

基于线粒体能量代谢探讨 艾灸治疗肾阳虚抑郁症的机制研究

侯思宁¹, 任 璐^{1*}, 荆 秦^{1*}, 郭景新², 王 巍¹

(1. 辽宁中医药大学, 辽宁 沈阳 110847; 2. 天津中医药大学第一附属医院, 天津 300073)

【摘要】 抑郁症是一种常见的精神障碍类精神疾病, 因其高患病率、高自杀率、高致残率及高复发率, 给个体、家庭和社会带来严重负担, 因此, 抑郁症受到广泛关注。目前, 抑郁症的发病机制尚未完全明确, 涉及生理、心理、社会环境等因素, 其早期症状较为隐匿, 因此, 患者常早期未得到有效的治疗。临床上, 西药治疗效果良好, 但存在抗抑郁药谱窄、副作用大、服药周期长、易复发等诸多问题, 且肝肾功能不全的抑郁症患者用药往往受限。针灸治疗作为祖国医学的特色手段, 具有绿色、安全、高效、无毒副作用的特点, 有很好的发展前景。文章拟从肾阳虚抑郁症与线粒体能量代谢的相关性、中西医对肾阳虚抑郁症发病机制的认识以及艾灸疗法的治疗现状等多方面进行探讨, 为临床治疗肾阳虚抑郁症探索新的治疗思路。

【关键词】 艾灸; 肾阳虚证; 抑郁症; 能量代谢; 线粒体

DOI:10.70976/j.1008-0805.SZGYGY-2025-1121

CSTR:32392.14.j.1008-0805.SZGYGY-2025-1121

【中图分类号】R228;R245 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1008-0805(2025)11-2131-04

抑郁症是一种精神性系统疾病, 其主要表现为情绪低落、精神不振、思维迟缓、自我评价过低, 伴失眠多梦、注意力不集中、记忆力减退等, 少数患者有自杀倾向, 因此, 抑郁症已成为全球性公共卫生健康问题。据研究发现, 中国抑郁症的总体发病率呈上升趋势^[1]。中医学中, 从阴阳角度分析抑郁症的临床表现, 其静止、内守、下降的特性, 属于中医“阴”病的范畴, 即阳虚的表现, 阳气失于收敛潜藏, 则阳气浮越, 运行失衡。阳气运行失衡的本质在于脏腑阳气不足, 而肾阳为阳气之根本, 是机体运动与能量代谢的源泉, 临床中应重视肾阳虚损所致的抑郁症。在现代医学中, 线粒体作为机体能量产生、转化和代谢的核心场所, 通过氧化磷酸化生成三磷酸腺苷(adenosine triphosphate, ATP), 为机体提供能量需求, 越来越多的研究表明抑郁症的发生与线粒体关系密切, 如线粒体能量代谢障碍及质量控制体系紊乱等均与抑郁症的发病相关。由此可见, 中医学中肾阳的功能与线粒体在一定程度上具有相通之处, 因此, 本研究从线粒体能量代谢障碍与抑郁症之间的内在关联, 讨论肾阳虚与线粒体能量代谢障碍对抑郁症的影响。

1 肾阳虚与抑郁症

中医学中, 抑郁症归属于“郁证”“脏躁”等范畴。“凡通体之温者, 阳气也。”阳气是生命之本, 犹如太阳

光芒, 赋予生命活力和推动万物生长的积极作用, 在人体生命活动中具有推动、鼓舞和温煦作用。《易经》中最早提到“阳主动”理论, 其后受到“太极、两仪”的启发和影响, 逐渐发展完善, 并在此基础上于《内经》中形成阳气理论。如《素问·生气通天论》记载:“阳气者, 若天与日, 失其所, 折寿而不彰。故天运当以日光明, 是故阳因而上, 卫外者也。”阳气被认为是维持生命活动的基本物质, 缺乏阳气的机体将丧失生命活力。“阳气者, 精以养神, 柔则养筋”, 阳气主升、主动, 主导和推动机体的神志、情绪、意识、活动和行为表现等, 说明阳气的充盈与人的精神活动密切相关, 强调阳气的主导作用。《素问·脉解》曰:“阳尽而阴盛, 故欲独闭户牖而居”, 阳气充足, 精神矍铄; 阳气不足, 推动无力, 精神失养, 喜欢独居, 易生忧思。头部和面部是人体阳气最旺盛的部位, 研究表明郁证病因病机与人体和自然界的阳气盛衰有关。郁证在中年人中多见, 此时是阳气由盛转衰的关键时期; 秋冬季节常见, 为阳气由春夏鼎盛阶段向秋冬衰弱阶段的自然转换时期。阳气在生命活动、忧思悲喜和精神情志等方面起重要作用, 结合郁证的“阴性”表现, 推测郁证与阳气不足、鼓动无力有关。

肾阳, 又称“元阳”“真阳”“命门之火”, 反映了其与精神、原气的关系。它被认为是五脏六腑之本, 是全身所有阳气的源泉。明代薛己继承前人的思想, 强调

收稿日期:2024-08-25; 修订日期:2025-01-30

基金项目:国家自然科学基金面上项目(82274665);辽宁省自然科学基金(2021-BS-181)

作者简介:侯思宁(1998-), 男(汉族), 辽宁大连人, 辽宁中医药大学硕士研究生, 主要从事针灸治疗情志病研究工作。

*通讯作者简介:任 璐(1966-), 女(汉族), 四川巴县人, 辽宁中医药大学教授, 博士学位, 主要从事针灸治疗情志病研究工作。

*通讯作者简介:荆 秦(1987-), 女(汉族), 辽宁大连人, 辽宁中医药大学针灸推拿学院副教授, 博士学位, 主要从事针灸治疗情志病研究工作。

肾阳的重要性,形成了“肾阳是全身阳气的根本,是激发人体全身阳气热量源泉”主流学说。“脑为髓海……髓本精生,下通督脉,命火温养,则髓益之。”脑为元神之府,脑实则神全。肾藏精,精生髓,脑为髓之海,肾精足则脑髓丰,肾中精气的盛衰与脑髓的盈亏有着密切的关系。肾精依赖肾阳之温养方能充盈,肾中阳气不足,气化精受阻,肾精亏少,脑髓不丰,出现思维活动迟钝、记忆力下降、精神疲惫、语言不利、表情木讷等表现。此外,“督脉者,起于少腹,……贯脊属肾,与太阳起于目内眦,上额交巅上,入络脑……”,肾阳与督脉相通,肾阳为督脉的运行提供原动力,督脉可将肾中精气上济于脑,以维持生命与精神活动。除了直接与精神情志表达相关的脑髓之外,肾阳与肺、心、肝、脾关系十分密切。肺属金,肾属水,金生水,肾阳亏虚,子病及母,子盗母气,导致肺气不足,影响肺主气的功能,肺失宣肃,气机郁闭,出现胸闷憋气、愤懑忧郁等表现。心居胸中,属阳属火,肾于腹部,属阴属水,两者相互依存,相互制约,坎离交济,水火相交。心藏神,主神志,心生血,血养神,肾藏精,精足化血积髓,神全可以益精,积精又可以全神。若肾阳亏虚于下,肾中精气化生不利,则心神无所以养,导致反应迟钝,神智失常;肾阳不足,肾水过寒,水乘火,水气凌心,心阳不振,神志被蒙,则低迷、安静、内向的精神症状更加突出。脾为后天之本,主运化水谷精微,化生气血,肾为先天之源,主藏精,蕴藏命门之火,两者相互资助,相互促进,脾阳依赖肾阳之温煦得以腐熟水谷。脾藏意,肾藏志,脾肾阳虚,气血亏少,则思维混乱,反应迟钝,注意力不集中,悲观失望,意志消沉。肝藏血,肾藏精,肾主闭藏,肝主疏泄,肝肾精血互生互长,乙癸同源。肾阳不足,命门火衰,肾中精血化生减少,肝血亏虚,肝失濡润,肾失封藏,则肝脏疏泄功能紊乱。肝喜条达而恶抑郁,阳虚则肝用不展,疏泄不及,出现精神萎靡、多愁善感、抑郁寡欢等表现。由此可见,肾阳不足,全身阳气无以补充和统摄,或阳虚动力不足,导致精神羸弱、心情悲伤,或因虚阳浮越,出现焦躁不安、紧张易怒等郁证的表现。

2 线粒体能量代谢与抑郁症

目前,抑郁症的发病机制尚未完全清楚。国内外学者从神经递质、生物化学、内分泌、免疫等诸多角度进行研究。但随着研究的不断探索,越来越多的研究着眼于抑郁症与能量代谢之间的关系,进而提出导致抑郁症发病的一种假说——能量代谢障碍假说。能量代谢是生命活动最基本的特征之一,是机体对摄取的营养物质进行代谢的过程中,伴随能量的释放、转移、贮存和利用的一种生命活动现象。人体所需的能量主要以 ATP 的形式存储,为人体各项生命活动提供充

足的动力。线粒体是细胞的“能量工厂”,是人体的供能中心,生命活动所需能量 90% 以上是由线粒体提供,故被称为“ATP 的生产基地”。人体生命活动的能量供给主要依靠线粒体内的氧化磷酸化^[2],机体的三大营养物质糖类、脂肪和蛋白质等能源物质在线粒体内通过三羧酸循环及氧化磷酸化产生能量,保障细胞乃至整个机体的各项生命活动,因此,线粒体是细胞内各种能源物质氧化释放能量并进行能量转换的最终场所。现代生物学指出,能量代谢与饮食、精神活动等因素密切相关,更有研究表明线粒体能量代谢障碍,机体供能不足,致使机体出现疲倦乏力、语言减少、情绪低落等低动力症状。

临床影像学研究表明抑郁症患者存在能量代谢障碍^[3]。郭秉荣等^[4]采用代谢组学技术研究显示海马组织能量代谢与抑郁症的发病密切相关。此外,抑郁模型伴随躯体症状在肌肉组织中发现线粒体数量和 ATP 生成明显减少^[5]。另有大量研究表明,线粒体结构和功能障碍均可导致能量代谢障碍。在不同的生理状态下,线粒体的形态不同。结构上,线粒体是由两层单位膜围成的封闭囊状结构,两层膜套叠形成囊中之囊,主要由外膜、内膜、膜间腔和基质腔组成,内膜向内突伸形成嵴,使更多的反应能在内膜上进行;功能上,能量供给主要依靠线粒体内的氧化磷酸化实现,线粒体内膜上有一条由四种具有传递电子能力的复合体组成的完整氧化呼吸链,即线粒体呼吸链复合体 I、II、III、IV 和 ATP 合成酶的表达是实现氧化磷酸化的基础^[6]。通过线粒体内膜呼吸链电子传递产生的化学势能,在 ATP 合成酶的催化下发生二磷酸腺苷(adenosine diphosphate, ADP)的磷酸化作用,形成 ATP。Yuan 等^[7]实验观察抑郁大鼠模型前额叶皮层的线粒体数目减少,伴明显的结构性损伤,基质疏松,内嵴溶解,线粒体肿胀,部分呈空泡状。同时,大鼠海马 ATP 含量、Na⁺/K⁺-ATPase 和呼吸链复合体 I、III 和 IV 的活性均降低。Guo 等^[8]采用 C57BL/6 小鼠进行 CMS 造模,发现海马神经元线粒体明显缩短,其嵴紊乱,网络化结构遭到明显破坏,且线粒体 ATP 产生减少。另外,辅酶 Q10 是机体唯一的辅酶 Q 类物质,是线粒体电子传递链中必不可少的辅助因子,能够促使线粒体呼吸链复合物 I~IV 的能力增强,增加 ATP 的生成。Aboul-fotouh^[9]在研究辅酶 Q10 对抑郁症大鼠的治疗作用时发现,辅酶 Q10 能够防止海马体的氧化/亚硝基 DNA 损伤,具有显著地抗抑郁作用。由此可见,线粒体结构和功能正常与否直接影响机体能量供给,决定正常的生命活动。

3 肾阳虚与能量代谢的关系

中医学中,肾阳虚是指由于肾阳虚衰、失于温煦所

表现的一类虚寒证候,临床表现为腰膝酸软、形寒肢冷、倦怠懒动、小便清长、精神萎靡不振、舌淡苔白和脉虚等。由此可见,不管是躯体还是在精神方面,肾阳虚均以低动力症状为主要表现。线粒体是“能量工厂”,是细胞氧化供能的重要部位,线粒体中的代谢关键酶、三羧酸循环代谢产物等在调控能量代谢方面发挥重要作用。研究发现肉桂等热性中药可促进细胞摄入能量物质,升高产生能量的水平,促进能量增加代谢,升高大鼠趾表面温度。同时,研究表明温肾助阳中药,如附子、肉桂等可显著改善下丘脑-垂体-肾上腺轴功能紊乱情况,促进 5-羟色胺、多巴胺、脑神经神经营养因子等合成,提高单胺类神经递质的分泌及其受体的敏感性^[10],进而改善抑郁症状。因此,线粒体是研究肾阳虚的重要靶点。

4 艾灸的功效

艾灸是一种古老的中医治疗方法,以艾绒为主材,制成艾炷或艾条,点燃后熏熨或温灼体表穴位,给人体以温热刺激。艾灸作为传统的中医疗法,被历代医家所重视。《神灸经纶》:“取艾之辛香作炷,能通十二经,入三阴,以治百病,效如反掌”,表明艾灸的适应症广泛。艾灸具有温经散寒、温通气血、补虚助阳、扶阳固脱、消瘀散结、防病保健等多种功效。此外,灸法具有针、药所不及的独特疗效,《医学入门·针灸》记载:“药之不及,针之不到,必须灸之”^[11]。艾灸对人体具有显著的温煦阳气功能,可以起到预防和治疗疾病的作用。宋代窦材在《扁鹊心书》中指出:“保护阳气为本”,并认为“保命之法,灸艾第一。”孙思邈在《千金要方》中记载:“此灸迄,令人阳气康健。”晋代葛洪倡导灸法,主张“灸以补阳”,常用灸法治疗多种肾虚疾病。《备急灸法》中描述:“其艾火及随流注先至尾间,气热如蒸,又透二外肾,俱觉蒸热,移时复流涌泉穴,自上而下,渐渐温遍一身。”因此,艾灸是一种非常有效的保健方法。

5 艾灸对肾阳虚抑郁症的治疗作用

作为中国传统医学中重要部分,灸疗法是通过艾的燃烧对人体的特定穴位进行治疗的方法。《本草从新》明确指出,“艾叶苦辛……纯阳之性,能回垂绝之阳……”,这是由于灸法选用的艾叶药性偏温,具有纯阳之品的特性,加之艾火产生的热力,使得灸法具有独特的温煦阳气、温通气血、温经散寒和扶正补虚等功效,在治疗肾阳虚抑郁症过程中具有独特的优势。《医学入门》曰:“虚者灸之,使火气以助元阳也。”通过大量的临床实践发现灸疗法的临床效应主要以“温通”和“温补”为主^[12],艾灸燃烧时释放出的温热能通过相关腧穴传达到体内,刺激经络气机,疏通经络,补

虚助阳,从而达到阴阳平衡、气机调达的效果,使心情舒畅、身体健康、抑郁即愈。

中医认为,“阳化气,阴成形”是指阴性力量来自于物质的相互作用,阳性力量来自于能量,体现物质的阴性作用和能量的阳性作用对事物存在状态的影响,其实质在于体内气血阴阳变化,导致脏腑功能减退,因而,阳虚者体内营养成分比例失调,能量代谢水平紊乱或下降。艾在燃烧过程中,产生的多种成分作用于神经、细胞、内分泌等系统,现代机理研究显示艾灸可通过热效应、药化效应、辐射效应等发挥治疗作用。中医经络学说强调经气对机体生理功能的作用,因其穴位解剖发现腧穴周围及经脉循行线附近存在较丰富的血管神经感受器^[13],艾灸时产生的光、热及药化效应等作用于腧穴,被感受器接收后沿着经络可向远端传导,引起相应的变化。现代研究表明经脉是具有多元结构的物质、能量转换和传递的通道^[14],经脉循行线上的能量代谢具有高能量储备的特点^[15]。正常情况下,经脉循经组织具有更高的 ATP、更多的血流量和含氧量^[16-18]等,在一定程度上反映机体的能量代谢水平,表明循经组织比非循经组织具有更加旺盛的能量代谢。腧穴部位可测得范围在 2~2.5 μm 的红外辐射峰,此与细胞线粒体能量的释放有关,因此,中医经穴能量系统认为腧穴具有更高的线粒体 ATP 能量,是线粒体腺三磷较多细胞组成的点,而经络则是含线粒体腺三磷较多的细胞组成的线路^[19]。ATP 能量由 ATP 合成酶制造并激活,当酶系统受到刺激时会合成大量的能量,供应生命物质需要的能量,艾灸刺激腧穴后,可释放更多能量,进一步调节能量代谢^[20]。

艾在燃烧过程中,产生的温热刺激是艾灸治疗的关键,燃烧时产生的热量能够透过表皮进入到皮下,甚至肌肉层^[21],通过激活穴位周围的温度感受器引起电位变化,使 ATP 转化为 ADP 释放能量,提高 ADP 浓度及 ATP 酶活性,而 ADP 浓度的增高又可促进 ATP 合成酶的活性,从而引起 ATP 合成增加,将体外温度转换成体内能量,进一步将能量传递到施灸部位及其周围组织,扩张毛细血管,增加血液循环^[22],改善局部细胞的低能状态^[23]。另有研究表明,热刺激可以促进细胞 ATP 释放^[24,25],当皮肤温度达到 42℃ 左右时,可激活热敏通道蛋白^[26]促进 Ca^{2+} 渗透,触发 ATP 释放。其次,光辐射效应是发挥艾灸疗效的重要因素。艾燃烧过程中,可产生以远、近两种不同的红外光谱为主的辐射能量^[27],其中,以近红外光为主。远红外光主要作用于浅层组织,靠传导扩散热量;而近红外光谱穿透力较强,适合人体吸收,其光子能量可透入到深部血管、神经末梢及皮下组织,即透过腧穴到达深层组织,在肌肉外包膜结构的空隙进行传导,将能量传递到深部组织,产生较强的得气感^[28]。另外,在艾燃烧过程

中产生的红外光谱与机体可吸收光谱匹配的情况下,当机体接收到此辐射能量时,线粒体中的 ATP 将发生共振反应并释放出能量,共振作用既可作用于正常细胞,又可作用于病态细胞,实现细胞及水分子活化,增强细胞的活性和表面张力,加速新陈代谢。细胞膜上水分子比重的增加可以提高细胞膜表面张力和渗透性,促使膜内外 Ca^{2+} 的活性增强和能量交换。最后,艾燃烧过程中,会生成大量的燃烧产物,一部分燃烧产物会附着在皮肤上,将其蕴含的热量从皮肤渗入体内,另一部分燃烧产物会随着人体呼吸进入循环系统,其所产生的焦油样物质和烟雾以此途径发挥艾叶的药物效应,如艾烟可提高大脑单胺类神经递质 5-羟色胺等物质的含量^[28] 以此改善抑郁症状。由此可见,艾灸疗法将能量传递给机体,纠正体内能量代谢紊乱起到抗抑郁作用。

6 小结

综上所述,生命活动中线粒体的能量代谢发挥核心作用。近年来,抑郁症的发病机制中能量代谢紊乱学说已逐渐被证实,但线粒体机制仍有很多问题尚未阐明。中医艾灸疗法并不是简单的刺激,是将经络系统和艾灸的理化效应相结合而产生的综合效应。基于本课题组前期提出的“肾脑相济”理论,艾灸治疗通过经络传导可以直接或间接将能量传输入体内,调节脏腑功能,保护线粒体结构,提高线粒体功能,影响机体的能量代谢,从而寻求调控线粒体能量代谢以达到防治肾阳虚抑郁症的目的。

参考文献:

- [1] 杨丽. 1990-2019 中国居民抑郁症发病趋势及年龄-时期-队列分析[J]. 现代预防医学, 2023, 50(14): 2509.
- [2] GUO W, TANG Z Y, CAI Z Y, et al. Iptakalin alleviates synaptic damages via targeting mitochondrial ATP-sensitive potassium channel in depression[J]. *FASEB J*, 2021, 35(5): e21581.
- [3] JOU S H, CHIU N Y, LIU C S. Mitochondrial dysfunction and psychiatric disorders[J]. *Chang Gung Med*, 2009, 32(4): 370.
- [4] 郭秉荣, 杨岚, 刘佳丽, 等. 慢性不可预知温和应激配合孤养抑郁模型大鼠海马的代谢组学研究[J]. 中国药理学杂志, 2013, 48(14): 1160.
- [5] ZITKOVSKY E K, DANIELS T E, TYRKA A R. Mitochondrion and early-life adversity[J]. *Mitochondrion*, 2021, 57: 213.
- [6] VERCELLINO I, SAZANOV L A. The assembly, regulation and function of the mitochondrial respiratory chain[J]. *Nat Rev Mol Cell Biol*, 2022, 23(2): 141.
- [7] YUAN Q, LI Y, DENG X, et al. Effects of xingpi kaiyu fang on ATP, Na^+/K^+ -ATPase, and respiratory chain complexes of hippocampus and gastrocnemius muscle in depressed rats[J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2019, 2019: 6054926.
- [8] GUO W, TANG Z Y, CAI Z Y, et al. Iptakalin alleviates synaptic damages via targeting mitochondrial ATP-sensitive potassium channel in depression[J]. *FASEB J*, 2021, 35(5): e21581.
- [9] ABOUT-FOUOH S. Coenzyme Q10 displays antidepressant-like activity with reduction of hippocampal oxidative/nitrosative DNA damage in chronically stressed rats[J]. *Pharmacol Biochem Behav*, 2013, 104: 105.
- [10] 王泽文. 温补肾阳方对抑郁模型大鼠海马单胺类神经递质及 CREB、BDNF 表达的影响[D]. 成都中医药大学硕士学位论文, 2017.
- [11] 李丹, 任路, 李斌, 等. 艾灸补肾温阳方治疗围绝经期抑郁症[J]. 辽宁中医杂志, 2015, 42(12): 2412.
- [12] 张建斌, 王玲玲, 吴煥捷, 等. 艾灸温通温补概念的内涵分析[J]. 中国针灸, 2012, 32(11): 1000.
- [13] 陈虹, 段若锋, 杨金牛, 等. 穴位效应的影响因素探讨[J]. 广州中医药大学学报, 2017, 34(3): 458.
- [14] 胡翔龙, 汪培清, 许金森, 等. 人体体表循经红外辐射轨迹的热源及其形成机理的探讨[J]. 针刺研究, 2002, 27(4): 258.
- [15] 沈慈敏, 许金森, 郑淑霞, 等. 经络循行线上能量代谢特征的研究概述[J]. 环球中医药, 2015, 8(5): 636.
- [16] 郑淑霞, 许金森, 潘晓华, 等. 经络线与非经络线微循环血流灌注量的比较及针刺对其的影响[J]. 针刺研究, 2012, 37(1): 53.
- [17] 龚萍, 张明微, 黄光英, 等. 针刺合谷对循环远端穴位经皮氧分压和二氧化碳分压的影响[J]. 中医杂志, 2011, 52(9): 760.
- [18] 朱小香, 吴国土, 郑淑霞, 等. 脾经线上微循环血流灌注特征及电针对其影响[J]. 福建中医药大学学报, 2014, 24(5): 9.
- [19] 高震. 论经穴能量系统的本质及刺激传导机理[J]. 中国针灸, 2001, 21(3): 161.
- [20] 杨华元, 胡志成. 艾灸的生物物理特性[J]. 中国针灸, 2009, 29(11): 897.
- [21] 董新民, 董全声, 先茂全, 等. 不同灸法对穴位温度影响的对比观察[J]. 中国针灸, 1999, 19(1): 22.
- [22] ROSSIGNOL R. Energy metabolism disorders in rare and common diseases. Toward bioenergetic modulation and the training of a new generation of European scientists[J]. *International Journal of Biochemistry Cell Biology*, 2015, 63: 2.
- [23] 杨志虹, 肖金良, 杨孝芳, 等. 体外温热刺激对脐静脉血管内皮细胞能量物质的影响[J]. 中华中医药杂志, 2015, 30(1): 255.
- [24] KALSI K K, GONZALEZ-ALONSO J. Temperature-dependent release of ATP from human erythrocytes: mechanism for the control of local tissue perfusion[J]. *Experimental Physiology*, 2012, 97(3): 419.
- [25] HU L, WANG LN, WEI J Z, et al. Heat induces adenosine triphosphate release from mast cells in vitro: a putative mechanism for exhaustion[J]. *Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2015, 35(3): 323.
- [26] PATAPOUTIAN A, PEIER AM, STORY G M, et al. Thermo TRP channels and beyond: mechanisms of temperature sensation[J]. *Nature Reviews Neuroscience*, 2003, 4(7): 529.
- [27] 白耀辉, 林文任. 艾灸与温热刺激关系的探讨[J]. 针灸学报, 1991, 7(4): 10.
- [28] 范小峰. 生物能量在生命体中传递的新理论及实验证实[J]. 世界科技研究与发展, 2006, 28(2): 1.
- [29] 孟笑男, 许煥芳, 崔莹雪, 等. 艾燃烧生成物对快速老化模型小鼠 P8 大脑单胺类神经递质含量的影响[J]. 中华中医药杂志, 2014, 29(9): 2761.

(责任编辑:肖璜)