

引用:王红丹,杨楠,毕珺辉,马育轩,修俭.基于离子通道机制探究中药活性成分干预心律失常的研究进展[J].中医药导报,2025,31(10):97-101.

基于离子通道机制探究中药活性成分干预心律失常的研究进展^{*}

王红丹¹,杨楠¹,毕珺辉¹,马育轩¹,修俭²

(1.黑龙江中医药大学,黑龙江 哈尔滨 150040;2.肇庆市第一人民医院,广东 肇庆 526000)

[摘要] 系统综述中药活性成分基于离子通道机制干预心律失常的研究进展,重点探讨钠、钾、钙、氯离子通道的功能异常与心律失常的关系,并阐明中药活性成分(如葛根素、人参皂苷、苦参碱等)通过特异性调节这些离子通道发挥治疗作用的分子机制。结合中医理论,提出“气血阴阳失调”“痰瘀互结”等病机与离子通道异常的关联性,揭示中药“辨证论治”与微观靶点调控的结合潜力。未来研究应进一步明确中药活性成分的作用靶点,并探索中西医结合精准治疗策略,为抗心律失常药物的研发提供新思路。

[关键词] 心律失常;钠离子通道;钾离子通道;钙离子通道;氯离子通道;中药活性成分;综述

[中图分类号] R256.21 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-951X(2025)10-0097-05

DOI:10.13862/j.cn43-1446/r.2025.10.017

Research Progress on the Intervention of Active Ingredients of Traditional Chinese Medicine in Arrhythmia Based on Ion Channel Mechanisms

WANG Hongdan¹, YANG Nan¹, BI Junhui¹, MA Yuxuan¹, XIU Jian²

(1. Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang 150040, China;

2. First People's Hospital of Zhaoqing City, Zhaoqing Guangdong 526000, China)

[Abstract] This article systematically reviews the research progress on the intervention of active ingredients of Traditional Chinese Medicine(TCM) in arrhythmia based on ion channel mechanisms. It focuses on the relationship between dysfunction of sodium, potassium, calcium, and chloride ion channels and arrhythmia, and elucidates the molecular mechanisms by which TCM active ingredients (such as puerarin, ginsenosides, matrine, etc.) exert therapeutic effects through specific regulation of these ion channels. Integrating TCM theory, it proposes the potential correlation between pathogenesis patterns like "imbalance of Qi, Blood, Yin, and Yang" or "intermingled Phlegm and Blood Stasis" and ion channel abnormalities, revealing the combinatory potential of TCM "syndrome differentiation and treatment" with microscopic target regulation. Future research should further clarify the targets of TCM active ingredients and explore precision treatment strategies integrating Chinese and Western medicine, providing new insights for the development of anti-arrhythmic drugs.

[Keywords] arrhythmia; sodium ion channel; potassium ion channel; calcium ion channel; chloride ion channel; active ingredients of traditional Chinese medicine; review

心律失常为心血管常见病、多发病,其表现为心脏跳动的频率或节律出现异常。目前,心律失常的治疗手段多为药物治疗和手术治疗。而西药服后具有一定的副作用,手术治疗存在一定的失败率和复发率。多项研究发现单味中药活性成分或中药复方可有效治疗心律失常,可通过对多途径、多靶

点、多离子通道发挥治疗作用,且具有良好的疗效。其中,离子通道功能异常是导致心律失常发生的重要原因,某些中药活性成分可特异性结合离子通道蛋白,调节离子通道的开放与关闭,从而调节离子通道电流,进而发挥抗心律失常的作用。本文将近年来中药活性成分干预离子通道的相关文献

*基金项目:黑龙江省博士后科研启动金资助项目(LBH-Q20181);广东省中医药局科研项目(20212280);广东省医学科学技术研究基金项目(B2021284);肇庆市第一人民医院院级科研基金项目(YJJ-2020-02-04);黑龙江省中医药管理局科研项目(GY2022-03);第七批全国老中医药专家学术经验继承项目(202276)

通信作者:毕珺辉,女,副教授,研究方向为方剂配伍规律及疗效客观化

进行归纳梳理,以期为中药治疗心律失常的研究提供一定的参考。

1 心律失常的中医学认识

心律失常是心脏电传导系统异常所引起的心跳不规律。在中医学中,心律失常属于“心悸”的范畴。《黄帝内经》中描述心悸为“乳之下,其动应衣,宗气泄也”“惊则心无所倚”。张仲景在《伤寒杂病论》中将心悸定义为“动则为惊,弱则为悸”,患者可见心跳不宁、心慌、多汗、乏力及气短等表现。析其病因,朱丹溪归其为痰可致悸,叶天士认为正虚为本,痰饮为标,王清任补充瘀为悸的病理因素^[1]。综历代医家所述,可将心悸的病机总结为气血阴阳亏虚,痰饮水湿闭阻。

邵泽祥等^[2]认为快速心律失常的病因病机是虚实夹杂,可由气滞血瘀、痰凝等闭阻心脉导致。尉中民认为缓慢性心律失常的临床表现和发病机制与《伤寒论》少阴病篇中“少阴寒化证”相似,故而缓慢性心律失常的病因病机可从寒、虚、瘀立论^[3],根据其临床经验凝练出郁悸、痰悸、饮悸、火悸、瘀悸、寒悸和虚悸7种中医证型。外感六淫、情志内伤也可导致心律失常^[4],人体感受风、寒、暑、湿、燥、火6种邪气,可因治病失机,导致邪气入里,阻闭心脉,耗伤气血阴阳而致心失所养,即可发生心悸。

2 中医药治疗心律失常的临床研究

多项研究证明,中药可能通过改善窦房结功能、调节心肌电传导及抑制离子通道等相关机制,降低心律失常患者的发作频次,改善患者的发病症状。范新发自拟炙草复脉汤治疗心律失常,其中苦参的有效成分苦参总黄酮和甘松的主要成分甘松酮均对钠离子电流有明显的抑制作用,可发挥抗心律失常的作用^[5]。李飞泽将心悸分为心搏有余、心搏不足、心搏平数三类病症。心搏有余其因为水火不济、心阴不足,故可参照天王补心丹和黄连甘草汤治疗;心搏不足其因为阴阳失调、心阴偏盛,故可参照苓桂术甘汤、桂枝甘草龙骨牡蛎汤治疗;心搏平数则因其气血失调,故可参照逍遥丸和血府逐瘀汤进行治疗^[6]。赵岩^[7]选取80例心脾两虚心律失常患者进行临床观察,对照组采用西药美托洛尔治疗,研究组于对照组基础上加以归脾汤治疗,结果发现研究组治疗总有效率高于对照组($P<0.05$),说明归脾汤治疗心脾两虚心律失常患者具有较好的疗效。廖辉^[8]选取120例心律失常患者,随机分为对照组和试验组,对照组采用美托洛尔治疗,试验组于对照组基础上加定心汤治疗,干预后对比心脏各项指标发现,试验组优于对照组($P<0.05$),说明定心汤联合西药对心律失常具有较好的治疗效果。张琼等^[9]将74例心律失常患者随机分为对照组与观察组,对照组以常规药物联合黛力新治疗,观察组以常规药物联合桂枝龙骨牡蛎汤治疗,结果发现观察组总有效率高于对照组($P<0.05$),说明桂枝龙骨牡蛎汤治疗心律失常效果确切。代云贺等^[10]认为生脉散中部分活性成分可通过离子通道结合、ATP结合及酶结合等调节离子通道,调节心率及心脏传导,继而发挥抗心律失常作用。综上可知,中药治疗心律失常疗效确切,故进一步探究中药活性成分治疗心律失常的作用机制显得尤为必要。

3 干预心律失常的离子通道机制

心脏离子通道是心肌细胞膜上的微小孔道,负责调控离子的进出,维持正常的心脏电生理活动。其主要包括:钠、钾、钙和氯离子通道。当离子通道异常时,会导致心肌细胞的电活动紊乱,从而引发心律失常。因此,探讨中药干预离子通道的作用机制是研究抗心律失常的关键因素。

3.1 钠离子通道 钠离子通道病是一类与钠离子通道功能障碍相关的疾病。经研究发现许多不明原因的致死性心律失常均与编码心脏的钠离子通道的基因突变有关。心脏电压门控钠离子通道是一个大的跨膜蛋白,由1个孔性的α亚基NaV1.5蛋白和2个非孔性的β亚基组成,钠离子通道在心脏动作电位的形成和兴奋传导中起着重要的作用^[11]。作为新钠离子通道调节蛋白的成纤维细胞生长因子同源因子1(FHF1),可与心脏钠离子通道的C末端结合,调节钠离子电流(INa),从而影响心肌细胞的动作电位,导致心律失常的发生和发展^[12]。作为心脏主要的钠离子通道蛋白NaV1.5是由SCN5A基因编码而成,SCN5A基因突变后可引起NaV1.5通道蛋白功能的异常。临幊上一些遗传性致死性心律失常的发生,特别是心脏离子通道疾病都与SCN5A基因突变有关^[13]。熊洪波^[14]实验发现,Ran-GTP结合蛋白质MOG1可通过氨基酸残基D24、E36、D44、E53、E101与NaV1.5的氨基酸残基F530、F532、R533、R534相互作用,从而增大NaV1.5膜蛋白表达和钠电流密度,达到调控NaV1.5蛋白的目的。王博群^[15]研究发现,外周压力负荷型心衰可导致NLRP3炎症小体的表达增加,引起其下游的半胱氨酸蛋白酶-1(Caspase-1)、转化生长因子β(transforming growth factor-β,TGF-β)、白细胞介素-β(interleukin,IL-β)、接头蛋白(ASC)表达增加,并能导致心肌细胞NaV1.5通道减少。因此可通过减少NLRP3炎症小体的表达,使NaV1.5通道蛋白表达回升,达到降低压力负荷型心衰室性心律失常发病率的目的。

3.2 钾离子通道 在心脏离子通道中,钾离子通道最具复杂性和多样性,且在治疗心律失常疾病中发挥着重要的作用。钾离子通道电流主要包括:瞬时外向电流(Ito)、延迟整流钾电流(IK)、内向整流钾电流(IK1)、乙酰胆碱敏感的钾电流(IkACh)以及ATP敏感的钾通道电流(IkATP)等^[16-17]。在心脏中,钾离子通道的主要作用为参与心肌细胞背景钾离子电流的形成以及调节细胞兴奋性的TREK通道(TWIK相关的双孔钾离子通道),包括TREK-1、TREK-2和TRAAK通道。在病理情况下,TREK通道的失调可能与心律失常的发生关系密切。其中TREK-1通道在心脏中表达较高,参与心脏的机械电反馈。TREK-1通道及其相互作用蛋白的基因缺失或突变,可引起通道性质的变化以及TREK-1电流强度的改变,从而导致心律失常的发生^[18]。其中包括长QT综合征(LQTS),不同的离子通道蛋白基因的改变则会引起不同分型的LQTS。钾离子通道与LQTS延迟整流K⁺电流(IK)在心肌细胞的动作电位复极化中起着至关重要的作用^[19]。心脏复极化钾电流主要是Ito、超快速延迟整流钾电流(IKur)、IK。研究^[20]表明,肥胖易患心律失常,而Ito、IKur等钾电流在肥胖性心律失常的发病中发挥着重要作用。肥胖可能通过调节相应分子信号的转导通路,影响钾离子通道的翻译和转录,以及通道动力学的特性,从而

引起钾离子电流密度的改变,进而引发心律失常。

3.3 钙离子通道 细胞膜表面的钙离子通道是保持心肌细胞正常节律和频率的关键因素,钙离子通道是细胞膜表面重要的第二信使,可参与细胞膜表面的多种信号传导途径^[21]。电压门控钙离子通道可调节心脏的兴奋性和收缩性,在心血管疾病中起着重要作用^[22]。心肌细胞膜上主要有2种电压门控钙离子通道,分别是L型钙离子通道(LTCC)和T型钙离子通道(TTCC)^[23]。T型钙离子通道可参与心脏的起搏活动,在某些心脏疾病中,T型钙离子通道可阻断钙离子从细胞外向细胞内过多内流,参与细胞内钙离子的调控,达到减少细胞内钙离子的目的,从而减少心律失常的发生。T型钙离子通道包括3个不同的 $\alpha 1$ 亚基基因,分别是Cav3.1($\alpha 1G$)、Cav3.2($\alpha 1H$)和Cav3.3($\alpha 1I$)3种亚型,其中心肌中表达的是Cav3.1($\alpha 1G$)和Cav3.2($\alpha 1H$)两种亚型^[24]。L型钙离子通道(Cav1.2)可参与心肌动作电位的产生,其功能异常可引起电生理特性的改变,导致钙离子通道病,进而引发长QT综合征、短QT综合征等心律失常疾病。陈弘^[25]研究发现,Cav1.2可被O-GlcNAc修饰,其修饰水平的急性升高在多种心血管疾病中可起到保护作用。蔡青青等^[26]研究发现,心肌缺血再灌注后,L型钙电流明显增高,替格瑞洛可使增高的L型钙电流下调,逆转电重构。其作用途径为:(1)通过钙拮抗作用,提高室颤阈,进而增加细胞膜的稳定性;(2)通过非抗血小板的作用,引起循环血液中腺苷浓度的增加,其浓度的增加可以对再灌注损伤起到保护作用。

3.4 氯离子通道 氯离子通道是细胞膜上广泛存在的一类阴离子通道,其主要运输和发挥生物作用的离子为氯离子,其携带的电流有内向整流Cl⁻电流、容积感受性外向整流Cl⁻电流和细胞内钙激活Cl⁻电流,皆在生成和调节心脏起搏活动中发挥重要作用,同时还与起搏活动异常等类型的心律失常有关^[27]。氯离子通道主要包括囊性纤维变性跨膜电导调节体(CFTR)氯通道、钙激活氯通道、容积调节性氯通道和电压依赖性氯通道等^[28-29]。CFTR是重要的氯离子通道,在心肌缺血和心律失常等疾病中发挥重要作用。其中通过CFTR氯通道的氯离子电流是主要的阴离子电流,若心肌缺血缺氧、心肌细胞肿胀时,由蛋白激酶A调节的氯离子电流发挥作用,氯离子内流引发动作电位的时程缩短,可引发心律失常^[30]。在心肌细胞内,钙瞬时释放可激活钙激活氯通道(CaCC),钙激活的氯离子通道是一类阴离子跨膜离子通道,其主要负责Cl⁻和其他阴离子在生物膜上的移动,并在不同组织中广泛表达^[31]。肥厚心肌细胞内钙激活氯通道电流的开放以及快速增加可增加恶性室性心律失常发生的概率。低渗条件下可激活容积调节性氯通道,该通道激活产生的外向整流电流可缩短动作电位时程,促进折返性心律失常的发展。电压依赖性氯通道又称CLC家族氯通道,存在于原核生物和真核生物中,该家族包括阴离子通道和阴离子/质子反转运蛋白^[32]。研究^[33]发现CLC-2通道的通透性增加,可能为细胞容积变化状态下的电生理变化所致的心律失常发生的重要原因。

4 离子通道异常与中医的关联

心律失常的发生与心肌细胞膜上的钠、钾和钙等离子通

道功能异常密切相关,而中医则从“气血阴阳”“脏腑功能”等宏观角度解释和治疗心悸、怔忡等病症。在中医理论中并无“离子通道”的概念,但二者在病理机制和调节方式上存在一定的对应关系。如钠离子通道异常导致的心律失常临床常用稳心颗粒和安律胶囊^[34]治疗,其对应的中医辨证为心脉瘀阻和痰瘀互结。钾离子通道异常导致的心律失常临床可用中成药快律宁^[35]治疗,其对应的中医辨证为气阴两虚。研究^[36]证明乌腺金丝桃可抑制L型钙离子通道,起到抗心律失常的作用。乌腺金丝桃的核心辨证可归为心肝郁热证,对应清热泻火的功效。

5 中药活性成分干预离子通道的作用机制

某些中药活性成分可与细胞膜上的离子通道结合,改变其结构,进而调节其离子电流进出速率。其作用机制主要是调节离子通道的活性,影响心肌细胞的电生理过程,从而达到抗心律失常的目的。其主要有:调节钠离子通道,促进钠离子内流;促进钾离子通道开放,加速钾离子外流;抑制钙离子通道活性,减少钙离子内流等形式。

5.1 活血类中药活性成分对钠离子通道的作用机制 干预钠离子通道的中药活性成分主要提取于功效偏于活血类的药物,通过与钠离子通道结合,调节钠离子通道的开放与关闭,从而调节细胞内外钠离子的流动,进而影响细胞的生理功能。临幊上根据其作用机制将抗心律失常药物通常分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ四类,其中Ⅰ类药物的作用机制是阻滞钠离子通道,延长动作电位时程。研究发现,诸多中药活性成分或中药复方具有与Ⅰ类药物相同的作用效果^[37]。钱薇等^[38]研究发现,甘松新酮对SD大鼠心室肌细胞钠离子通道电流具有明显的抑制作用,且当甘松新酮的浓度为3 μmol/L时的抑制作用最为明显,进而可起到抗心律失常的作用。有学者^[37-39]认为,葛根素、橙皮素、丹参酮ⅡA、川芎嗪、山莨菪碱、金雀花碱和蛇床子素等可浓度依赖性抑制钠离子电流达到抗心律失常的目的(见表1)。中药具有多靶点、多层次和多通路的作用,某些中药活性成分不但能调节钠离子通道,还能调节钾、钙等多离子通道,因此其具体作用机制还需深入研究。

表1 作用于钠离子通道的中药活性成分

中药活性成分	药理作用	作用于钠离子通道的机制
葛根素	改善心血管系统	INa↓
橙皮素	调节血脂;心血管保护作用	INa↓
丹参酮ⅡA	改善心血管功能;调节血脂	INa↓
川芎嗪	扩张血管;抗凝	INa↓
山莨菪碱	扩血管	INa↓
金雀花碱	抗心律失常	INa↓
蛇床子素	抗心律失常;扩张支气管	INa↓

注:“↓”表示下调或者抑制。

5.2 补益类中药活性成分对钾离子通道的作用机制 干预钾离子通道的中药活性成分主要提取自功效偏于补益类的中药,该类药物在调节细胞兴奋性、维持细胞膜电位稳定和影响多种生理病理过程中都发挥着重要作用。此类中药活性成分可通过特定的方式与钾离子通道相互作用,调节钾离子的跨膜运动,从而影响细胞的电生理特性。在病理状态下,钾

离子通道的变化会影响动作电位时程(APD),是抗心律失常的重要结合位点。王慈等^[40]检索研究发现人参皂苷Rb1可作用于瞬时外向钾通道(K_{to}),对瞬时外向钾电流(I_{to})具有抑制作用;人参皂苷Re可抑制内向整流钾电流(I_{Kr});槐果碱可抑制HEK293细胞中的HERG电流及其尾电流(I_{tail}),加快通道失活与失活后恢复速度以治疗快速性心律失常;三甲基芹菜素很可能直接作用于钾离子孔道来达到抗心律失常的目的。于影等^[41]通过实验研究发现,黄芪总黄酮可抑制豚鼠的心室肌细胞延迟整流钾电流(I_K)和内向整流钾电流(I_{K1})达到抗心律失常的作用。王志勇等^[42]研究发现,槲寄生黄酮苷可抑制大鼠心室肌细胞内向整流钾电流(I_{K1})和瞬时外向钾电流(I_{to})达到抗心律失常的作用(见表2)。中药活性成分与钾离子通道之间的作用机制仍是一个复杂且需要深入研究的问题。

表2 作用于钾离子通道的中药活性成分

中药活性成分	药理作用	作用于钾离子通道的机制
人参皂苷Rb1	调节心律失常;增强免疫力	$K_{\text{to}} \ I_{\text{to}} \downarrow$
人参皂苷Re	增强免疫力	$I_{\text{Kr}} \downarrow$
槐果碱	免疫调节;保护心血管	$I_{\text{tail}} \downarrow$
三甲基芹菜素	抑制癌细胞增殖;阻断心脏钾离子通道	钾离子孔道
黄芪总黄酮	免疫调节;心血管保护	$I_K \downarrow \ I_{\text{K1}} \downarrow$
槲寄生黄酮苷	免疫调节;心血管保护	$I_{\text{K1}} \downarrow \ I_{\text{to}} \downarrow$

注:“ \downarrow ”表示下调或者抑制。

5.3 清热解毒类中药活性成分对钙离子通道的作用机制 干预钙离子通道的中药活性成分主要提取自功效偏于清热解毒类的中药,该类药物在调节细胞内外钙离子浓度平衡、影响细胞兴奋性和多种生理病理过程中起着重要作用。此类活性成分特异性与钙离子通道结合,调节钙离子通道的开放与关闭,从而精准调控钙离子的跨膜运动。蒲利华等^[43]检索了调控 Ca^{2+} 通道达到抗心律失常目的的多种天然药物的作用机制,苦参碱、粉防己碱、芦荟苷、芍药苷和荭草苷等中药活性成分可抑制L型钙电流($I_{\text{Ca-L}}$);白藜芦醇和藏红花酸等可抑制钙电流(I_{Ca});氧化苦参碱可浓度依赖性抑制钠和钙电流。李蕾等^[44]探究延胡索碱可阻断L型钙离子通道开放,降低心肌细胞中游离钙离子浓度,发挥保护心肌细胞的作用。张诗雨等^[45]探究了甘松的化学成分及药理作用,发现甘松抗心律失常作用机制可能与调节 CaMKII/RYR2 信号通路有关。甘松挥发油是一种多通道阻断剂,可减少钙离子内流和细胞内钙离子超载,且可同时作用于L型钙离子通道。甘松新酮的作用机制可能是通过cAMP-KPA细胞信号转导通路产生作用(见表3)。此类中药活性成分可通过改变钙离子通道结构的稳定性或影响与辅助蛋白的相互作用,调节钙离子电流。

6 小 结

综上所述,中药活性成分干预心律失常具有一定优势,特别是从离子通道的角度探究中药活性成分干预心律失常的作用机制,可以为治疗心律失常提供新的思路和方法。心脏离子通道的顺序活动导致了动作电位的产生,这些离子通道的电生理特性或功能表达的改变,往往会导致心律失常等

表3 作用于钙离子通道的中药活性成分

中药活性成分	药理作用	作用于钙离子通道的机制
苦参碱	抗心律失常;抗炎;抗菌;抗肿瘤	$I_{\text{Ca-L}} \downarrow$
氧化苦参碱	抗病原体;抗炎;抗病毒;抗癌	$I_{\text{Ca-L}} \downarrow \ I_{\text{Ca}} \downarrow$
粉防己碱	抗炎;抗过敏;抗心律失常	$I_{\text{Ca-L}} \downarrow$
芦荟苷	杀菌消炎;抗肿瘤	$I_{\text{Ca-L}} \downarrow$
芍药苷	抗炎;镇痛	$I_{\text{Ca-L}} \downarrow$
荭草苷	保护心血管;抗肿瘤;抗炎	$I_{\text{Ca-L}} \downarrow$
白藜芦醇	抗肿瘤;抗菌	$I_{\text{Ca}} \downarrow$
芍药醇	镇痛抗炎;解热;抗菌;抗肿瘤	$I_{\text{Ca}} \downarrow$
藏红花酸	抗肿瘤;心血管疾病治疗	$I_{\text{Ca}} \downarrow$
延胡索碱	抗炎抗菌;降血压;抗癌	L型钙离子通道 \downarrow
甘松新酮	抗菌;抗肿瘤	$I_{\text{Ca-L}} \downarrow$

注:“ \downarrow ”表示下调或者抑制。

疾病的发生。因此,对于心脏离子通道活动的调节,便成为了多数抗心律失常药物的主要研究内容。中医通过“辨证论治”宏观调节,可能间接影响离子通道功能,如偏于活血类药物的主要活性成分丹参酮和川芎嗪等可调控钠离子通道、偏于补益类药物的主要活性成分人参皂苷和槐果碱等可调节钾离子通道,偏于清热解毒类药物的主要活性成分苦参碱和粉防己碱等可调节钙离子通道。部分中药活性成分已被证实具有离子通道调节作用,但仍需更多高质量研究明确其靶点。未来可结合基因检测与中医辨证,实现精准中西医结合治疗心律失常,既能从微观层面纠正离子通道异常又能从整体上调节气血阴阳,提高治疗效果。

参考文献

- [1] 孙治琪,赵海滨,郜亚茹,等.“寒温并用”辨治心律失常[J].中医学报,2025,40(3):527-531.
- [2] 邵泽祥,王恒和.快速性心律失常伴焦虑、抑郁障碍的中医认识[J].中国民间疗法,2022,30(18):119-122.
- [3] 张军领,李鹏英,王彤,等.尉中民教授从少阴寒化论治缓慢性心律失常经验[J].现代中医药,2020,40(5):39-41.
- [4] 罗富锟,金子轩,于悦,等.心律失常的中医认识与经方治疗策略[J].中国中药杂志,2023,48(10):2613-2619.
- [5] 陈会娟,范凌云,范新发.范新发教授治疗心系病证临床经验拾萃[J].内蒙古中医药,2021,40(1):80-81.
- [6] 赵金伟,郑萍红,李飞泽.李飞泽以症为纲辨治心悸经验介绍[J].新中医,2024,56(18):218-222.
- [7] 赵岩.归脾汤治疗心律失常心脾两虚的临床效果及对患者生活质量的影响[J].大医生,2024,9(14):89-92.
- [8] 廖辉.定心汤联合琥珀酸美托洛尔缓释片治疗心律失常的临床疗效[J].吉林医学,2024,45(9):2173-2176.
- [9] 张琼,王涛,莫国增,等.桂枝龙骨牡蛎汤加味治疗心律失常伴焦虑症临床观察[J].浙江中医杂志,2024,59(9):784-785.
- [10] 代云贺,袁智宇,孙天福.生脉散治疗心血管疾病的研究进展[J].世界中西医结合杂志,2024,19(8):1693-1696.
- [11] 黄妹丹,韦勤将,何凤珍,等.心脏钠离子通道基因突变与

- 心律失常关系的研究进展[J].医学综述,2018,24(8):1463-1467.
- [12] 秦桃,李青,李菊香.成纤维细胞生长因子同源因子1在心律失常发病机制中的研究进展[J].基础医学与临床,2020,40(12):1697-1700.
- [13] 张帅,周立君,赵继义.心脏NAv1.5通道蛋白与心律失常关系研究进展[J].中国心血管杂志,2016,21(5):419-422.
- [14] 熊洪波.Nav1.5与MOG1相互作用分子基础及其影响心律失常关键作用研究[D].武汉:华中科技大学,2022.
- [15] 王博群.NLRP3炎症小体通过影响心脏Nav1.5通道蛋白增加压力负荷性心衰室性心律失常易感性[D].南宁:广西医科大学,2019.
- [16] 李颖,范洁.钾离子通道及其抗心律失常药物研究进展[J].心血管病学进展,2017,38(2):236-239.
- [17] SINGH V, AUERBACH D S. Neurocardiac pathologies associated with potassium channelopathies[J]. Epilepsia, 2024,65(9):2537-2552.
- [18] 马韵之,李剑,周鹏.TREK-1钾离子通道与心律失常[J].中国心脏起搏与心电生理杂志,2021,35(6):577-579.
- [19] 董皓波,尹俪璇,杨森宇,等.离子通道与长QT综合征的研究进展[J].实用药物与临床,2023,26(12):1127-1132.
- [20] 帅维,黄鹤.钾离子通道与肥胖致心律失常的研究进展[J].心脏杂志,2019,31(3):327-330.
- [21] 胡夏韵.钙通道相关基因CASQ2与RYR2在二乙酰吗啡致心律失常中的作用研究[D].乌鲁木齐:新疆医科大学,2019.
- [22] QU Y S, LAZZERINI P E, CAPECCHI P L, et al. Autoimmune calcium channelopathies and cardiac electrical abnormalities[J]. Front Cardiovasc Med, 2019, 6:54.
- [23] 陈波,金锦玉,周亚滨,等.早搏灵对氯化钡诱导的心律失常大鼠T型钙离子通道mRNA表达的影响[J].中医药学报,2019,47(5):19-22.
- [24] 俞灏,周子皓,张南南,等.Bmal1调控T型钙离子通道对慢性心衰室性心律失常昼夜节律的影响[J].南京医科大学学报(自然科学版),2022,42(5):610-618.
- [25] 陈弘.血糖水平与心率变异性的相关性分析及高糖影响Cav1.2致心律失常的机制研究[D].南昌:南昌大学,2022.
- [26] 蔡青青,丁超,高亚松,等.替格瑞洛对大鼠心肌梗死再灌注后心律失常及钙离子通道影响[J].中国循证心血管医学杂志,2019,11(11):1386-1389.
- [27] 薄冰.氯离子通道在心脏起搏活动中的作用研究进展[J].科技资讯,2014,12(14):210,252.
- [28] 郭欢,周光春,王竞涛,等.心肌细胞钠、氯离子通道与室性心律失常的关系研究进展[J].检验医学与临床,2016,13(5):696-698.
- [29] YAMAMURA H. Physiological and pathological significance of chloride channels[J]. Biol Pharm Bull, 2024, 47(1):1-13.
- [30] 朱耀斌,张雅婷,李志强,等.囊性纤维化跨膜传导调节因子氯离子通道在心脏疾病中作用研究进展[J].中华实用诊断与治疗杂志,2019,33(12):1242-1245.
- [31] KAMALEDIN M A. Molecular, biophysical, and pharmacological properties of calcium-activated chloride channels[J]. J Cell Physiol, 2018, 233(2):787-798.
- [32] SUBBA A, TOMAR S, PAREEK A, et al. The chloride channels: Silently serving the plants[J]. Physiol Plant, 2021, 171(4):688-702.
- [33] 薄冰.CIC-2氯离子通道在心脏起搏活动中的作用研究进展[J].科技创新导报,2014,11(15):25.
- [34] 匡怡,沙毛毛,邹丽,等.中药对心肌细胞钠离子通道的研究进展[J].中国循证心血管医学杂志,2018,10(11):1428-1430.
- [35] 李东娜,杨传华.快律宁对豚鼠心室肌细胞钾离子通道的影响[J].中国心脏起搏与心电生理杂志,2023,37(4):315-320.
- [36] 卞亚男.鸟腺金丝桃中HYP对H9C2细胞及L-型钙离子通道影响的研究[D].哈尔滨:黑龙江中医药大学,2018.
- [37] 郑晓宇,孟红旭,刘建勋.作用于钠离子通道的抗心律失常中药研究进展[J].中国中西医结合杂志,2021,41(10):1275-1279.
- [38] 钱薇,邹丽,王秀秀,等.甘松新酮对SD大鼠心室肌细胞钠离子通道电流的影响[J].当代医药论丛,2019,17(16):2-5.
- [39] 纪翔.常见快速型心律失常患者中医证候分布规律及用药特点的研究[D].北京:北京中医药大学,2023.
- [40] 王慈,曹雅雯,张璇,等.作用于钾离子通道的抗心律失常中药活性成分研究进展[J].中国中药杂志,2023,48(7):1792-1799.
- [41] 于影,赵明,刘贝贝,等.黄芪总黄酮对豚鼠心室肌细胞钾离子通道的作用[J].中国心血管杂志,2008,13(3):180-183.
- [42] 王志勇,初文峰,王玲,等.槲寄生黄酮苷对大鼠心室肌细胞钾离子通道的作用[J].哈尔滨医科大学学报,2005,39(3):244-246.
- [43] 蒲利华,贺爽,周正灿,等.植物源天然钙离子通道拮抗剂在抗心律失常药物开发中的应用研究进展[J].药学学报,2022,57(10):3027-3034.
- [44] 李蕾,孙美利,张舒媛,等.抗心律失常中药活性成分研究进展[J].世界中医药,2014,9(9):1241-1242,1246.
- [45] 张诗雨,蔡宗余,石炜琦,等.中药甘松化学成分药理作用及临床应用研究进展[J].光明中医,2024,39(2):265-268.

(收稿日期:2025-03-07 编辑:罗英姣)