

文章编号:1005-0957(2022)12-1223-05

· 综述 ·

逆灸对心肌缺血再灌注损伤预防性保护作用及其影响因素的研究进展

汪意^{1,2}, 张亚男^{1,2}, 杨莉^{1,2}, 邓红³, 刘健^{1,2}

(1. 天津中医药大学第一附属医院, 天津 300193; 2. 国家中医针灸临床医学研究中心, 国家中医药管理局脑病针刺疗法重点研究室, 天津市针灸学重点实验室, 天津 301617; 3. 天津医科大学总医院, 天津 300052)

【摘要】 心肌缺血再灌注损伤(MIRI)会引起再灌注心律失常、心肌顿抑、微血管阻塞、超微结构变化等现象, 严重威胁人们的身体健康。逆灸即艾灸预处理, 其治疗 MIRI 可起到“治未病”的效果。该文归纳总结逆灸保护心肌缺血再灌注损伤的作用机制, 并分析影响其疗效的因素, 以期对相关研究提供参考依据。

【关键词】 逆灸; 心肌缺血; 再灌注损伤; 作用机制; 影响因素; 治未病; 研究进展; 综述

【中图分类号】 R246.1 **【文献标志码】** A

DOI:10.13460/j.issn.1005-0957.2022.12.1223

近年来, 缺血性心脏病是严重威胁人类健康的疾病之一。心肌缺血再灌注损伤(myocardial ischemia reperfusion injury, MIRI)是心肌缺血再灌注后出现的一种病理现象, 是血运重建过程中不可避免的损伤^[1]。中医学上根据其胸闷、心痛、气短等临床表现将其归属于“胸痹”“心痛”“心悸”等范畴。有研究表明艾灸可作为一种脑缺血预处理手段, 可诱导脑缺血耐受^[2], 提示“艾灸预处理”现象客观存在并真实有效^[3], 因此近年来对其在改善心肌缺血方面的研究逐渐增多。动物实验^[4]和临床研究^[5]均表明艾灸预处理具有保护 MIRI 的作用, 有其临床应用价值。故对相关研究进行梳理, 归纳逆灸对 MIRI 保护作用机制以及影响逆灸疗效的相关因素, 现综述如下。

1 逆灸与治未病

“逆灸”一词首次出现在东晋范汪的《范汪方》, 明代高武在其著作《针灸聚英》中解释为“无病而先针灸曰逆”“逆, 未至而迎之也”。古人所称的逆灸即为现代所说的艾灸预处理。逆灸治疗 MIRI 的手段与现代医学治疗 MIRI 所运用的“预处理”比如运动预处理^[6]、远端缺血预处理^[7]和针刺预处理^[8]都是一种预防性措

基金项目:天津市自然科学基金项目(18JCQNJC12500)

作者简介:汪意(1995—), 女, 2019 级硕士生, Email:3010105936@qq.com

通信作者:刘健(1974—), 女, 主任医师, 硕士生导师, Email:yookan@sina.com

施, 因此逆灸治疗 MIRI 可以算是“治未病”的一种重要手段。“治未病”的本质是激发正气, 拒邪于外; 目的是调和阴阳, 达到阴平阳秘。逆灸的目的和效应与其类似, 就是想要激发机体潜在的调节阴阳的本能, 激发机体内源性保护机制, 保持内环境的稳态以达到预防疾病的目的^[9]。

2 逆灸相关内源性保护机制

近年来, 诸多研究表明逆灸对 MIRI 的保护效应机制, 是通过预艾灸刺激相应的腧穴, 使机体产生应激反应, 激发机体潜在的内源性保护机制, 从而增强心脏对随后长时间心肌缺血的抵抗力与耐受力。

2.1 逆灸调控氧自由基

心肌缺血再灌注过程中, 缺血区会产生大量的氧自由基(oxygen free radical, OFR), 目前认为 OFR 的产生是 MIRI 的重要因素和途径。一氧化氮(nitric oxide, NO)是生物活性相对较高, 但稳定性较低的自由基。NO 限速酶(nitric oxide synthase, NOS)与其生成密切相关。刘卫星等^[10]研究发现温针灸预处理能明显提高 NO、NOS 活性, 减小缺血再灌注大鼠心肌的梗死面积, 表明温针灸预处理的保护效应与抗自由基损

伤直接相关。相关实验^[11]亦发现艾灸预处理对缺血再灌注心肌的保护作用,与提高内源性保护物质 NO、NOS 活性和含量有关。超氧化物歧化酶(super oxide dismutase, SOD)是氧自由基的主要清除酶,研究^[12]发现温和灸预处理能明显提高 SOD 活性,增强心肌抗氧化能力,保护 MIRI 幼鼠心功能。以上研究表明艾灸预处理通过提高心肌抗氧化能力,增强机体清除自由基的功能,从而减轻缺血再灌注造成的心肌损伤。

2.2 逆灸改善血管内皮功能

再灌注时血管内皮细胞分泌 NO 减少,而 ET 的产生增加,导致血管强烈收缩,加重了心肌细胞的损伤^[13]。内皮功能失调与 MIRI 关系密切,内皮素(endothelin, ET)作为最强的缩血管物质,与心肌缺血再灌注关系密切。王超等^[14]研究发现艾灸预处理能减少缺血再灌注损伤大鼠血浆 ET 含量、血清肌酸激酶(creatine kinase, CK)含量,增强心肌组织 HSP70 的表达,提示逆灸保护心肌损伤与改善血管内皮功能有关。

2.3 逆灸与效应蛋白

热休克蛋白(heat shock protein, HSP)即效应蛋白是生物体在应激状态特别是高温诱导下或病理状态下产生的一组应激蛋白,是所有生物学中最高度保守的蛋白之一^[15]。其中 HSP70 与 MIRI 联系紧密,研究表明 HSP70 可通过抗氧化^[16]、抗炎性反应^[17]或抗凋亡^[18]等发挥保护心肌的作用。诸多研究^[14, 19-21]发现艾灸预处理可促进 HSP70 的表达和合成,减轻缺血再灌注对心肌造成的损伤。此外,研究^[14, 19]发现艾灸预处理后 HSP70 的表达强于电针预处理,可能是艾灸温热刺激使 HSP70 表达更为敏感,侧面反映出逆灸的应用价值。

2.4 逆灸与缝隙连接蛋白

缝隙连接蛋白(connexin, Cx)是缝隙连接(gap junction, GJ)的基本单位,其中缝隙连接蛋白 43(connexin 43, Cx43)是心脏 Cx 家族中最丰富的成员,Cx43 的正常表达对于心脏发育、电耦联的心肌细胞活性和心肌功能的协调至关重要^[22]。研究^[23]表明心室心肌中的 Cx43 的表达水平与 MIRI 密切相关。周丹等^[24]研究发现艾灸预处理可使心肌细胞 Cx43 表达增高,相关作用机制可能是通过增加心脏 Cx43 的表达,参与心肌电耦联和代谢耦联,实现保护心肌的目的。

2.5 逆灸与抗凋亡

心肌细胞凋亡是 MIRI 的基本病理过程,因此抑制细胞凋亡可有效改善心肌缺血损伤^[25]。B 淋巴细胞

瘤-2(B-cell lymphoma-2, Bcl-2)和 BAX 是调控细胞凋亡的两个重要基因,二者的比值被称为细胞凋亡的“分子开关”^[26],常用来反映细胞凋亡的程度。研究^[27]发现艾灸预处理后 MIRI 大鼠心肌细胞中,抑凋亡基因 Bcl-2 mRNA 表达增多,促凋亡基因 BAX mRNA 表达减少,表明逆灸可通过增加内源性抗凋亡物质起到心肌保护作用。有研究^[28-29]也发现,艾灸预处理能降低凋亡标志因子 Caspase-3 的蛋白表达及 mRNA 含量,增加 Bcl-2 的蛋白表达及 mRNA 含量。另外有实验研究^[30]表明艾灸预处理保护心肌与增加心肌细胞抗凋亡基因 C-fos mRNA 表达有关。此外,赵明中等^[31]发现心肌缺血再灌注时 Fas 及 FasL 基因参与了 MIRI 的发病机制,其蛋白阳性表达细胞的分布与心肌凋亡细胞的分布趋势一致。林海波等^[32]通过研究证实艾灸预处理保护心肌可能是通过下调 Fas/FasL “死亡受体通路”,抑制心肌细胞凋亡来实现的。以上研究表明艾灸预处理可通过刺激 MIRI 大鼠心肌细胞产生抗凋亡物质,减少细胞凋亡,增强心肌组织对缺血的耐受性,从而达到保护心肌的目的。

2.6 逆灸与自噬

自噬是受到严格调控的细胞内分解代谢过程^[33],是一种高度保守的自我保护机制。微管相关蛋白 1 轻链 3(microtubules associated protein 1 light chain 3, LC3)是自噬膜上的标记蛋白,是反映自噬是否激活的重要标志。LC3 主要分为 I 型和 II 型,当自噬发生时,细胞内 LC3-I 就会向 LC3-II 转化,因此 LC3-II / I 比值是判断细胞自噬状态的重要指标。自噬相关蛋白 Beclin-1 是自噬关键调节剂,是调控自噬活性的关键蛋白^[34]。研究发现艾灸预处理能下调 MIRI 大鼠心肌细胞中 LC3-II 蛋白表达,降低 LC3-II / I 比值^[35-36],下调 Beclin1 蛋白的表达^[35],调节心肌细胞自噬进而发挥对 MIRI 的预保护作用。白桦等^[37]研究发现麦粒灸预处理能有效降低缺血再灌注心肌梗死面积,并表明该保护效应与自噬相关,通过促进缺血期自噬发生,抑制再灌注期自噬过表达进而减轻 MIRI,提示调节自噬水平维持自噬稳态对于抗 MIRI 至关重要。

3 影响逆灸疗效的因素

逆灸本质上是艾灸的一种治疗方法的体现,因此影响逆灸疗效的因素包括有穴位的选择,施灸剂量以及介入时机的把控。

3.1 穴位的选择

不同的穴位通过其不同的作用机制,以及单穴或多穴效应而达到共同的保护心肌的目的。内关穴是手厥阴心包经之络穴,中医学认为心包位于心脏之外,心脏为君,心包能代君受邪,即“心胸内关谋”;内关穴又是八脉交会穴之一,通于阴维脉,所谓“阴维为病苦心痛”,因此内关穴以其与心与心包的联系可治疗心脏疾患。目前研究亦表明内关穴是治疗心血管疾病最常选用的穴位,有较高的临床应用价值,而本文所引用的文献也大多是通过艾灸内关穴来研究逆灸对 MIRI 的保护作用。膻中穴位于胸部两乳头连线中点处,连于心系,为心包募穴,大量临床研究^[38]报道也证实膻中可改善心肌缺血。相关实验^[39]表明艾炷灸膻中、膈俞两穴可通过益气活血法预处理对心肌缺血再灌注损伤起到抑制作用。艾灸预处理内关和膻中穴亦可通过抗心肌细胞凋亡进而保护心肌^[27,30]。此外,关元、足三里^[12]、心俞、列缺、夹脊穴等^[40]也可实现对缺血心肌的保护。但在诸多穴位中,内关、膻中穴常作为逆灸治疗 MIRI 首选穴位,而穴位比较研究未见报道,值得探讨。

3.2 灸量

灸效的产生主要需要艾灸的温热刺激,其中灸量是关键,而决定有效灸量的核心是施灸频次或灸时。有研究^[28-29]按灸时将艾灸预处理分为艾灸预处理 5 d 组和艾灸预处理 10 d 组,艾条灸每次 20 min,每日 1 次,结果发现艾灸 10 d 在缓解 MIRI 引起的心肌细胞凋亡方面优于艾灸 5 d。亦有研究按施灸频次进行分组,即艾灸预处理日 1 次组和艾灸预处理日 2 次组,艾条灸每次 30 min,连灸 7 d,结果发现在调控 MIRI 大鼠心肌细胞相关凋亡基因 Bcl-2 mRNA、BAX mRNA^[27]以及 C-fos mRNA^[30]方面,艾灸预处理日 2 次组更能有效预防性保护心肌,提高心肌抗凋亡,达到预处理目的。综合以上,可看出施灸天数多、施灸频次高,逆灸可实现对缺血心肌较好的保护作用,但施灸天数、频次达到多少为最佳,目前有关此问题的对比研究相对较少,还有待进一步研究。白桦^[41]按施灸天数(1 d、2 d、3 d、4 d、5 d 和 7 d)将麦粒灸预处理组分为 6 组,结果发现麦粒灸 4~7 d 能有效降低心肌梗死面积,其中以 4 d 为最佳。因此,不同的施灸方式达到最佳灸量的时间不一,而有关施灸方式的对比研究仍需要进一步探讨。

3.3 介入时机

选择恰当的介入时机将会对抵御疾病的发生或减轻疾病损伤程度至关重要^[42]。刘卫星等^[10]在温针灸预处理之后,依据不同时间间隔(0.5 h、1.5 h 和 3 h)对大鼠行缺血再灌注造模,结果发现相较于间隔 3 h,间隔 0.5 h 和 1.5 h 心肌缺血再灌注后 NO、NOS 活性增强,心肌梗死面积减少,提示温针灸预处理对缺血再灌注大鼠的心肌保护作用具有时间间隔性。另外有实验研究^[14]发现艾灸预处理对缺血再灌注心肌细胞具有延迟相保护作用。谭成富等^[19]通过多时相(0 h、24 h 和 48 h)的对比分析,结果发现艾灸预处理发挥心肌保护效应在 24 h 和 48 h 更为明显,可能与该时刻心肌组织 HSP27 及 HSP70 表达增强有关。亦有研究^[32]表明艾灸预处理可在 48 h 这一延迟时相抑制心肌细胞凋亡实现对再灌注损伤心肌的保护。以上研究结果与心肌缺血预适应(ischemic preconditioning, IPC)的两个“作用窗”保护效应形式大体一致,即第一时间窗(早期相)是在预处理刺激后立即出现,并持续 1~3 h;第二时间窗(延迟相)是在预处理刺激后的 12~24 h 出现,并持续 48~96 h^[43]。而延迟性保护效应比即刻保护更具有临床意义^[44],建议逆灸的介入时机应在缺血再灌注之前的 24~48 h 为宜,但目前关于此方面的研究尚少,需要今后进行更多的实验加以证明,并对时相加以更为细致的划分,通过对比观察不同时相相对心肌保护效应的差异,得出最佳介入时机。

4 讨论

综合以上,逆灸治疗 MIRI 是通过激发心脏潜在的内源性保护机制,达到保护心肌的目的,具体体现在调控氧自由基、改善血管内皮功能、调节效应蛋白和缝隙连接蛋白、抗凋亡和调控自噬等方面。同时艾灸预处理的保护效应也体现出中医“治未病”的特色和优势。此外,影响艾灸预处理疗效的相关因素如灸量、介入时机、穴位选择等亦是至关重要,不容忽略。

目前逆灸治疗 MIRI 的研究仍存在一些不足之处。第一,穴位的选择是影响疗效的因素之一,但既往研究缺少对穴位特异性及其规律的探讨,影响了对最佳穴位的选择。第二,目前逆灸治疗 MIRI 的研究大多集中在机理探讨上,缺乏相关临床研究,因此临床效果有待

进一步验证。第三,在逆灸治疗 MIRI 机理探究方面,比较单一,大多是从单个机制方面加以探讨,缺少作用靶点之间的相互联系,仍需要更进一步的研究,为逆灸在 MIRI 的预防和治疗应用上提供更坚实的实验基础。因此,针对以上不足之处,在今后的研究中可从以下几个方面入手。对不同穴位或其组合进行比较研究,着重穴位特异性的探讨,以期寻得最佳穴位或其组合;开展相关临床研究,可通过对比观察逆灸前后心肌缺血患者在症状体征、心电图、心肌酶等方面的变化,探究逆灸在临床运用上的实用性,但如何使逆灸更合理化应用于临床仍值得深究;对一些发挥逆灸效应的相关因子、蛋白、基因等开展系统研究,从多靶点、多水平、多通道上探究其内在联系。

综上所述,目前艾灸预处理对于防治 MIRI 仍具有很大的学术研究和进步空间,需要继续深入探讨,并将逆灸治未病思想与临床运用更好地结合,为防治缺血性心肌病提供新的思路。

参考文献

- [1] SHANMUGAM K, BOOVARAHAN S R, PREM P, *et al.* Fisetin attenuates myocardial ischemia-reperfusion injury by activating the reperfusion injury salvage kinase (RISK) signaling pathway[J]. *Front Pharmacol*, 2021, 12: 566470.
- [2] 赵宇辉, 孙忠人, 李晓捷, 等. 艾灸预处理对全脑缺血大鼠海马 CA₁ 区 Bcl-2 和 Bax 蛋白表达影响的实验研究[J]. *针灸临床杂志*, 2006, 22(8): 53-54.
- [3] 赵宇辉, 孙忠人. 针灸预处理对心肌缺血/再灌注大鼠细胞凋亡及相关基因表达的影响[J]. *心脏杂志*, 2009, 21(5): 657-659.
- [4] 贺香婵, 王超, 杨艳红, 等. 针灸预处理对兔心肌再灌注损伤心电图的影响[J]. *中医药导报*, 2013, 19(12): 73-75.
- [5] 李科全. 艾灸预处理对心肌缺血的再灌注损伤的保护作用研究[J]. *河南中医*, 2014, 34(5): 835-836.
- [6] 李宏玉, 尹侠, 张世强, 等. 运动预处理对心肌缺血再灌注损伤老龄大鼠心肌的影响[J]. *康复学报*, 2021, 31(2): 131-137.
- [7] 张赫男, 侯静波. 远端缺血预处理对心肌保护作用的研究现状及进展[J]. *心血管康复医学杂志*, 2021, 30(1): 105-108.
- [8] 母晓艺, 宋艳华, 张蒂, 等. 针刺内关穴预处理改善心肌缺血再灌注损伤机制的研究进展[J]. *针灸临床杂志*, 2018, 34(10): 75-79.
- [9] 孙忠人, 贾坤平, 蔡国锋, 等. 从针灸预处理谈中医“治未病”[J]. *中华中医药杂志*, 2020, 35(3): 1078-1081.
- [10] 刘卫星, 虞跃跃. 温针灸预处理对不同时间间隔缺血再灌注大鼠心肌的保护作用[J]. *针灸临床杂志*, 2015, 31(3): 71-72.
- [11] 阳晶晶, 严洁, 王超, 等. 针灸内关预处理对心肌缺血再灌注损伤兔血清 NO、NOS 及腺苷含量的影响[J]. *中国中医急症*, 2014, 23(7): 1209-1211, 1227.
- [12] 葛瑜. 温灸预处理对幼鼠心肌缺血再灌注损伤的影响[J]. *上海针灸杂志*, 2021, 40(3): 352-357.
- [13] MCDONALD B, PITTMAN K, MENEZES G B, *et al.* Intravascular danger signals guide neutrophils to sites of sterile inflammation[J]. *Science*, 2010, 330(6002): 362-366.
- [14] 王超, 谢文娟, 刘密, 等. 针灸预处理对不同时间心肌缺血再灌注损伤兔血浆内皮素、血清肌酸激酶和心肌组织热休克蛋白 70 表达的影响[J]. *针刺研究*, 2014, 39(5): 372-376.
- [15] AMBROSE A J, CHAPMAN E. Function, therapeutic potential, and inhibition of Hsp70 haperones[J]. *J Med Chem*, 2021, 64(11): 7060-7082.
- [16] LI K, YANG B, ZHAO C. Transforming growth factor- β -activated kinase 1 enhances H₂O₂-induced apoptosis independently of reactive oxygen species in cardiomyocytes[J]. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*, 2014, 15(7): 565-571.
- [17] DYBDAHL B, SLØRDAHL S A, WAAGE A, *et al.* Myocardial ischaemia and the inflammatory response: release of heat shock protein 70 after myocardial infarction[J]. *Heart*, 2005, 91(3): 299-304.
- [18] LIU X, ZHANG C, ZHANG C, *et al.* Heat shock protein 70 inhibits cardiomyocyte necroptosis through repressing autophagy in myocardial ischemia/reperfusion injury[J]. *In Vitro Cell Dev Biol Anim*, 2016, 52(6): 690-698.
- [19] 谭成富, 严洁, 王超, 等. 针灸预处理对心肌缺血再灌注损伤兔不同时间热休克蛋白 27、70、90 表达的影响[J]. *针刺研究*, 2017, 42(1): 31-38.
- [20] 孙忠人, 王一茗. 逆灸对心肌缺血再灌注损伤大鼠

- HSP70 的影响[J]. 中华中医药学刊, 2008, 28(7): 1382-1383.
- [21] 赵宇辉, 孙忠人. 艾灸预处理对心肌缺血再灌注大鼠细胞凋亡及 HSP70 mRNA 表达的影响[J]. 安徽中医学院学报, 2009, 28(1): 36-38.
- [22] 陈虹姝, 梁仪琳, 黄照河. 缝隙连接蛋白 43 与心肌缺血再灌注心律失常的研究进展[J]. 中国临床新医学, 2020, 13(6): 635-638.
- [23] LU Q, LI W, LI Z, *et al.* Effect of autophagy on cardiomyocyte membrane Cx43 acute remodeling in rats with ischemia-reperfusion[J]. *Int J Clin Exp Pathol*, 2019, 12(7): 2639-2645.
- [24] 周丹, 李虹, 高智颖. 针灸预处理“内关”穴对心肌缺血再灌注兔心肌 Cx43 的影响[J]. 中国针灸, 2013, 33(11): 1013-1016.
- [25] ZHU X, LI S, HUANG C, *et al.* LncRNA CRNDE inhibits cardiomyocytes apoptosis by YAP1 in myocardial ischaemia/reperfusion injury[J]. *Autoimmunity*, 2021, 54(4): 204-212.
- [26] LAI H C, CHANG Q Y, HSIEH C L. Signal transduction pathways of acupuncture for treating some nervous system diseases[J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2019, 2019: 2909632.
- [27] 赵宇辉, 孙忠人, 魏运芳. 针灸预处理对缺血再灌注大鼠心肌 Bcl-2 mRNA 和 Bax mRNA 基因表达的影响[J]. 中医药学报, 2009, 37(1): 16-18.
- [28] 王超, 刘薇薇, 黄洁, 等. 不同艾灸预处理时间对心肌缺血再灌注损伤大鼠心肌细胞中 HIF-1 α 、Bcl-2 及 Caspase-3 表达的影响[J]. 中医药学报, 2017, 45(4): 70-74.
- [29] 黄河, 王晶, 方园, 等. 基于艾灸温通理论探讨艾灸内关穴预处理对大鼠 MIR1 保护机制的研究[J]. 湖南中医药大学学报, 2020, 40(9): 1049-1053.
- [30] 赵宇辉, 孙忠人. 针灸预处理对缺血再灌注大鼠肌细胞凋亡及 c-fos 基因调控[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2008, 10(6): 37-40.
- [31] 赵明中, 陈运贞, 李媛媛, 等. 大鼠心肌缺血/再灌注损伤心肌细胞凋亡与 Fas、FasL 基因表达的变化[J]. 中华心血管病杂志, 2001, 29(10): 32-35.
- [32] 林海波, 严洁, 常小荣, 等. 针灸内关穴预处理对兔缺血再灌注损伤心肌细胞死亡受体通路 Fas/FasL 蛋白表达的影响[J]. 中华中医药杂志, 2013, 28(5): 1286-1290.
- [33] PRZYKLENK K, DONG Y, UNDYALA V V, *et al.* Autophagy as a therapeutic target for ischaemia/reperfusion injury? Concepts, controversies, and challenges[J]. *Cardiovasc Res*, 2012, 94(2): 197-205.
- [34] MAEJIMA Y, ISOBE M, SADOSHIMA J. Regulation of autophagy by Beclin 1 in the heart[J]. *J Mol Cell Cardiol*, 2016, 95: 19-25.
- [35] 谭成富, 王超, 杜琳, 等. 电针、艾灸预处理对心肌缺血再灌注损伤大鼠心肌自噬相关蛋白 LC3、Beclin-1 表达的影响[J]. 针刺研究, 2018, 43(1): 1-7.
- [36] 杜琳, 谭成富, 王超, 等. 电针、艾灸预处理对心肌缺血大鼠心肌细胞凋亡和自噬的影响[J]. 针刺研究, 2019, 44(1): 31-36.
- [37] 白桦, 卢圣锋, 陈婉莹, 等. 麦粒灸预处理对大鼠心肌缺血再灌注损伤不同时期保护效应及 Beclin-1 表达的影响[J]. 针刺研究, 2017, 42(6): 471-476.
- [38] 倪承浩. 艾灸膻中穴为主治疗心肌缺血的疗效观察[J]. 上海针灸杂志, 2002, 21(6): 17-18.
- [39] 孟君. 艾灸穴位对大鼠心肌缺血-再灌注损伤心肌细胞凋亡基因的影响[J]. 海南医学院学报, 2012, 18(3): 310-312.
- [40] 朱超, 鲍炳州, 吴生兵, 等. 电针对心肌酶作用研究进展[J]. 辽宁中医药大学学报, 2020, 22(3): 68-71.
- [41] 白桦. 基于 Beclin1 蛋白探讨麦粒灸预处理对心肌缺血/再灌注损伤的保护机制研究[D]. 南京: 南京中医药大学, 2018.
- [42] 李晓泓, 张露芬, 解秸萍. 针灸预处理的研究概况与思考[J]. 中国临床康复, 2005, 9(25): 186-187.
- [43] 谢文娟, 严洁, 常小荣, 等. 针灸防治心肌缺血/再灌注损伤的细胞信号转导机制的研究进展[J]. 中华中医药学刊, 2012, 30(11): 2414-2418.
- [44] 曹泽玲, 杨庭树, 龙超良, 等. 心肌缺血/再灌注损伤的内源性保护机制研究进展[J]. 中国药理学通报, 2006, 26(8): 912-916.