

DOI:10.13288/j.11-2166/r.2025.10.017

综述

中药干预心力衰竭能量代谢重构的研究概况

宁欣玥, 李汶晓, 赵震宇, 郭阳, 周盼盼, 赵路丹, 李琳✉

湖南中医药大学, 湖南省长沙市岳麓区含浦科教园学士路 300 号, 410208

[摘要] 能量代谢重构是心力衰竭治疗的新靶点。通过梳理中药干预心力衰竭能量代谢重构的研究概况, 发现中药复方及中药单体在调节能量代谢方面有一定的作用, 主要通过优化底物利用, 改善线粒体结构、功能及调节线粒体稳态, 改善线粒体能量转运三个方面, 使心肌细胞能量代谢朝有利于机体的方向调整, 增加能量供给, 改善心功能。

[关键词] 心力衰竭; 能量代谢重构; 中药复方; 中药单体; 线粒体

心力衰竭(简称心衰)是临床中常见的心血管疾病,《中国心血管健康与疾病报告 2023》推算我国心衰现患人数 890 万,严重危害人类的生命健康安全^[1]。能量代谢重构这一概念在 2004 年被提出,即指心肌细胞脂肪和糖类等物质代谢紊乱改变心肌细胞能量代谢途径,从而导致心脏结构和功能异常的现象^[2]。因此,改善能量代谢重构是保护心脏使其不受不可逆损伤的关键。研究表明,代谢重构和代谢“灵活性”的丧失被认为在心衰的发展过程中先于、启动并维持结构和功能重构,能量代谢的异常可以促使心衰的进展,故能量代谢重构可视为心衰治疗的新靶点^[3-4]。心衰属于中医学“胸痹”“心悸”“心水”“喘证”等范畴,中医药在心衰的治疗中应用广泛。本文通过系统梳理中药干预心衰能量代谢重构的研究概况,以期于心衰治疗提供指导,为后续科研工作提供思路。

1 心衰能量代谢重构的中医学认识

在病理状态下,由于心肌细胞无法产生足够的能量使心脏长期处于“饥饿”状态而出现能量代谢重构,主要包括代谢底物、线粒体、高能磷酸盐三方面的改变^[3]。现代研究^[5]认为,心衰后心脏能量供应由脂肪酸代谢向葡萄糖代谢转化,即在心衰

晚期和终末阶段,底物代谢向“胚胎型代谢模式”转变,心肌细胞再次出现胚胎型基因和蛋白质的表达,使脂肪酸氧化明显下调,底物由优先利用脂肪酸向葡萄糖转变。线粒体是细胞能量的“动力库”,心衰时线粒体发生异常,出现心磷脂水平降低、肿胀、嵴破裂、三磷酸腺苷(ATP)合酶水平降低、蛋白质表达和输入障碍以及线粒体翻转等^[6-7]。当心脏处于“能量饥饿”状态时,ATP生成明显减少,与正常心肌相比,ATP浓度下降约 30%^[8],且肌酸激酶穿梭系统功能明显受损,磷酸肌酸(PCr)和 ATP 之间的能量转换受阻,PCr 与 ATP 比值下降程度可高达 60%^[9],以上因素会造成心肌能量不足。

中医学认为,心衰乃本虚标实之证,其主要病机为心气、心阳虚弱,推动温煦作用无力,气血津液运行失常,致瘀血、痰浊、水湿内生,痹阻心脉,心失所养而发病^[10-11]。阳虚为气虚之甚,气虚日久则发展为阳虚。“气”为机体气血津液的生成、转化、利用等生命活动提供能量。从现代医学来看,ATP 亦为机体各项生理活动提供能量,其与气是不同体系对相同生命活动状态的表述^[12]。在生理状态下,心气能够推动心脏的正常搏动及血液在脉内的运行。若心气亏虚,无力推动血行,可导致血行不畅,瘀血内生,瘀血进一步阻滞气机,使水液内停,蕴生痰浊。ATP 作为体内最丰富的能量载体,其供应不足后出现代谢底物向葡萄糖转移,脂肪酸氧化下降且糖酵解增强,导致乳酸等病理产物堆积,进一步影响 ATP 的合成及利用^[12-13]。由此

基金项目: 国家自然科学基金(82305092、82274412);湖南省自然科学基金(2023JJ30453);长沙市自然科学基金(kq2208185);湖南省中医药科研项目(B2023045);湖南中医药大学科研基金“揭榜挂帅”专项(2022XJJB002);湖南省青年科技创新人才项目(2022RC1021);湖南中医药大学本科生科研创新基金项目(2023BKS154)

✉ 通讯作者: lilin@hnuem.edu.cn

可见,气与ATP具有共通性,而ATP是细胞内的能量“货币”,储存并在需要时释放能量,故认为中医学的“气”与西医学的“能量”相近^[14-15]。综上,我们认为心气虚衰与能量代谢障碍在理论上有相通之处,心气虚衰是导致心肌能量代谢重构产生的根本病机,心衰的治疗应以补益心气为核心。因此,从改善能量代谢障碍出发,调节线粒体稳态,优化心肌能量代谢底物的利用^[16],或可成为补益心气类中药防治心衰的关键途径。

2 中药干预与心衰能量代谢重构的相关研究

2.1 药效学研究现状

中药可针对疾病发展的不同环节,如底物摄取利用、线粒体结构功能、关键酶活性等进行动态干预,全面调控。目前药效学研究主要从优化底物利用,改善线粒体结构、功能及调节线粒体稳态,改善线粒体能量转运等方面开展。

2.1.1 优化底物利用 中药复方如参附强心合剂、破格救心汤、芪苈强心胶囊可通过优化底物利用来干预心衰能量代谢重构。参附强心合剂是在参附汤基础上加葶苈子和玉竹而成,研究^[17]发现其可通过提高磷酸化腺苷酸活化蛋白激酶(p-AMPK)、过氧化物酶体增殖物激活受体 γ 共激活因子1 α (PGC-1 α)的表达,降低血清游离脂肪酸水平,从而调节脂肪酸氧化代谢及葡萄糖转运,起到改善心肌能量代谢、促进线粒体生物合成的作用。破格救心汤(由附子、干姜、炙甘草、人参、山萸肉、龙骨、牡蛎、磁石、麝香等组成)可用于各种心衰危症^[18],在此方基础上加黄芪、丹参、枳壳则组成了破格救心汤加减方,具有回阳救逆、益气固脱的功效。研究^[19]表明,破格救心汤加减方可作用于沉默信息调节因子2同源蛋白1(SIRT1)/PGC-1 α 信号通路,增加SIRT1活性而影响PGC-1 α 所介导的线粒体能量代谢。芪苈强心胶囊(由黄芪、人参、附子、丹参、葶苈子、泽泻、玉竹、桂枝、红花、香加皮、陈皮组成)能够激活腺苷酸活化蛋白激酶(AMPK)、上调PGC-1 α 表达来调节糖脂底物代谢,减少乳酸和游离脂肪酸的堆积,改善能量代谢重构,从而发挥保护心肌细胞、逆转心衰进展的作用^[20]。

具有补气功效的黄芪发挥作用主要依赖于黄芪甲苷、黄芪多糖等活性成分,黄芪甲苷可以激活过氧化物酶体增殖物激活型受体 α (PPAR α),将葡萄糖无氧氧化转化为脂肪酸 β -氧化,改善能量代谢结构^[21],发挥缓解心衰进程的作用^[22];黄芪多糖可以依次升高p-AMPK/AMPK、PGC-1 α 蛋白相对表达

量,提示黄芪多糖改善能量代谢的机制可能与激活AMPK/PGC-1 α 信号通路有关^[23]。有研究^[24]发现,红芪能抑制葡萄糖代谢,降低乳酸应用,降低游离脂肪酸含量,增加脂肪酸氧化,增加心肌能量供应,改善心脏能量代谢重构。另有研究^[25]发现,苏合香可通过升高三羧酸循环中相关代谢物柠檬酸和苹果酸含量,降低琥珀酸含量,增加心肌对葡萄糖的氧化利用,从而维持三羧酸循环稳态,发挥心肌保护作用;且其能够激活神经调节素1(NRG-1)/Erb-b2受体酪氨酸激酶4(ErbB4)通路介导的能量生成模式,发挥改善能量代谢的作用。

2.1.2 改善线粒体结构、功能及调节线粒体稳态 中药复方如参麦注射液、益心泰、益气活血利水方、强心安神方、暖心康、苓桂术甘汤等可通过改善线粒体结构、功能及调节线粒体稳态来干预心衰能量代谢重构。参麦注射液由红参、麦冬组成,具有养阴生津、益气固脱的功效,其可通过下调AMPK的蛋白表达,提高PPAR α 和PGC-1 α 的水平,恢复线粒体形态结构,从而改善能量代谢重构,发挥治疗心衰的作用^[26]。益心泰由五苓散加黄芪、人参、丹参、红花化裁而来,功善益气活血、利水消肿,其可抑制心肌组织线粒体分裂蛋白Fis1、Mff表达,抑制内外膜收缩,减少线粒体分裂,维持线粒体结构和功能的稳定,从而调节能量代谢^[27]。另有研究表明,益气活血利水方可降低活性氧(ROS)水平,增加线粒体数目,提高呼吸链酶复合物活性,影响线粒体膜电位,进而增加ATP产量^[28];强心安神方可能通过使细胞色素C氧化酶活性保持正常,以恢复心肌细胞线粒体功能,保护损伤的心肌细胞^[29];暖心康能够通过抑制线粒体分裂蛋白Drp1的表达而抑制线粒体过度分裂,减少线粒体活性氧(mtROS)的产生,增加细胞应激状态下线粒体有氧氧化,改善线粒体能量代谢,发挥改善心功能的作用^[30];苓桂术甘汤可通过激活SIRT1/AMPK/PGC-1 α 通路,抵抗心肌梗死后慢性心衰心肌细胞氧化应激状态,保护线粒体的结构和功能^[31]。

具有补益元气功效的人参发挥作用的主要活性成分为人参皂苷,研究^[32]表明人参皂苷Rb1通过AMPK途径实现对心脏高能磷酸盐水平、线粒体三羧酸循环的调节。线粒体存在膜电位(MMP)是维持线粒体功能不可或缺的因素,MMP的降低可作为线粒体功能障碍的标志^[33]。有研究^[34]发现,人参皂苷Re能够使MMP、烟酰胺腺嘌呤二核苷酸(NAD⁺)/还原型辅酶I(NADH)比值升高,提示

人参皂苷 Re 能够通过稳定 MMP、调节 NAD^+/NADH 氧化还原状态的平衡以维持线粒体功能、提高线粒体产能效率。另有研究发现,红参多糖能使 SIRT1 和 PGC1 α 蛋白水平与基因表达升高,且复合体 IV、柠檬酸合酶 (CS) 和顺乌头酸酶 (ACO) 的水平也呈现升高趋势,提示红参多糖可能是通过影响 SIRT1/PGC1 α 信号通路影响线粒体能量代谢过程^[35];黄连中活性成分黄连素可通过抑制细胞外信号调节蛋白激酶 (ERK) /丝裂原活化蛋白激酶 (MAPK) 信号通路,使 PGC-1 α 蛋白表达上调,进而调节线粒体结构和功能,使心肌能量代谢发生改变^[36];灵芝多糖可能通过抑制 p38 丝裂原活化蛋白激酶 (p38MAPK) 信号通路,降低 p-p38 蛋白表达水平,降低 Na^+/K^+ -ATP 酶、 Ca^{2+} -ATP 酶表达水平,改善心肌细胞能量代谢^[37]。

2.1.3 改善线粒体能量转运 中药复方健心颗粒、参草通脉颗粒可通过改善线粒体能量转运来干预心衰能量代谢重构。健心颗粒具有益气温阳、活血利水功效,研究^[38]表明其可通过激活 PPAR α /PGC-1 α 通路,增加 300 KDA 腺病毒 E1A 结合蛋白 (P300) 和下游脂肪酸合成的关键酶中链酰基辅酶 A 脱氢酶 (MCAD) 的表达,诱导脂肪酸转运蛋白合成,促进脂肪酸氧化代谢,增加腺苷酸转运体活性,提高线粒体能量代谢,发挥保护心肌组织的作用。参草通脉颗粒是由黄芪、人参、益母草、葶苈子、三七、丹参等组成的中成药,其对葡萄糖转运蛋白 4 (GLUT4) 的表达具有明显的改善作用,使用该药干预心力衰竭大鼠 4 周后测得 GLUT4 蛋白水平显著提高,说明参草通脉颗粒通过提高心肌组织葡萄糖的摄取、利用,把充足的底物输送至线粒体进行氧化磷酸化生成 ATP,促进心肌细胞产能来改善能量代谢异常^[39]。

综上所述,中药改善能量代谢重构主要通过激活 SIRT1/AMPK/PGC-1 α 通路、提高 AMPK 及 PGC- α 表达发挥作用,可加强脂肪酸 β -氧化、抑制葡萄糖代谢,调节三羧酸循环、提高线粒体产能效率等。

2.2 临床研究现状

一项研究^[40]在常规抗心衰方案基础上联合燧心胶囊治疗慢性心衰患者,结果显示患者心功能指标得到明显改善,能量代谢指标包括血清游离脂肪酸、左室收缩末圆周室壁应力 (cESS)、心肌能量消耗 (MEE) 水平均较治疗前降低,且降低效果优于对照组。一项研究^[41]采用常规治疗联合中成药丹参川芎嗪注射液治疗慢性心衰血瘀证患者,发现能够明显改善口唇发绀、胸闷、心悸等临床症状,

降低 MEE 水平,提示丹参川芎嗪注射液的作用机制与减轻心肌能量消耗有关。对老年慢性心衰阳虚血瘀证患者进行随机对照试验^[42]发现,心宝丸不仅能够缓解患者临床症状,还可降低氨基末端脑钠肽前体 (NT-proBNP)、心肌营养素 1 (CT-1) 水平,改善舒张早期与末期二尖瓣血流峰值速度比值、左室射血分数等心脏超声相关指标,降低 MEE 水平,提高运动耐力、改善生活质量。双参益心汤治疗射血分数保留心衰气虚血瘀证患者的临床研究^[43]发现,该方可改善心衰症状和中医证候、延长 6 min 步行试验 (6MWT) 的步行距离、降低 NT-proBNP 水平、提高堪萨斯城心肌病患者生存质量量表 (KCCQ) 积分,降低 MEE 水平,恢复心功能。加味升陷汤治疗气虚型慢性心衰患者的研究^[44]表明,该方可改善患者中医临床证候和生活质量,降低 MEE 及血清游离脂肪酸水平,安全有效。另有研究表明,暖心胶囊可降低射血分数保留的心衰患者的 cESS 及 MEE,改善左室扩张,降低 NT-proBNP 水平,升高左室射血分数,恢复心功能,且长期服用可增加临床效益^[45];参芪益心方可降低慢性心衰患者的 MEE 和血清游离脂肪酸水平,恢复衰竭心脏的心功能^[46];参桂胶囊能够缓解冠心病慢性心衰阳虚血瘀证患者的临床症状,改善射血分数、舒张早期与末期二尖瓣血流峰值速度比值等心脏超声相关指标,降低 NT-proBNP 和 MEE 水平,改善心功能^[47]。目前对于中药调控能量代谢重构机制的临床研究较少,且存在一定的局限性,如部分临床研究的证据等级较低。

3 总结与展望

本文系统梳理了中药干预心衰能量代谢重构的研究现状,认为心衰存在心气虚衰的病机,“气”与“能量”具有相似性,能量代谢障碍与心气虚衰具有共通之处。中药干预能够提高心肌细胞代谢灵活性,改善能量代谢重构,将代谢状态转向稳定于病情控制的稳态平衡,或可为中药防治心衰机制的研究提供参考方向。

中药单体通常是指从中药中提取出来的具有药理活性的单一化合物,是连接传统中医药与现代医药的桥梁。中药有效单体成分研究是中药开发与应用的关键一环,能为中药有效成分的筛选、配伍比例的设定及优化、复方作用机制的探索提供依据。因此,本文总结了中药复方及中药单体调控能量代谢的研究现状,发现中药发挥作用的机制较为复杂,涉及的相关机制有激活 SIRT1/AMPK/PGC-1 α

通路、抑制 ERK/MAPK 信号通路、激活 NRG-1/ ErbB4 通路、激活 PPAR α 等。同时临床研究证实了 燧心胶囊、丹参川芎嗪注射液、双参益心汤、心宝丸、暖心胶囊、参芪益心方、参桂胶囊等可通过改善心肌能量代谢重构障碍治疗心衰。目前研究中能改善心肌能量代谢障碍的单体主要为益气类中药, 该类中药能有效调节脂质及糖代谢, 且该类中药大多含有多糖类成分, 如黄芪多糖、人参皂苷等, 进入体内可代谢为单糖作为代谢底物, 可能发挥保护心脏的作用。多糖类药物多具有补益性, 故未来在药物研发与选择方面可增加含有多糖类成分的中药, 使其更好地发挥补气温阳的功效, 帮助治疗心气(阳)虚证类疾病。上述研究结果以期于心衰治疗提供指导, 为将来能量代谢相关药物的深入研究、新药的研发提供参考。

近年来, 许多基础研究已取得部分成果, 但仍存在不足之处: 中药确切的作用靶点和信号通道不够明确, 信号通路之间的关联分析不足, 未能对心肌能量代谢重构机制进行全面展开研究; 总体研究数量少, 证据可靠性稍弱; 心衰病机复杂, 证候多样, 靶向干预能量代谢重构研究有待增加。未来可增加中药单体方面的研究, 并借助转录组学、蛋白质组学、代谢组学等多组学的系统生物学方法, 从多靶点、多途径、多环节探究中药干预心衰能量代谢重构的作用机制。此外, 中药改善能量代谢以治疗心衰的相关研究尚以动物实验研究居多, 缺乏大规模临床研究, 若能在探究中药改善能量代谢机制的同时进行更多大样本、证据链充足的临床研究, 则有利于了解药物的疗效和推广利用中药, 也有助于发掘更多具有改善心肌能量代谢的单味中药或方剂。在临床研究中, 有研究^[40]测定了 2 个及以上能量代谢相关指标, 而大部分实验只测定了 MEE, 具有一定的局限性, 未来可增加相关指标, 完善心肌能量代谢重构调控网络以增强更加科学的证据。

参考文献

- [1]《中国心血管健康与疾病报告 2023》编写组.《中国心血管健康与疾病报告 2023》要点解读[J]. 中国心血管杂志, 2024, 29(4): 305-324.
- [2]VAN BILSEN M, SMEETS PJ, GILDE AJ, et al. Metabolic remodelling of the failing heart: the cardiac burn-out syndrome?[J]. Cardiovasc Res, 2004, 61(2): 218-226.
- [3]陈游洲, 袁建松, 乔树宾. 心力衰竭中能量代谢重构研究进展[J]. 中国循环杂志, 2014, 29(4): 306-308.
- [4]BERTERO E, MAACK C. Metabolic remodelling in heart failure[J]. Nat Rev Cardiol, 2018, 15(8): 457-470.
- [5]成文堃, 赵明镜, 王蕾, 等. 心力衰竭底物代谢重构模式及其机制的研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2020, 26(5): 210-219.
- [6]CLUNTUN AA, BADOLIA R, LETTLOVA S, et al. The pyruvate-lactate axis modulates cardiac hypertrophy and heart failure [J]. Cell Metab, 2021, 33(3): 629-648, e10.
- [7]OKA SI, SABRY AD, CAWLEY KM, et al. Multiple levels of PGC-1 α dysregulation in heart failure [J]. Front Cardiovasc Med, 2020, 7: 2. doi: 10.3389/fcvm.2020.00002.
- [8]NEUBAUER S. The failing heart: an engine out of fuel [J]. N Engl J Med, 2007, 356(11): 1140-1151.
- [9]NEUBAUER S, HORN M, CRAMER M, et al. Myocardial phosphocreatine-to-ATP ratio is a predictor of mortality in patients with dilated cardiomyopathy [J]. Circulation, 1997, 96(7): 2190-2196.
- [10]任凤梧, 张皓. 中医治疗慢性心衰的研究进展[J]. 黑龙江中医药, 2024, 53(4): 363-366.
- [11]李洪雷. 参附注射液治疗心力衰竭研究进展[J]. 中国中医急症, 2013, 22(2): 276-277.
- [12]李静, 钟森杰, 匡慧芳, 等. 基于“虚气留滞”理论探析心肌能量底物代谢重构的病机与中药干预研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2023, 29(17): 195-202.
- [13]花赵焱, 张媛, 金艳蓉, 等. 中医药治疗心肌能量代谢障碍研究进展[J]. 云南中医中药杂志, 2023, 44(9): 93-97.
- [14]李宇轩, 汪吴娇, 李鹏, 等. 基于线粒体功能探讨从“玄府-络脉-脏腑”论治心力衰竭[J]. 中医杂志, 2024, 65(13): 1346-1352.
- [15]郭宋丹, 郑嫻. 补中益气汤组方单体对心力衰竭影响机制的研究进展[J]. 辽宁中医药大学学报, 2024, 26(1): 165-171.
- [16]MORROW DA, GIVERTZ MM. Modulation of myocardial energetics: emerging evidence for a therapeutic target in cardiovascular disease [J]. Circulation, 2005, 112(21): 3218-3221.
- [17]周凡, 方伟, 祝光礼. 参附强心合剂对心衰大鼠心肌能量代谢 AMPK-PGC-1 α 通路的影响[J]. 浙江中西医结合杂志, 2018, 28(10): 834-837.
- [18]袁思成, 芮庆林. 破格救心汤临床研究进展[J]. 中国中医急症, 2020, 29(4): 739-742.
- [19]王月峰, 张翠利, 张天栋, 等. 破格救心汤加减对心力衰竭模型大鼠心肌能量代谢的干预作用及机制研究[J]. 中国中医基础医学杂志, 2021, 27(5): 745-748.
- [20]成文堃. 心梗后心衰心肌能量代谢区域性重构机制及芪苈强心胶囊的干预作用[D]. 北京: 北京中医药大学, 2020.
- [21]YANG C, PAN Q, JI K, et al. Review on the protective mechanism of astragaloside IV against cardiovascular diseases [J]. Front Pharmacol, 2023, 14: 1187910. doi:

10. 3389/fphar. 2023. 1187910.
- [22] DONG Z, ZHAO P, XU M, et al. Astragaloside IV alleviates heart failure via activating PPAR α to switch glycolysis to fatty acid β -oxidation[J]. Sci Rep, 2017, 7(1): 2691.
- [23] 刘莉莉, 王国良. 黄芪多糖对慢性心力衰竭大鼠心肌细胞能量代谢的影响[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2022, 20(3): 420-426.
- [24] 王峥峥, 黄念, 牛洁, 等. 红芪对心肌梗死后心力衰竭大鼠心功能及能量代谢重构的影响[J]. 中医杂志, 2023, 64(5): 518-522.
- [25] 牟菲. 苏合香对心力衰竭大鼠心功能的保护作用及其机制研究[D]. 西安: 中国人民解放军空军军医大学, 2023.
- [26] 程彬, 胡志希, 李琳, 等. 基于能量代谢探讨参麦注射液对高血压心衰的干预机制[J]. 湖南中医药大学学报, 2021, 41(8): 1172-1177.
- [27] 刘承鑫, 魏佳明, 王子焱, 等. 益心泰对慢性心力衰竭大鼠线粒体分裂蛋白 Fis1、Mif 的影响[J]. 中国实验方剂学杂志, 2024, 30(4): 143-151.
- [28] 陈梓欣. 益气活血利水法对慢性心力衰竭能量代谢重构的作用及机制研究[D]. 广州: 广州中医药大学, 2019.
- [29] 李茹, 颜旭, 吴玉华, 等. 强心安神方对阿霉素致大鼠心肌损伤模型心肌细胞能量代谢的影响[J]. 湖南中医杂志, 2019, 35(12): 106-108.
- [30] 江佳林, 董鑫, 林祉均, 等. 暖心康抑制线粒体分裂对心肌缺血再灌注小鼠的保护作用[J]. 中药新药与临床药理, 2023, 34(8): 1069-1074.
- [31] 余思仪. 苓桂术甘汤通过干预线粒体改善心肌梗死后慢性心衰大鼠心功能[D]. 十堰: 湖北医药学院, 2022.
- [32] 葛倩文. 人参皂苷 Rb1 对心力衰竭大鼠线粒体能量代谢的作用及机制研究[D]. 沈阳: 辽宁中医药大学, 2020.
- [33] LIU S, LIU S, HE B, et al. OXPHOS deficiency activates global adaptation pathways to maintain mitochondrial membrane potential [J]. EMBO Rep, 2021, 22(4): e51606.
- [34] 王茹. 人参皂苷 Re 对缺血缺氧损伤心肌线粒体质量控制的优化及机制研究[D]. 北京: 中国中医科学院, 2022.
- [35] 马旭阁, 赵书才, 李世勋. 红参多糖对冠心病小鼠心肌纤维化的改善及对线粒体能量代谢的影响[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2023, 15(6): 740-744, 748.
- [36] 朱栋栋, 王呈呈. 基于 MAPK 信号通路观察黄连素对心肌梗死后心力衰竭大鼠心肌能量代谢的作用[J]. 中国老年学杂志, 2023, 43(23): 5861-5866.
- [37] 朱娇玉, 姚乐, 赵浩, 等. 灵芝多糖对心力衰竭大鼠心肌能量代谢和心肌纤维化的影响[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2022, 20(7): 1217-1221.
- [38] 陈隽, 黄飞翔, 王永, 等. 健心颗粒对慢性心力衰竭气虚血瘀证模型大鼠心肌能量代谢及 PPAR α /PGC-1 α 通路的影响[J]. 中医杂志, 2023, 64(4): 393-400.
- [39] 刘悦. 参草通脉颗粒干预慢性心力衰竭大鼠效应机制的实验研究[D]. 沈阳: 辽宁中医药大学, 2018.
- [40] 李佳卓, 张鸿婷, 邹国良, 等. 燧心胶囊治疗慢性心力衰竭临床疗效及对患者心肌能量代谢、心脏功能的影响[J]. 世界中西医结合杂志, 2022, 17(4): 806-810.
- [41] 隋艳波, 孙碧鸿, 张丹丹, 等. 丹参川芎嗪注射液治疗慢性心力衰竭血瘀证患者的临床研究[J]. 中国中医急症, 2020, 29(5): 806-809.
- [42] 何军, 张宏. 心宝丸对阳虚血瘀证老年慢性心力衰竭患者的临床疗效[J]. 中成药, 2024, 46(6): 2121-2124.
- [43] 张瑶. 双参益心汤治疗射血分数保留心力衰竭(气虚血瘀证)临床疗效观察[D]. 哈尔滨: 黑龙江中医药大学, 2023.
- [44] 向阳. 加味升陷汤通过调控心肌能量代谢治疗气虚型慢性心衰的临床研究[D]. 昆明: 云南中医药大学, 2022.
- [45] 娄田田. 暖心胶囊对射血分数保留的心力衰竭患者能量代谢的作用研究[D]. 广州: 广州中医药大学, 2021.
- [46] 吴繁, 刘莉, 韩宇博, 等. 参芪益心方对慢性心力衰竭患者心肌能量代谢的影响[J]. 海南医学院学报, 2021, 27(6): 416-420.
- [47] 庄锐. 参桂胶囊治疗冠心病慢性心力衰竭阳虚血瘀证患者临床疗效研究[D]. 北京: 北京中医药大学, 2019.

Overview of Studies on the Intervention of Chinese Medicinals in Energy Metabolism Reconstruction in Heart Failure

NING Xinyue, LI Wenxiao, ZHAO Zhenyu, GUO Yang, ZHOU Panpan, ZHAO Ludan, LI Lin

Hunan University of Chinese Medicine, Changsha, 410208

ABSTRACT Energy metabolism reconstruction is the new target of the treatment of heart failure. By combing the researches of Chinese medicinals for energy metabolism reconstruction of heart failure, it was found that Chinese medicinal compound formula and single Chinese medicinal have a certain role in regulating energy metabolism, mainly through three aspects, including the optimization of substrate utilization, improvement of mitochondrial structure, function, and homeostasis, and improvement of mitochondrial energy transport, so as to make the energy metabolism of the cardiomyocyte adjusted in the direction of beneficial to the organism, increasing the supply of energy, and improving the cardiac function.

Keywords heart failure; energy metabolism reconstruction; Chinese medicinal compound formula; single Chinese medicinal; mitochondria

(收稿日期: 2024-05-13; 修回日期: 2024-09-06)

[编辑: 姜冰]