <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2010.11.013>
- [31] Kasahara, S., Niwa, S., Matsudaira, K., et al. (2020) Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder and Chronic Pain. *Psychosomatic Medicine*, **82**, 346-347. <https://doi.org/10.1097/PSY.0000000000000789>
- [32] Heathcote, L.C., Jacobs, K., Van Ryckeghem, D.M.L., et al. (2018) Attention Bias Modification Training for Adolescents with Chronic Pain: A Randomized Placebo-Controlled Trial. *PAIN*, **159**, 239-251. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001084>
- [33] Fisher, J.T., Keene, J.R., Huskey, R., et al. (2018) The Limited Capacity Model of Motivated Mediated Message Processing: Taking Stock of the Past. *Annals of the International Communication Association*, **42**, 270-290. <https://doi.org/10.1080/23808985.2018.1534552>
- [34] Eccleston, C. (1994) Chronic Pain and Attention: A Cognitive Approach. *British Journal of Clinical Psychology*, **33**, 535-547. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8260.1994.tb01150.x>
- [35] Mifflin, K., Chorney, J. and Dick, B. (2016) Attention and Working Memory in Female Adolescents with Chronic Pain and Pain-Free Female Adolescents: A Preliminary Pilot Study. *The Clinical Journal of Pain*, **32**, 609-616. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000239>
- [36] Gilbert, S.J. and Burgess, P.W. (2008) Executive Function. *Current Biology*, **18**, R110-R114. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2007.12.014>
- [37] Verhoeven, K., Dick, B., Eccleston, C., et al. (2014) The Role of Executive Functioning in Children's Attentional Pain Control: An Experimental Analysis. *PAIN*, **155**, 413-421. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.11.002>
- [38] Elkana, O., Conti, Y., Heyman, O., et al. (2020) The Associations between Executive Functions and Different Aspects of Perceived Pain, beyond the Influence of Depression, in Rehabilitation Setting. *Neuropsychological Rehabilitation*, **30**, 1303-1317. <https://doi.org/10.1080/09602011.2019.1574590>
- [39] Sedat, A., Figen, A.F., Şehnaz, Y., et al. (2013) Impact of Fatigue on Cognitive Functioning Among Premenopausal Women with Fibromyalgia Syndrome and Rheumatoid Arthritis: The Controlled Study. *Journal of Musculoskeletal Pain*, **21**, 135-146. <https://doi.org/10.3109/10582452.2013.806977>
- [40] Marialaura, D.T., Lorys, C., Fabrizio, C., et al. (2015) Theory of Mind and Emotional Functioning in Fibromyalgia Syndrome: An Investigation of the Relationship between Social Cognition and Executive Function. *PLoS ONE*, **10**, Article ID: e0116542. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116542>
- [41] 孟姝, 曾波涛, 王冠军. 慢性疼痛障碍患者的执行功能缺陷及其影响因素[J]. 中国社区医师, 2018, 34(8): 91-92.
- [42] Baker, K.S., Gibson, S., Georgiou-Karistianis, N., et al. (2016) Everyday Executive Functioning in Chronic Pain: Specific Deficits in Working Memory and Emotion Control, Predicted by Mood, Medications, and Pain Interference. *The Clinical Journal of Pain*, **32**, 673-680. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000313>
- [43] Murata, S., Sawa, R., Nakatsu, N., et al. (2017) Association between Chronic Musculoskeletal Pain and Executive Function in Community-Dwelling Older Adults. *European Journal of Pain*, **21**, 1717-1722. <https://doi.org/10.1002/ejp.1083>
- [44] Berryman, C., Stanton, T.R., Bowering, K.J., et al. (2014) Do People with Chronic Pain Have Impaired Executive Function? A Meta-Analytical Review. *Clinical Psychology Review*, **34**, 563-579. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2014.08.003>
- [45] Bjekić, J., Živanović, M., Purić, D., et al. (2018) Pain and Executive Functions: A Unique Relationship between Stroop Task and Experimentally Induced Pain. *Psychological Research*, **82**, 580-589. <https://doi.org/10.1007/s00426-016-0838-2>

- [46] Karsdorp, P.A., Geenen, R. and Vlaeyen, J.W.S. (2014) Response Inhibition Predicts Painful Task Duration and Performance in Healthy Individuals Performing a Cold Pressor Task in a Motivational Context. *European Journal of Pain*, **18**, 92-100. <https://doi.org/10.1002/j.1532-2149.2013.00348.x>
- [47] Zhou, S., Kemp, J., Després, O., *et al.* (2015) The Association between Inhibition and Pain Tolerance in the Elderly: Evidence from Event-Related Potentials. *European Journal of Pain*, **19**, 669-676. <https://doi.org/10.1002/ejp.588>
- [48] Karsdorp, P.A., Geenen, R., Kroese, F.M., *et al.* (2016) Turning Pain into Cues for Goal-Directed Behavior: Implementation Intentions Reduce Escape-Avoidance Behavior on a Painful Task. *The Journal of Pain*, **17**, 499-507. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2015.12.014>
- [49] Terrighena, E.L., Shao, R. and Lee, T.M.C. (2017) Impact of Concurrent Cognitive Processing on Cold Pain Perception: Implications for Pain Management and Its Neurobiological Basis. *Applied Neuropsychology: Adult*, **24**, 81-91. <https://doi.org/10.1080/23279095.2015.1100618>
- [50] 田晓琳, 郭跃先, 刘朋, 李昭, 刘欣, 赵爽, 等. 紫杉醇诱发痛大鼠脊髓背角超极化活化环核苷酸门控通道 4 的表达及其与  $\gamma$ -氨基丁酸 B 型受体的关系[J]. 中华实验外科杂志, 2020, 37(4): 708-712.
- [51] 李婉如, 库逸轩. 急性应激影响工作记忆的生理心理机制[J]. 心理科学进展, 2020, 28(9): 1508-1524.
- [52] Melzack, R. (1999) Pain and Stress: A New Perspective. In: Gatchel, R.J. and Turk, D.C., Eds., *Psychosocial Factors in Pain: Critical Perspectives*, The Guilford Press, New York, 89-106.
- [53] Li, X. and Hu, L. (2016) The Role of Stress Regulation on Neural Plasticity in Pain Chronification. *Neural Plasticity*, **2016**, Article ID: 6402942. <https://doi.org/10.1155/2016/6402942>
- [54] Etienne, V., Pascal, T., Bogdan, P., *et al.* (2016) Corticolimbic Anatomical Characteristics Predetermine Risk for Chronic Pain. *Brain*, **139**, 1958-1970. <https://doi.org/10.1093/brain/aww100>
- [55] Gilbertson, M.W., Shenton, M.E., Ciszewski, A., *et al.* (2002) Smaller Hippocampal Volume Predicts Pathologic Vulnerability to Psychological Trauma. *Nature Neuroscience*, **5**, 1242-1247. <https://doi.org/10.1038/nn958>
- [56] Lorenz, J., Minoshima, S. and Casey, K.L. (2003) Keeping Pain Out of Mind: The Role of the Dorsolateral Prefrontal Cortex in Pain Modulation. *Brain*, **126**, 1079-1091. <https://doi.org/10.1093/brain/awg102>
- [57] Apkarian, A.V., Baliki, M.N. and Geha, P.Y. (2009) Towards a Theory of Chronic Pain. *Progress in Neurobiology*, **87**, 81-97. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2008.09.018>
- [58] Deepti, K.K., Ke, P., Delany, B., *et al.* (2021) NIRS Measures in Pain and Analgesia: Fundamentals, Features, and Function. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, **120**, 335-353. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.10.023>