

虎杖的化学成分及药理作用研究进展

时圣明, 潘明佳, 王文倩, 王 洁, 陈常青*

天津药物研究院, 天津 300193

摘要: 对近 10 年来中外期刊有关虎杖 *Polygonum cuspidatum* 的研究成果进行了检索, 对从虎杖中分离并鉴定的化学成分及药理活性研究进展进行总结。虎杖中主要含有蒽醌类、二苯乙烯类、黄酮类、香豆素类以及一些脂肪酸类化合物, 具有多种药理作用, 包括抗炎、抗病毒、抗菌、调血脂、抗血栓、改变血流变、扩张血管、保护心肌、抗氧化、抗肿瘤, 改善阿尔茨海默病及预防艾滋病等。多年来对虎杖的研究成果证明了其应用前景和开发价值, 为更好地利用该资源提供依据。

关键词: 虎杖; 蒽醌类; 二苯乙烯类; 黄酮类; 香豆素类; 抗炎; 抗病毒; 抗菌; 调血脂; 抗血栓; 改变血流变; 扩张血管; 保护心肌; 抗氧化; 抗肿瘤; 阿尔茨海默病; 艾滋病

中图分类号: R282.710.5 文献标志码: A 文章编号: 1674-6376 (2016) 02-0317-05

DOI: 10.7501/j.issn.1674-6376.2016.02.034

Research progress on chemical constituents in roots and rhizomes of *Polygonum cuspidatum* and their pharmacological activities

SHI Sheng-ming, PAN Ming-jia, WANG Wen-qian, WANG Jie, CHEN Chang-qing

Tianjin Institute of Pharmaceutical Research, Tianjin 300193, China

Abstract: In recent 10 years, the lectures for studies on the roots and rhizomes of *Polygonum cuspidatum* in both Chinese and foreign periodicals have been retrieved, the chemical constituents isolated and identified from the roots and rhizomes of *P. cuspidatum* and their pharmacological progress have been analyzed and summarized. There are main anthraquinones, stilbene, flavonoids, coumarins, and some fatty compounds in the roots and rhizomes of *P. cuspidatum*, which have a variety of pharmacological effects, including anti-inflammation, antiviral, antibiosis, regulation of blood lipid, antithrombosis, change of blood rheology, dilation of blood vessels, protection of myocardium, anti-oxidation, anticancer, improvement of Alzheimer's disease, prevention of AIDS, and so on. The studies on the roots and rhizomes of *P. cuspidatum* over the years have proven its value and development prospects, and provide the information for the further development and utilization of the roots and rhizomes of *P. cuspidatum*.

Key words: roots and rhizomes of *Polygonum cuspidatum*; anthraquinones; stilbene; flavonoids; coumarins; anti-inflammation; antiviral; antibiosis; blood lipid regulation; antithrombosis; change of blood rheology; dilation of blood vessels; myocardial protection; anti-oxidation; anticancer; Alzheimer's disease; AIDS

虎杖 *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc. 为蓼科 (Polygonaceae) 蓼属 *Polygonum* L. 多年生灌木状草本植物, 以干燥根茎和根入药。其味微苦、性微寒, 归肝、胆、肺经, 具有利胆退黄、清热解毒、散瘀止痛、止咳化痰之功效。现代研究显示, 虎杖中主要含有蒽醌类、黄酮类、芪类、酚类以及一些单糖类的化合物, 有多种药理作用, 包括抗炎、抗病毒、抗菌、调血脂、抗血栓、改变血流变、扩张血管、保护心肌、抗氧化、抗肿瘤, 改善阿尔茨海

默病及预防艾滋病等^[1-2]。本文对从虎杖中分离得到的化合物及药理作用进行综述。

1 化学成分

虎杖中主要含有蒽醌类、二苯乙烯类、黄酮类、香豆素类以及一些脂肪酸类化合物。

1.1 蒽醌类化合物

Kiyohsi 等^[3]从虎杖根中分离得到大黄素、大黄酸、大黄酚、大黄素甲醚、大黄素-8-甲醚。孙印石等^[4]从虎杖花甲醇提取液中分离得到芦荟大黄素、蒽醌

收稿日期: 2016-01-12

基金项目: 国家自然科学基金 (2711001002001)

作者简介: 时圣明 (1984—), 男, 硕士, 研究方向为中药资源及化学成分分析。Tel: 15822753146 E-mail: 45694136@qq.com

*通信作者 陈常青, 男, 研究员, 研究方向为中药学。E-mail: Chencq@tjpr.com

苷 B。张新风等^[5]从虎杖花中分离了大黄素-8-*O*- β -D-葡萄糖苷和大黄素甲醚-8-*O*- β -D-葡萄糖苷。Yoshiuiki 等^[6]自虎杖根中分离出迷人醇 (afnaciol)、6-羟基芦荟大黄素、6-羟基芦荟大黄素-8-甲醚、决明子-8-*O*-D-葡萄糖苷,虎杖叶中含有一种蒽二萜酮类衍生物金丝桃苷^[1]。华燕等^[7]从虎杖根茎中分离得到大黄素-6-甲醚、2-甲氧基-6-乙酰基-7-甲基胡桃醌。梁永峰等^[8]从虎杖根及根茎中分离得到 2-乙氧基-8-乙酰基-1,4-萘醌。

1.2 二苯乙烯类化合物

梁永峰^[8]从虎杖中分离得到白藜芦醇 (resveratrol) 和白藜芦醇-3-*O*-葡萄糖苷。在虎杖的水提取物中, Gamini 等^[9]分离得到了白藜芦醇-4'-*O*-葡萄糖苷以及光学异构化后所得三者的顺式异构体。另外, 孙印石等^[4]从虎杖花甲醇提取液中分离得到 4-羟基苯乙酮。

1.3 黄酮类化合物

孙印石等^[4]从虎杖花甲醇提取物中分离得到 16 个多酚类似物, 其中 7 个为黄酮类化合物, 分别为 β -谷甾醇、胡萝卜苷、芹菜素、橙皮素、芦丁、槲皮素、染料木素。金雪梅等^[10]从虎杖根中分离得到槲皮素-3-*O*-鼠李糖苷、槲皮素-3-*O*-阿拉伯糖苷、槲皮素-3-*O*-葡萄糖苷、木犀草素-7-*O*-葡萄糖苷、槲皮素-3-*O*-半乳糖苷。

1.4 香豆素类化合物

Yoshiyuki 等从虎杖根中分离得到 7-羟基-4-甲氧基-5-甲基香豆素^[11]。

1.5 其他化合物

虎杖中还含有相对分子质量为 6 000 的多糖, 由 D-半乳糖、L-鼠李糖、L-阿拉伯糖、D-葡萄糖及 D-甘露糖构成, 组成比例为 28:4:4:1:1。Yoshiuiki 等^[6]从虎杖中分离得到原儿茶酸、没食子酸、2,5-二甲基-7-羟基色酮, 5-羟甲基-7-羟基-2-甲基色原酮、5,7-二羟基-1(3*H*)-异苯并呋喃酮和饱和脂肪酸, 如软脂酸、硬脂酸、花生油酸等。虎杖中还存在着一些微量元素, 如铜、铁、锰、锌、钾等。

2 药理作用

虎杖及其有效成分具有多种药理作用, 包括抗炎、抗病毒、抗菌、调血脂、抗血栓、改变血流变、扩张血管、保护心肌、抗氧化、抗肿瘤、改善阿尔茨海默病症状及预防艾滋病等。

2.1 抗炎

张海防等^[12]通过多种炎症模型进行实验, 证明

虎杖的醋酸乙酯提取物具有抗炎作用, 作用机制可能是抑制炎症介质前列腺素 E₂ (PGE₂) 的合成、抑制细胞免疫及与垂体-肾上腺皮质系统有关。研究还发现, 采用新鲜虎杖外洗可以治疗关节疼痛, 效果比较显著。烧伤、烫伤、感染、放射性皮炎等可以通过应用虎杖与其他药物合用来治疗。肖婷等^[13]选择 2013 年 4 月—2014 年 6 月收治的颈动脉粥样硬化患者 68 例, 随机分为治疗组和对照组, 各 34 例, 治疗组患者给予虎杖提取物和山楂提取物胶囊口服治疗, 对照组患者给予洛伐他汀口服治疗。观察两组患者治疗前后颈动脉内膜中层厚度 (IMT)、斑块积分及血清炎症因子 (hs-CRP、s ICAM-1、s VCAM-1) 水平的变化。研究结果表明, 虎杖与山楂提取物配伍具有较好的抗动脉粥样硬化、稳定斑块、抗炎作用。

2.2 抗病毒

大黄素等蒽醌类化合物具有一定的抗病毒作用, 对乙型肝炎抗原阳性能够产生一定的抑制作用, 多被用于治疗急性黄疸性肝炎和慢性肝炎。王志洁等^[14]的研究表明, 虎杖大黄素可以对 1-型单纯疱疹病毒 (HSV-1) HS-1 株直接杀灭、增殖抑制、感染阻断, 这些作用比对照药阿昔洛韦药效更强。Susan 等^[15]报道了 2 型和 3 型小儿麻痹病毒能够被大黄素显著地抑制, 其半数抑制浓度 (IC₅₀) 分别为 210、20 ng/L。Raymond 等^[16]研究表明, 蒽醌类化合物具有抗人类免疫缺陷病毒 (HIV) 的作用, 其中虎杖中的大黄素抗 HIV-1 活性的 IC₅₀ 为 36.3 μ mol/L。Sydisk-is 等^[17]报道虎杖中的大黄素对 HSV-1、带状疱疹病毒 (VZV)、2-型单纯疱疹病毒 (HSV-2)、伪狂犬病流感及副流感病毒、痘苗病毒等均有一定的抑制作用。

2.3 抗菌

王万骞等^[18]采用索氏提取法和超声提取法, 以水和乙醇为提取溶剂分别萃取虎杖等 7 种中药的有效组分, 采用平板稀释法对 12 种菌株开展药物敏感实验, 测定提取物对 12 种致病菌的最小抑菌浓度 (MIC) 和最小杀菌浓度 (MBC), 结果虎杖等 7 种中药提取物单用对病原菌均有不同程度的抑制作用, 不同乙醇体积分数, 提取中药与溶剂的比例对抑菌效果影响显著。朱廷儒等^[19]研究表明, 金黄色葡萄球菌和肺炎双球菌能够被大黄素、大黄素-8-葡萄糖苷等抑制, 大黄素等蒽醌类化合物具有抗菌活性。研究发现, 临床常用 100 株厌氧菌可以被大黄素很

强地抑制, 8 $\mu\text{g/L}$ 大黄素能够抑制 76%~99% 的厌氧菌, 其 MIC 值与头孢甲噻吩相近。

2.4 对血液系统作用

2.4.1 调节血脂 李波等^[20]研究表明, 复方虎杖提取物具有一定的降血脂作用, 4、8、12 g/kg 的虎杖提取物均可以改善高脂饲料致高脂血症模型大鼠的血清血脂水平, 其中高、中剂量组效果优于低剂量组。孔晓龙等^[21]研究表明, 虎杖降脂颗粒对高脂饲料诱导的高脂血症模型大鼠具有明显的治疗作用, 该作用可能与其提高机体的抗氧化能力、抵抗自由基介导的脂质过氧化作用, 调节肝脏脂代谢关键酶脂蛋白酯酶 (LPL) 和肝酯酶 (HL) 的活性以及改善血液流变学有关。

2.4.2 抗血栓形成和防止脑出血 王瑜等^[22]研究表明, 虎杖苷可以通过改善微循环, 从而产生抗血栓形成的作用。王君^[23]通过观察虎杖苷对大鼠神经功能的作用及其作用机制, 认为虎杖苷具有一定的干预凝血酶致神经细胞损伤的作用, 具有抗实验性脑出血的作用。能够通过抗氧化、改善脑水肿、抗细胞凋亡以及保护神经细胞来拮抗脑出血后的脑组织损伤。

2.4.3 改变血液流变学特性 楼锦英等^[24]通过对高脂饲料导致高脂血症模型大鼠给予复方虎杖提取物, 证明 4、8、12 g/kg 的复方虎杖提取物可以改善高脂饲料致高脂血症模型大鼠的血液黏滞性。王辉等^[25]用链脲佐菌素诱发 SD 大鼠糖尿病肾病 (DN) 模型, 研究虎杖与黄芪、益母草配伍对 DN 模型大鼠糖代谢、脂代谢及血液流变学指标的影响。成模大鼠随机分为模型组、开博通组、虎杖-益母草配伍组、虎杖-黄芪配伍组, 空白组 10 只, 模型组 15 只, 其余 3 组每组 13 只。虎杖与益母草配伍、虎杖与黄芪配伍合煎液 ig 剂量为 3 g/kg, 开博通组 ig 剂量为 6.25 mg/kg, 模型组和空白组 ig 同体积 10 mL/kg 的生理盐水, 每天给药 1 次, 连续给药 8 周, 以血糖、三酰甘油 (TG)、胆固醇 (Chol)、高密度脂蛋白-胆固醇 (HDL-L)、低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C)、血流变学等为观察指标。结果表明虎杖配伍黄芪、益母草对糖尿病肾病糖、脂代谢及血流变具有调节作用, 产生降低全血与血浆黏度, 改善微循环的作用。

2.4.4 抗血小板聚集 陈鹏等^[26]研究表明, 虎杖苷明显抑制凝血酶引起的血小板与中性粒细胞间的粘附作用和肉豆蔻佛波醇激活的中性粒细胞悬液引起

的血小板聚集作用; 虎杖苷对电刺激大鼠颈动脉及结扎大鼠下腔静脉引起的血栓形成具有明显的对抗作用。王跃忠等^[27]的研究还证明虎杖苷可以抑制血小板聚集, 抑制血小板血栓烷 A_2 生成的作用。

2.5 对心血管系统作用

2.5.1 扩张血管 吴阳等^[28]以累计浓度法观察虎杖苷对苯肾上腺素预收缩血管的舒张效应, 并观察不同信号通路阻断剂对虎杖苷效应的影响。虎杖苷呈浓度相关地舒张内皮完整的血管, 去除内皮后该效应几乎被取消; 过氧化物酶体增殖物激活受体 β (PPAR β) 阻断剂 GSK0660、NF- κ B 阻断剂 PDTC 及一氧化氮合酶抑制剂 N-硝基-L-精氨酸甲酯基精氨酸 (L-NAME) 均明显抑制虎杖苷舒张血管效应 ($P<0.05$); 但环氧合酶-2 (COX-2) 抑制剂美洛昔康对虎杖苷的作用无明显影响。结果表明, 虎杖苷具有直接舒张血管作用, 该作用依赖于内皮功能的完整性, 其机制可能与 PPAR β 、NF- κ B 信号通路及 NO 释放有关, 而与前列环素的作用无关。

2.5.2 心肌保护 程建忠等^[29]研究表明, 虎杖苷具有降低总胆固醇 (TC)、TG、 β -脂蛋白及升高 α -脂蛋白的作用, 可以改善心肌缺血大鼠心脏功能; 病理组织学显示, 虎杖苷可减轻高脂血症大鼠心肌纤维结构的异常改变。虎杖苷对缺血受损心肌具有保护作用, 其作用与降低大鼠胆固醇含量, 改善高脂血症脂代谢紊乱有关。

2.5.3 抗休克、改善微循环 王兴民^[30]研究表明, 虎杖苷能够显著延长重症休克大鼠存活时间。使用线粒体保护剂可以减轻重症休克的损伤, 在 3 种检测的药物中, 虎杖苷的保护效应最为明显。

2.6 抗肿瘤

张玉松^[31]研究表明, 虎杖苷具有广谱的抑制肿瘤细胞增殖的作用, 且虎杖苷对正常细胞的毒性较小。虎杖苷还可以抑制裸鼠移植瘤的生长, 所以可以推测对动物毒副作用较小。通过导致细胞周期 S 期阻滞及诱导凋亡, 虎杖苷发挥其抗肿瘤作用。在不显著影响细胞生长浓度的下, 在体外虎杖苷可抑制肺癌和乳腺癌细胞的迁移、贴壁能力和侵袭能力, 其抑制乳腺癌转移能力的机制可能与下调 N-钙黏着蛋白 (cadherin) 蛋白的表达, 上调 E-链蛋白 (catenin)、E-钙黏着蛋白蛋白有关。虎杖苷对脂多糖 (LPS) 诱导巨噬细胞后晚期炎症因子 HMGB1 及多种早期炎症因子的产生没有显著的影响。管秋香^[32]通过 MTT 法测定了虎杖中白藜芦醇丙烯酰胺

类衍生物对人乳腺癌 MCF-7 细胞株、肺腺癌 A549 细胞株和小鼠黑色素瘤 B16-F10 细胞株的抗增殖活性,结果显示这类化合物对这 3 种肿瘤细胞均表现出良好的抗增殖活性。另外,测定了白藜芦醇甲酰胺类衍生物对人肝癌 Smmc7721 细胞株和胃癌 SGC7901 细胞株的抗增殖活性,结果显示这类化合物对这两种肿瘤细胞均表现出良好的抗增殖活性,并强于阳性对照 5-氟尿嘧啶。

2.7 抗氧化

武容等^[33]通过剪取新生 SD 大鼠左心室,采用差速贴壁法分离并培养心肌细胞和成纤维细胞,将培养成功的成纤维细胞和心肌细胞均分为 5 组,即正常对照组、虎杖苷对照组 (10~4 mol/L)、模型组 [10~6 mol/L 异丙肾上腺素 (ISO)]、虎杖苷低浓度组 (10~5 mol/L+ISO 10~6 mol/L) 和虎杖苷高浓度组 (10~4 mol/L+ISO 10~6 mol/L),进行相应干预。孵育 2 d 后,采用考马斯亮兰法测定心肌细胞蛋白质含量,并测定其超氧化物歧化酶 (SOD) 和谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-Px) 活性;测定成纤维细胞增殖及其培养液中 SOD 和 GSH-Px 及一氧化氮 (NO) 浓度。结果表明与正常对照组比较,模型组可诱导心肌细胞蛋白含量增多,明显降低 SOD 及 GSH-Px 活力 ($P<0.05$);与模型组比较,虎杖苷高低浓度组心肌细胞蛋白含量均明显降低,且 SOD 及 GSH-Px 活力明显升高 ($P<0.05$);虎杖苷高浓度对 GSH-Px 活性的升高明显较低浓度强,差异有统计学意义 ($P<0.05$)。与正常对照组比较,模型组可诱导成纤维细胞增殖,明显降低 SOD 及 GSH-Px 活力和 NO 含量 ($P<0.05$);与模型组比较,虎杖苷高浓度组能抑制成纤维细胞的增殖,显著升高 NO 含量和 SOD 及 GSH-Px 活力 ($P<0.05$)。说明虎杖苷对 ISO 诱导的乳鼠心肌细胞肥大和成纤维细胞增殖有一定对抗作用,其作用机制与其抗氧化作用以及影响 NO 生成有关。

2.8 改善阿尔茨海默病症状

朱伟等^[34]采用侧脑室注射 β -淀粉样蛋白片段 1-42 (A β 1-42) 建立阿尔茨海默病小鼠模型,通过 Morris 水迷宫实验检测小鼠学习记忆能力,使用试剂盒检测小鼠脑组织总抗氧化能力、乙酰胆碱酯酶活性、丙二醛和 NO 含量。结果表明,虎杖醇提物、水提物均不同程度地改善模型小鼠的学习记忆能力,提高总抗氧化能力,以醇提物效果更好;醇提物还能抑制乙酰胆碱酯酶活性,降低丙二醛和 NO

含量。结果表明虎杖提取物能改善 A β 致阿尔茨海默病小鼠模型的学习记忆能力,其作用机制可能与抗氧化、减少炎症介质的产生和调节胆碱能系统等多方面综合作用有关。

2.9 抗艾滋病

蒋岩等^[35]以脾指数、病毒抗原阳性细胞、血清 IgG 和脾细胞对刀豆蛋白 A 的刺激应答为指标,用 LPBMC57BL/6 鼠艾滋病模型验证了虎杖水提液具有抗病毒、抗癌作用。

2.10 其他作用

罗中华等^[36]在对虎杖的研究中,发现虎杖还有免疫功能调节作用。莫国玉等^[37]用急性肺损伤动物模型证实虎杖对肺损伤有保护作用。与虎杖配伍的中药能改善小鼠受损伤的免疫功能^[38]。虎杖与其他中药合用治疗肝损害的试验研究表明,这些含虎杖的复方制剂均能不同程度地降低肝损害时丙氨酸氨基转移酶 (ALT) 水平,对肝细胞有保护作用^[39]。

3 结语

虎杖中主要含有蒽醌类、二苯乙烯类、黄酮类、香豆素类以及一些脂肪酸类化合物;虎杖具有多种药理作用,包括抗炎、抗病毒、抗菌、调血脂、抗血栓、改变血流变、扩张血管、保护心肌、抗氧化、抗肿瘤,改善阿尔茨海默病及预防艾滋病等作用。现有研究表明,虎杖含有多种活性成分,具有广泛药理活性,而且其植物资源量大,是一味极具开发价值和前景的中药材。以后应多开展动物在体药理实验,并深入探讨其作用机制,进而为推动临床研究与应用奠定基础。

参考文献

- [1] 张喜云. 虎杖的化学成分、药理作用与提取分离 [J]. 天津药学, 1999, 11(3): 13-14.
- [2] 杨航, 尹春梅, 焦连庆, 等. 虎杖药材的 HPLC-DAD-ELSD 指纹图谱研究 [J]. 中草药, 2015, 46(12): 1830-1835.
- [3] Kiyohsi T, Michiko Y. Studies on the constituents of *Polygonaceae* plants. III. constituents of Ko-jo-kon [J]. *Yakugaku Zasshi*, 1954, 74(4): 379-382.
- [4] 孙印石, 王建华. 虎杖花的化学成分研究 [J]. 中草药, 2015, 46(15): 2219-2222.
- [5] 张新风, 李翠环, 裴基焕. 大虎杖花蒽醌类化学成分的鉴定 [J]. 浙江林学院学报, 2005, 22(2): 185-187.
- [6] Yoshuiiki U, Mitsugi K, Kimiye B, et al. New constituents of roots of *Polygonum cuspidatum* [J].

- Planta Med*, 1983, 48(3):164-168.
- [7] 华燕, 周建于, 倪伟, 等. 虎杖的化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 13(6): 16-18.
- [8] 梁永峰. 陇东虎杖化学成分研究 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36(29): 12736-12737.
- [9] Gamini S J, Hiranthi J, Eung-Seok L, et al. Kinaseinhibitors from *Polygonum pidatum* [J]. *J Nat Prod*, 1993, 56(10): 1805-1810.
- [10] 金雪梅, 金光洙. 虎杖的化学成分研究 [J]. 中草药, 2007, 38(10): 1446-1448.
- [11] 国家中医药管理局,《中华本草》编委会. 中华本草 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999.
- [12] 张海防, 窦昌贵, 刘晓华, 等. 虎杖提取物抗炎作用的实验研究 [J]. 药学进展, 2003, 27(4): 230-233.
- [13] 肖婷, 张春梅, 张晓纯, 等. 虎杖与山楂提取物配伍对颈动脉粥样硬化斑块稳定性的干预研究 [J]. 海峡药学, 2015, 27(4): 118-119.
- [14] 王志洁. 虎杖大黄素抗 HSV-2, CVB3 病毒的作用初探 [J]. 安徽中医药学院学报, 1999, 18(3): 42-44.
- [15] Susan J, Simon M P, Geoffrg D. R R, et al. *In vitro* antiviral activity of the anthraquinone chrysophani acid aqinet poliovirus [J]. *Antiviral Res*, 2001, (49): 169-175.
- [16] Raymond F S, Chuay K C, J. Kamesh B, et al. Anthraquinones as a new class of antiviral agents against human immunodeficiency virus [J]. *Antiviral Res*, 1990, (13): 265-268.
- [17] Sydisk-is R J, Owen D C, Lohr J I, et al. Inactivation of enveloped viruses by anthraquinones extracter from plants [J]. *Antimicrob Agents Chemother*, 1991(35): 2463-2469.
- [18] 王万骞, 黄晨, 陈本龙. 七种鞣质类中药提取物的抗菌作用 [J]. 食品安全质量检测学报, 2015, 6(2): 457-465.
- [19] 朱廷儒, 王素贤, 裴月湖, 等. 中药虎杖抗菌活性成分的研究 [J]. 中草药, 1985, 16(3): 21.
- [20] 李波, 李雄英, 吕圭源, 等. 复方虎杖提取物对高脂血症模型大鼠血脂水平和动脉硬化指数的影响 [J]. 中药新药与临床药理, 2014, 25(3): 260-263.
- [21] 孔晓龙, 郭梅红, 黄兴振, 等. 虎杖降脂颗粒对高脂血症大鼠降脂作用机理的初步研究 [J]. 海峡药学, 2015, 27(7): 24-27.
- [22] 王瑜, 孙晓东, 于小江, 等. 虎杖苷抗血栓形成及改善微循环的研究 [J]. 陕西中医, 2003, 24(7): 663-665.
- [23] 王君. 虎杖苷对大鼠急性脑出血损伤的干预作用研究 [D]. 北京: 北京中医药大学, 2013.
- [24] 楼锦英, 陈素红, 李雄英, 等. 复方虎杖提取物对高脂饲料致大鼠高血脂症模型血液流变学的影响 [J]. 浙江中医杂志, 2014, 49(4): 272-274.
- [25] 王辉, 叶同生, 陈素华, 等. 虎杖不同配伍对糖尿病肾病大鼠糖、脂代谢及血液流变学指标的影响 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(12): 181-184.
- [26] 陈鹏, 胡晓立, 雷伟亚, 等. 虎杖苷对血栓形成及血小板与中性粒细胞间相互作用的影响 [J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2006, 28(4): 364-368.
- [27] 王跃忠, 黄子楷, 张佩文. 3,4',5-三羟基芪-3- β -单-D-葡萄糖苷抑制血小板组胺诱导的兔主动脉条收缩 [J]. 第一军医大学学报, 1994, 14(3): 164-166.
- [28] 吴阳, 黄波, 杨鑫, 等. 虎杖苷扩血管作用及机制初探 [J]. 时珍国医国药, 2014, 25(10): 2336-2338.
- [29] 程建忠, 刘培根, 陈向凡, 等. 虎杖苷对缺血梗死型大鼠的心肌保护作用研究 [J]. 中国医药指南, 2013, 11(35): 357-358.
- [30] 王兴民. 线粒体损伤在重症休克中作用及虎杖苷治疗 [D]. 南京: 南方医科大学, 2013.
- [31] 张玉松. 虎杖苷抗肿瘤作用及机制研究 [D]. 苏州: 苏州大学, 2013.
- [32] 管秋香. 白藜芦醇酰胺类衍生物的合成及抗肿瘤活性评价 [D]. 合肥: 合肥工业大学, 2014.
- [33] 武容, 郭娟, 王会琳, 等. 虎杖苷对体外培养乳鼠心肌细胞肥大及成纤维细胞增殖的影响 [J]. 2015, 49(3): 76-80.
- [34] 朱伟, 李志, 张丹. 虎杖改善阿尔茨海默病小鼠模型的学习记忆能力及作用机制研究 [J]. 陕西医学杂志, 2014, 43(12): 1574-1581.
- [35] 蒋岩, 王红霞, 鲍作义, 等. 用鼠艾滋病模型评价虎杖水提液的抗病毒作用 [J]. 中国病毒学, 1998, 13(4): 306-311.
- [36] 罗中华, 黄文华, 刘敬, 等. 几种中药对烫伤小鼠中性粒细胞的作用 [J]. 解放军医学杂志, 1994, 19(4): 271-273.
- [37] 莫国玉, 金丽娟, 金春华, 等. 虎杖有效成分白藜芦醇苷对大鼠内毒素性肺损伤的保护作用 [J]. 中国病理生理杂志, 1993(2): 319-320.
- [38] 何保斌, 罗中华, 刘敬, 等. 三味中药配伍应用对改善小鼠受损伤免疫功能的作用 [J]. 第三军医大学学报, 2001, 23(20): 1164-1166.
- [39] 陈志春, 段小波. 健肝胶囊保肝降酶及抗乙肝病毒作用 [J]. 中药新药与临床药理, 1997, 8(3): 147.