

- strychnine alkaloid in biological fluids [J]. *J Forensic Med* (法医学杂志), 2005, 21, (1): 36-38.
- [16] Nakamura M, Ono M, Nakajima T, *et al.* Uniformly sized molecularly imprinted polymer for atropine and its application to the determination of atropine and scopolamine in pharmaceutical preparations containing Scopolia extract [J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2005, 37(2): 231-237.
- [17] Chen Y J, Zhou X G, Li G L. Preparation of molecularly imprinted microspheres against caffeine by aqueous micro-suspension polymerization and its recognition characteristics [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2005, 36(5): 692-695.
- [18] Xie J C, Zhu L L, Xu X J. Affinitive separation and on-line identification of antitumor components from *Peganum nigellastrum* by coupling a chromatographic column of target analogue imprinted polymer with mass spectrometry [J]. *Anal Chem*, 2002, 74(10): 2352-2360.
- [19] Zhang J, Wang Y J. The application of molecular im printing technique in steroid recognition and analysis [J]. *Chem Reag* (化学试剂), 2005, 27(6): 331-335.
- [20] Szumski M, Buszewski B. Molecularly imprinted polymers; a new tool for separation of steroid isomers [J]. *J Sep Sci*, 2004, 27(10-11): 837-842.
- [21] Baggiani C, Giraudi G, Trotta F, *et al.* Chromatographic characterization of a molecular imprinted polymer binding cortisol [J]. *Talanta*, 2000, 51(1): 71-75.
- [22] Hwang C C, Lee W C. Chromatographic characteristics of cholesterol-imprinted polymers prepared by covalent and non-covalent imprinting methods [J]. *J Chromatogr A*, 2002, 962(1-2): 69-78.
- [23] Kugimiya A, Matsui J, Abe H, *et al.* Synthesis of castasterone selective polymers prepared by molecular imprinting [J]. *Anal Chim Acta*, 1998, 365(1): 75-83.
- [24] Hu S G, Li L, He X W. Solid-phase extraction of esculetin from the ash bark of Chinese traditional medicine by using molecularly imprinted polymers [J]. *J Chromatogr A*, 2005, 1062(1): 31-37.
- [25] Dong X C. Application of molecular imprinted polymers to complex sample separation [J]. *J Instru Anal* (分析测试学报), 2004, 23(6): 119-123.

中药在心肌细胞离子通道方面的研究进展

李涵怡, 成建华*

(同济大学基础医学院 药理学教研室, 上海 200092)

摘要: 中医药学是我国的传统和特色医学, 现今已有多种中药被用于临床心血管疾病的预防和治疗, 而且也获得了很好的效果。现代研究认为, 这些有心脏保护作用的中药其作用的靶点主要在心肌细胞膜的离子通道上, 与第Ⅲ类抗心律失常药相比, 其具有作用温和、易于组方调控的优点, 且临床一直未发现有肺纤维化、甲状腺功能紊乱等副作用, 因此具有进一步研究开发价值。

关键词: 中药; 心肌细胞; 离子通道; 全细胞钳制技术; 抗心律失常

中图分类号: R286.2

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2007)03-0460-04

Advances in studies on Chinese materia medica effect on ion channels of myocardial cell

LI Han-yi, CHENG Jian-hua

(Department of Pharmacology, School of Basic Medicine, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Key words: Chinese materia medica (CMM); myocardial cell; ion channel; technology of whole-cell patch clamp; antiarrhythmia

心肌细胞膜上存在多种离子通道, 如钙通道、钠通道和钾通道, 各通道在维持心肌的正常功能上起着至关重要的作用; 同时这些通道的异常改变也是引起各种心脏疾病的重要因素。当某种离子通道功能异常或数目上调或下调时将破坏心肌细胞离子通道间的平衡, 使各主要通道间比例改变而诱发心脏疾病。因此对心肌起主要作用的离子通道是大多数心脏药物特别是抗心律失常药作用的靶点。临床常用的第Ⅲ类抗心律失常药具有良好的抗颤动作用, 但也具有一定程度的致心律失常作用。如第Ⅲ类抗心律失常药中纯钾通道阻滞剂 d-sotalol 使心肌梗死后心功能低下患者病死率增加^[1]。Kate 等^[2]将西药的这种抗心律失常的治疗状况做了形象的比喻:

有人用枪准确的打断了蛇窟中一条醒着的毒蛇的头, 却惊醒了毒蛇群使问题更为棘手。中医药学是我国的传统和特色医学, 在长期的临床实践里, 人们发现许多中药具有抗心律失常及潜在的预防猝死作用; 与西药相比, 中药又具有价格低廉、天然、无或低不良反应及便于长期服用的优势。因而中药在心血管疾病治疗方面的作用越来越受到重视。本文综述近几年来一些中药单体成分对心肌细胞几种通道的研究进展。

1 对钙电流的影响

对心肌细胞来说, 离子钙将电活动与收缩联系起来, 即介导细胞的兴奋-收缩耦联^[3], 还参与维持心脏的正常收缩功能, 任何因素引起心肌收缩功能的变化, 均会涉及心肌细

收稿日期: 2006-06-21

作者简介: 李涵怡 (1979—), 女, 河南省南阳市人, 同济大学基础医学院二年级硕士研究生, 心血管药理学专业。 Tel: 13564491304 (021) 65982871 E-mail: lhyihanyi@yahoo.com.cn

* 通讯作者 成建华 E-mail: jcheng@mail.tongji.edu.cn

胞的钙离子转运。心肌细胞钙电流分为 Ica-L 和 Ica-T (L 型和 T 型钙电流)。T 型钙通道在静息电位时即可被激活,所以在心脏的起搏活动中发挥着重要作用,对维持心肌组织的自律性具有重要意义,但 Ica-T 不影响动作电位;而 Ica-L 参与了窦房结和房室结的动作电位的除极过程,在工作细胞内形成 2 相内向电流。以下将重点阐述几种中药(包括单体成分、单味中药和中药提取物)对 Ica-L 的研究。

1.1 莲心碱(liensinine):是从中药莲子心中提取纯化的一种双苄基异喹啉类生物碱,研究表明莲心碱具有抗心律失常等心血管活性。二乙酰基莲心碱(diacetyl liensinine)是以莲心碱为先导化合物合成的,动物实验证明其亦具有广泛的抗心律失常作用^[4]。曹锋等^[5]采用全细胞钳制技术观察二乙酰基莲心碱对单个心室肌细胞电流的影响时发现:在不同的钳制电压下,不同浓度二乙酰基莲心碱灌流可使 Ica-L 的电流-电压(I-V)曲线峰值上移,但不使其偏移,提示二乙酰基莲心碱在不同膜电位水平对 Ica-L 具有均匀一致的抑制作用,且呈浓度依赖性抑制。王嘉陵等^[6]在研究莲心碱对豚鼠心室肌细胞动作电位及钠与钙电流的影响时,也得出了相同的结论。二乙酰基莲心碱可明显抑制心肌细胞 L 型钙通道,这样可减少钙离子内流,使细胞内的钙超载减轻,对心肌有一定的保护作用,而且对心肌细胞 L 型钙通道的抑制也是其心脏负性肌力作用和抗心律失常作用的离子机制之一。

1.2 葛根素(puerarin):是从传统中药野葛中提取出来的中药单体成分。郭晓刚等^[7]用全细胞钳制技术观察了葛根素对大鼠单个心室肌细胞 L 型钙离子通道的作用,研究结果表明葛根素对于心肌细胞的 L 型钙离子通道具一定程度的阻断作用,且呈时间依赖性,给药后 3 min 起效,6 min 达最大抑制作用,7 min 后作用消失,同时葛根素可以使 Ica-L 的 I-V 曲线向正电位方向移动而不改变其激活、峰值、反转电位,提示葛根素不同电位时对于 Ica-L 具有均匀一致的阻断作用。表明葛根素以电压依赖性方式抑制心肌细胞膜上的钙离子通道,使之内流减少。由此提示葛根素有抗心律失常的作用。

1.3 氧化苦参碱(oxymatrine):一种从豆科槐属植物苦豆子提取的生物碱。庄宁宁等^[8]应用全细胞钳制技术,研究氧化苦参碱对豚鼠心室肌细胞膜 Ica-L 的影响,结果表明氧化苦参碱可浓度依赖性地增加 Ica-L 在不同膜电位水平对 Ica-L 具有均匀一致的同等程度的增强作用。因而认为氧化苦参碱的正性肌力作用正是通过作用于心肌细胞膜 L 型钙通道,促进钙内流而完成的。孙红莉等^[9]在研究氧化苦参碱对豚鼠单个心室肌细胞不钙离子浓度的影响时发现,氧化苦参碱对静息状态下的钙离子浓度无影响,但对 60 mmol/L 的 KCl 介导的外钙内流却有明显的抑制作用。因为正常情况下,细胞外钾离子浓度升高使细胞膜去极化导致电压依赖性钙通道开放,使得少量的钙内流,这种钙离子脉冲会作用于内钙储存库(ryanodine receptors, RYRS)上的相应结合位点而引起细胞内钙大量释放,故钙离子会明显增高。而氧化苦参碱抑制 KCl 介导的外钙内流,说明它对心肌细胞膜上的电压依赖性钙通道有明显抑制作用,也说明氧化苦参碱是通

过影响钙电流而发挥抗心律失常作用的。二者分别从不同方面阐述了氧化苦参碱对心脏的保护作用。

1.4 牡荆素鼠李糖苷(vitexin-rhamnoside):是从山楂叶中分离提取出来的一种黄酮类化合物。牡荆素鼠李糖苷对心脏血流动力学及氧代谢平衡有一定的保护作用;可使实验性心肌缺血、心肌梗死程度及范围明显减轻,心肌酶的漏出明显减少。研究发现^[10]牡荆素鼠李糖苷可有效地抑制细胞内钙超载;还可调节细胞膜钙离子通道的门控特性,1 mmol/L 的牡荆素鼠李糖苷对 Ica-L 有明显增强作用,并具有电压依赖性,从而影响细胞膜电位及细胞内钙离子浓度,稳定细胞膜,减轻缺氧再给氧对细胞的损伤。

1.5 辣椒素:最早由 Thres(1876)从辣椒果实中分离出来,此后又有一些辣椒素的同系物从辣椒果实中被发现,它们被统称为辣椒素类物质。现在一些研究发现,它有保护心功能的作用。李茜等^[11]在研究辣椒素对心房肌的电生理作用时发现,辣椒素能抑制心房肌钙离子内流,对心房肌具有负性变时作用,可缩短复极化时程。同时他们^[12]在研究辣椒素对家兔房室结细胞自发活动的电生理效应时也发现辣椒素可抑制钙离子内流而降低家兔房室结的自发活动,从而对心肌起到了一定的保护作用。

1.6 黄芪:为豆科多年生草本植物黄芪和内蒙古黄芪的根,味甘,性温,归肺脾经。化学成分包括黄芪多糖、黄芪皂苷、葡萄糖醛酸、多种氨基酸和叶酸等。黄芪能增强心功能。齐书英等^[13]用全细胞钳制技术观察 ip 黄芪溶液对家兔急性心肌梗死后心肌细胞 Ica-L 的影响。结果表明黄芪能使急性心肌梗死家兔心室肌细胞下降的钙电流密度增加,左移的稳态失活曲线右移,延迟的钙通道失活后再恢复速度加快,说明黄芪对急性心肌梗死家兔心肌细胞的电生理学异常有部分改变作用,同时也发现它对家兔正常心室肌细胞的 L 型钙通道无明显影响。在研究黄芪皂苷对大鼠离体工作心肌的肌力作用中又表明其强心作用是因为高浓度黄芪皂苷可间接抑制钠钙交换,而对正常心肌细胞的钙通道无影响。

1.7 丹参:系传统的活血化瘀中药,有抗心肌缺血作用。研究发现^[14]丹参可明显抑制正常及缺血心肌细胞的 Ica-L,并且对缺血细胞的 Ica-L 的抑制作用没有对正常细胞强。陈波等^[15]运用全细胞钳制技术,通过观察不同浓度的丹参溶液作用于常氧、低氧及氧反常(指缺氧一段时间后立即恢复常氧灌流的状态)的豚鼠心室肌细胞上引起的 Ica-L 通道电流相对变化,发现常氧条件下,低浓度丹参溶液对 L 型钙通道作用不大,所测电流值仅稍微减小。相对来说,在低氧条件及氧反常时低浓度丹参溶液较明显地抑制了 Ica-L,说明丹参能有效降低低氧及氧反常时异常增高的 Ica-L。特别明显的改变发生在中等浓度的丹参溶液作用时,无论是常氧、低氧及氧反常条件下 Ica-L 幅度均显著减小。而高浓度的丹参液几乎完全阻断 Ica-L,说明丹参对 Ica-L 的抑制呈明显的浓度依赖性。此实验也解释了 Ica-L 在氧反常这一病理过程中导致心肌细胞发生钙超载的缘由。

2 对钠电流的影响

钠电流(I_{Na})可影响动作电位形态,它的激活导致钠离子快速内流,心肌去极化形成动作电位的0相。心脏钠离子通道还与早期后除极相关,并且它的异常也参与心律失常的形成。

2.1 莲心碱:曹锋等^[5]在采用全细胞钳制技术观察二乙酰基莲心碱对单个心室肌细胞钠电流的影响时发现,二乙酰基莲心碱可使 I_{Na} 的I-V曲线的峰值上移,但不使其偏移。提示二乙酰基莲心碱在不同膜电位水平对 I_{Na} 有均匀一致的抑制作用。此外,从 I_{Na} 失活曲线中可见二乙酰基莲心碱使钠通道失活曲线左移,表明其电压依赖性地影响通道的失活过程,提示二乙酰基莲心碱与失活态的钠通道具有较高亲和力^[20]。在另一项研究中又发现二乙酰基莲心碱明显延迟钠通道失活后的恢复时间,进一步说明该药物作用于失活态的钠通道^[21]。因此,认为二乙酰基莲心碱是通过与失活态的钠通道结合而发挥其阻滞作用。王嘉陵等^[6]在研究莲心碱对豚鼠心室肌细胞动作电位及钠钙电流影响时发现,它可以抑制钠电流,这与曹锋的研究结论相同。

2.2 氧化苦参碱:其不仅对钙通道有影响,经研究发现它对钠通道也具有抑制作用。陈霞等^[22]研究发现其对豚鼠心室肌细胞钠电流呈剂量依赖性的抑制作用。由此可推断氧化苦参碱是通过阻断钠通道,降低钠电流而改变心肌兴奋性传导性和舒张期去极化速率而实现其抗心律失常作用的。

2.3 缬草:为败酱科败酱属的多年生植物。近年来,文献报道缬草提取物对由乌头碱、哇巴因及肾上腺素等诱发的心律失常有良好的对抗作用,并延长有效不应期,推测缬草提取物可能对 I_{Na} 有阻滞作用。黄峥嵘等^[23]采用全细胞钳制技术直接记录不同浓度缬草单萜氧化物对家兔单个心室肌细胞 I_{Na} 的影响,发现其对 I_{Na} 有浓度依赖性抑制作用,使I-V曲线的峰值上移,但形状不变,缬草单萜氧化物使 I_{Na} 失活后恢复曲线右移,说明用药后钠通道失活后再激活,即复活时间延长,提示其作用于失活态的钠通道。

2.4 蝎毒:是毒性仅次于蛇毒的生物毒素,主要由非蛋白和蛋白质组成,具有复杂的生理、药理活性。在我国的中医药上蝎毒主要应用于治疗肿瘤、疼痛,具有抗癫痫、抗血栓、抗炎、抗风湿等作用。此外,蝎毒还对心血管系统有一定的作用。蝎毒的种类及成分复杂,不同的成分具有不同的通道效应。目前大多数研究表明蝎毒有钠通道阻滞作用。张文杰等^[24]和杨世杰等^[25]的研究表明,东亚钳蝎(*Buthus martensii* Karsch, BMK)毒素的二极提取物XⅡ-2、XⅡ-11,三级提取物XⅡ-11-①、XⅡ-11-②都可使培养的小鼠心肌快反应细胞缩短及动作电位振幅显著减少,表明有钠通道阻滞作用。在其他的^[26]研究中,还发现BMK-9-(2)可激活心肌细胞钠通道,延缓钠通道失活过程。蝎毒的这种作用已被用来作为工具药研究钠通道的分子结构和功能调节。

3 对钾电流的影响

在与心脏关系密切的几种通道中,K离子通道结构最简单,但种类最多,维持心肌细胞静息膜电位的为内向整流钾通道,恢复动作电位到静息状态的复极电流为电压门控钾通道,主要有 I_{to} (瞬时外向钾电流)、 I_{Kur} (超速激活钾电

流)、 I_{K1} (延迟整流钾电流)、 I_{K1} (内向整流钾电流)等,K离子通道参与了心肌细胞动作电位复极化过程的几乎所有相位的形成。

3.1 青藤碱(sinomenine):是由防己科植物青藤根茎中提取的生物碱,在体和离体实验证明该药具抗心律失常作用。该药可使豚鼠离体左心房肌细胞APD延长,提示青藤碱可能具钾通道阻滞作用^[27]。黄从新等^[28]研究发现,青藤碱对 I_{K1} 和 I_{K1} 均具中等度浓度依赖性阻滞作用,且使 I_{K1} 的I-V曲线右移,提示青藤碱能作用于心肌细胞的2、3相复极期,使APD和有效不应期延长;并能降低心肌细胞膜的静息电位。因此可以认为青藤碱延长复极的作用可能是其抗心律失常作用的重要机制之一。

3.2 蝎毒:蝎毒成分BMKTXK是一种新的长链(含61个氨基酸残基)钾通道毒素样肽,它可通过降低 I_{to} 通道的失活电压,浓度依赖性地抑制 I_{to} ,并使 I_{to} 的失活曲线明显左移,且可减慢 I_{to} 从失活状态的恢复过程^[29]。在接近生理条件下,BMKTXK对心房肌细胞 I_{to} 抑制作用的非频率依赖性有助于在频率变化情况下保持心肌细胞APD一致,避免了大多数Ⅲ类抗心律失常药的负性频率依赖性作用。

3.3 莲心碱:莲心碱不仅对钙和钠通道有影响,研究发现它对钾通道也有作用。杨艳等^[30]在研究甲基莲心碱对豚鼠心肌及猪冠状动脉平滑肌细胞钾通道的影响时发现,甲基莲心碱可使两者细胞膜上的钾通道开放概率降低,且对心肌细胞钾通道的作用更强。

4 结语

目前对中药在心肌细胞离子通道的研究重点集中在钙通道上,而在钠、钾电流方面还需要做更深层的研究探讨,这两类离子电流也是影响心肌细胞电生理的重要电流。这3种通道间是相互影响的,一种通道的改变势必影响到其他一种或两种通道的变化,因此在以后的研究中应该在讨论一种通道变化时更加兼顾其他离子通道的改变。全面阐述中药单体成分对心肌细胞作用的离子机制,对于中药在抗心律失常中的应用及以此为基础的新的抗心律失常药物的开发上均有较大的实际意义和指导作用。

References:

- [1] Waldo A L, Camm A J, Deruyter H, et al. Effect of d-sotalol on mortality in patients with left ventricular dysfunction after recent and remote myocardial infarction. The SWORD investigators Survival Oral d-sotalol [J]. *Lancet*, 1996, 348: 7.
- [2] Kate A M. Selectivity and toxicity of antiarrhythmic drugs: Molecular interactions with ion channels [J]. *Am J Med*, 1998, 2: 179.
- [3] Cheng H P, Shen J X. Calcium sparks in heart muscle cells [J]. *J Sun Yat-sen Univ; Med Sci* (中山大学学报:医学版), 2004, 25(5): 387-394.
- [4] Wang H, Luo S D, Cai H S, et al. Antiarrhythmic effect of diacetyl-lineinine [J]. *Chin Hosp Pharm J* (中国医院药学杂志), 2001, 21(6): 3281.
- [5] Cao F, Huang C X, Jiang H, et al. Effects of diacetyl-lineinine on sodium ion channel and L-type calcium ion channel in isolated ventricular myocytes [J]. *Med J Wuhan Univ* (武汉大学学报:医学版), 2004, 25(4): 364-367.
- [6] Wang J L, Nong Y. Effects of Lien sin ine on action potentials and I_{Na} , I_{Ca-L} in guinea pig ventricular myocytes

- [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2000, 31(3): 194-196.
- [7] Guo X G, Chen J Z. Effects of puerarin on L-type calcium channel in isolated rat ventricular myocytes [J]. *China J Chin Mater Med* (中国中药杂志), 2004, 29(3): 247-250.
- [8] Zhuang N N, Li Z C, Zhang A D, et al. The effects of oxymatrine on L-type calcium channel in isolated ventricular myocytes of guinea pig [J]. *Chin J Cardiac Pacing Electrophysiol* (中国心脏起搏与心电生理杂志), 2004, 18(3): 209-211.
- [9] Sun H L, Xu C Q. Effects of oxymatrine on $[Ca^{2+}]$ in single ventricular myocyte of guinea pig [J]. *Chin Pharm J* (中国药学杂志), 2004, 39(4): 264-266.
- [10] Zhu X X, Li L D. The protective effects of vitexiarhamnoside (VR) on the cultured cardiac myocytes damaged by hypoxia and reoxygenation [J]. *China J Nat Med* (中国天然药物), 2003, 1(1): 45-47.
- [11] Li Q, Liu S, Chen Z Y. Electrophysiological effects of capsaicin on human atrial fibers [J]. *Chin J Pharmacol Toxicol* (中国药理与毒理学杂志), 2005, 19(1): 13-17.
- [12] Li Q, Wu Y M, He R R. Electrophysiological effects of capsaicin on spontaneous activity of rabbit atrioventricular node cells [J]. *Acta Physiol Sin*, 2004, 56(2): 248-252.
- [13] Qi S Y, Liu K S, Wang X G, et al. Effects of astragale on L-type calcium current of myocytes from rabbit infarcted heart [J]. *Pharm Chin Mater Med Clin* (中药药理与临床), 2003, 19(1): 17-19.
- [14] Chen X H. Effects of *Salvia miltiorrhizae* on current in ischemic myocytes [J]. *Acta Univ Med Anhui* (安徽医科大学学报), 2002, 37(6): 450.
- [15] Chen B, Ma J H, Zhang P H, et al. Effects of *Salvia miltiorrhizae* on L_{Ca} current in ventricular myocyte of guinea pig during normoxia, acute hypoxia and reoxygenation [J]. *Chin J Pathophysiol* (中国病理生理杂志), 2005, 21(1): 85-88.
- [16] Noda Y, Anzai K, Mori A, et al. Hydroxyl and superoxide anion radical scavenging activities of natural source antioxidants using the computerized JESFR30 ESR spectrometer system [J]. *Biochem Mol Biol Int*, 1997, 42(1): 35-44.
- [17] Pietri S, Maureli E, Drieu K, et al. Cardioprotective and antioxidant effects of the terpenoid constituents of *Ginkgo biloba* extract (EGB761) [J]. *J Mol Cell Cardio*, 1997, 29(2): 733-742.
- [18] Pan X H, Fu G S, Shan J, et al. Effects of *Ginkgo biloba* extract EGB761 on reperfusion arrhythmia in isolated rat [J]. *Chinese Pharmacol Bull* (中国药理学通报), 1998, 14(3): 283-284.
- [19] Zhang X G, Wang J N. Effects of *Ginkgo biloba* extract on action potential and L-type calcium channel in guinea pig ventricular myocytes [J]. *Chin J Clin Pharmacol Ther* (中国临床药理学与治疗学), 2004, 9(3): 345-349.
- [20] Bean B P, Cohen C J, Tsien R W. Lidocaine block of cardiac sodium channels [J]. *J Gen Physiol*, 1983, 81: 613.
- [21] Migamoto J, Hisatome I, Matsuoka S, et al. The effects of TYB-3823, a new antiarrhythmic drug on sodium current in isolated cardiac cells [J]. *Br J Pharmacol*, 1991, 104: 25.
- [22] Chen X, Li Y Y. Effects of oxymatrine on sodium current in isolated ventricular cells in guinea-pig [J]. *J. Norman Bethune Univ Med Sci* (白求恩医科大学学报), 2001, 27(1): 41-42.
- [23] Huang Z R, Tang Q Z, Shi X T, et al. Effects of *Valeriana officinalis* L. extract on sodium current in rabbit ventricular myocytes [J]. *Chin J Cardiac Pacing Electrophysiol* (中国心脏起搏与心电生理), 2004, 18(3): 212-214.
- [24] Zhang W J, Yang S J, Jiang Y, et al. Inhibitory effects of BmK XIII-11 and secondary collection on sodium current [J]. *J Norman Bethune Univ Med Sci* (白求恩医科大学学报), 1994, 20(6): 543.
- [25] Yang S J, Zhang W J, Jiang Y, et al. Inhibitory effects of secondary collection from BmK XIII-2 on sodium current [J]. *J Norman Bethune Univ Med Sci* (白求恩医科大学学报), 1994, 20(3): 237.
- [26] Zhang W J, Zhang W, Liu L J, et al. Inhibitory effects of BmK-9-(2) on sodium current in guinea-pig ventricular myocytes [J]. *J Norman Bethune Univ Med Sci* (白求恩医科大学学报), 2000, 26(6): 568.
- [27] Li C X, Zhao G S. The effects of sinomenine on isolated guinea pig atrin [J]. *Med J Xi'an Univ* (西安医科大学学报), 1986, 7(1): 24.
- [28] Huang C X, Li G X. The inhibition of sinomenine on inward rectifier potassium current and delayed potassium current in isolated guinea pig ventricular myocyte membrane [J]. *Chin J Cardiac Pacing Electrophysiol* (中国心脏起搏与心电生理杂志), 1997, 11(1): 35-37.
- [29] Hu D, Huang C X, Jiang H, et al. Inhibitory effects of BmKTXK β on transient outward potassium current in rabbit atrial myocytes [J]. *Prog Biochem Biophys* (生物化学与生物物理进展), 2003, 30(2): 266.
- [30] Yang Y, Shu Q L. Effects of neferine on potassium channels in guinea pig ventricular cells and porcine coronary artery smooth muscle cells [J]. *Chin J Pharmacol Toxicol* (中国药理与毒理学杂志), 2000, 14(6): 405-410.

刺山柑化学成分及其药理活性研究进展

敖明章, 高莹莹, 余龙江*

(华中科技大学 生命科学与技术学院, 湖北 武汉 430074)

摘要: 刺山柑是一种山柑属植物, 在多个国家药用。传统用作驱虫药、泥敷剂、利尿剂、通便剂、止痛剂和滋补剂。在我国新疆、西藏地区被广泛用于治疗痛风、类风湿性关节炎等。现代研究发现该植物含有挥发油、芥子油苷类、生物碱、萜类、黄酮类等多种成分, 具有保肝、抗炎、抗病毒、抗氧化、免疫调节、降血糖、降血脂等多种生物活性。现对该植物化学成分和研究进展进行综述, 以利于该植物的研究、开发与利用。

关键词: 刺山柑; 芥子油苷; 保肝活性; 抗氧化活性

中图分类号: R282.71

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2007)03-0463-05

收稿日期: 2006-05-20

作者简介: 敖明章(1965—), 男, 湖北襄樊人, 副教授, 硕士, 博士在读, 主要从事中药现代化及中药生物技术方面研究与开发。

Tel: (027) 62080719 E-mail: amz25@163.com

* 通讯作者 余龙江 Tel: (027) 87792265 E-mail: yulongjiang@hust.edu.cn