

虎杖的有效成分及临床应用的研究进展

束思蕊¹, 杨善军^{2*}

¹黑龙江中医药大学第二临床医学院, 黑龙江 哈尔滨

²黑龙江中医药大学附属第二医院肺病科, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2025年4月19日; 录用日期: 2025年6月2日; 发布日期: 2025年6月18日

摘要

虎杖作为传统中药, 中医认为其具有利胆退黄、清热解毒、散瘀止痛、泻热通便、止咳化痰之功效。现代研究表明其有效成分复杂, 包括二苯乙烯类、蒽醌类、黄酮类、苯丙素类等, 具有抗炎、降低血管通透性、保护血管内皮、抗癌等作用, 作用于多个器官, 起到保护心肌、拮抗哮喘、抗肺水肿、抑制肝纤维化、保护肾小管上皮细胞等功效, 可广泛用于治疗炎症、病毒性、细菌感染性及神经退行性疾病, 具有极高的临床药理价值。

关键词

虎杖, 化学成分, 药理作用, 临床应用

Research Progress on the Active Components and Clinical Application of *Polygonum cuspidatum*

Sirui Shu¹, Shanjun Yang^{2*}

¹The Second Clinical College, Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang

²Department of Lung Disease, The Second Affiliated Hospital of Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang

Received: Apr. 19th, 2025; accepted: Jun. 2nd, 2025; published: Jun. 18th, 2025

Abstract

As a traditional Chinese medicine, *Polygonum cuspidatum* is believed to have the effects of promot-

*通讯作者。

文章引用: 束思蕊, 杨善军. 虎杖的有效成分及临床应用的研究进展[J]. 中医学, 2025, 14(6): 2400-2406.
DOI: 10.12677/tcm.2025.146356

ing bile flow, reducing jaundice, clearing heat and detoxifying, dispersing blood stasis and relieving pain, clearing heat and promoting bowel movements, and relieving cough and phlegm. Modern research has shown that its active ingredients are complex, including stilbenes, anthraquinones, flavonoids, phenylpropanoids, etc. It has anti-inflammatory, vascular permeability reducing, endothelial protective, anti-cancer and other effects. It acts on multiple organs, protecting the heart muscle, antagonizing asthma, anti pulmonary edema, inhibiting liver fibrosis, protecting renal tubular epithelial cells, etc. It can be widely used to treat inflammation, viral, bacterial infectious and neurodegenerative diseases, and has high clinical pharmacological value.

Keywords

Polygonum cuspidatum, Chemical Composition, Pharmacological Action, Clinical Application

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

虎杖为蓼科多年生草本植物,根茎粗壮横走,外皮呈黄棕色。《本草纲目》中解释其名曰:“杖言其茎,虎言其斑也。”《名医别录》则描述其:“此状如大马蓼,茎斑而叶圆。”虎杖以干燥根及根茎入药,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、泻热通便、止咳化痰之功效。现代研究表明,虎杖中含有二苯乙烯类、蒽醌类、黄酮类、苯丙素类等成分,可广泛应用于治疗炎症、病毒性、细菌感染性及神经退行性疾病。

2. 虎杖的化学成分

根据目前报道,虎杖中含有 80 多种化合物,有效成分主要包括二苯乙烯类、蒽醌类、黄酮类、苯丙素类等[1]。① 二苯乙烯类:主要包括白藜芦醇和虎杖苷,均有正反式异构体;② 醌类:以蒽醌及其苷类为主,以 9,10-蒽醌最常见,常见化合物包括:大黄素、大黄酸、大黄酚、芦荟大黄素等;③ 黄酮类:主要包括芹菜素、山奈酚、槲皮素、紫云英苷类等;④ 鞣质类:主要包括儿茶素、表儿茶素、蒜头果素 c 等;⑤ 酚和酚酸类:主要包括异直蒎苷、决明松、原儿茶酸、枸橼酸等;⑥ 苯丙素类:主要包括咖啡酸、阿魏酸、绿原酸、香豆素等[2];⑦ 其他:主要包括香豆素类化合物、木脂素类、甾体类等[3]。

3. 虎杖的药理作用

3.1. 抗炎作用

虎杖能够抑制机体炎症反应程度,降低炎症反应对机体的损害。虎杖中的有效成分多糖、虎杖苷等通过作用于 NF- κ B、TNF- α 等信号通路,降低炎症因子,从而起到抗炎作用。虎杖中的酸性多糖通过作用于 TLR4、MyD88、NF- κ B 信号通路,降低了小鼠血清、结肠组织炎症细胞因子 IL-6、IL-1 β 、IL-18 和 TNF- α 水平,从而抑制小鼠体内的免疫反应。另一方面,酸性多糖还通过降低活性酶 MPO 的活性,从而抑制由中性粒细胞和巨噬细胞引起的炎症反应。此外,酸性多糖还可通过降低炎症细胞因子 IL-6、IL-1 β 、IL-18 和 TNF- α -mRNA 的含量以发挥抗炎作用[4]。王文佳等人[5]通过实验发现虎杖苷能抑制小鼠血清中的炎症因子 hs-CRP、IL-1 β 、IL-6,以及降低主动脉 TNF- α 、NF- κ B-p65 mRNA 及 IFN- γ 、TNF- α 、NF- κ B-p65 蛋白表达从而减轻炎症反应。Husam Ghanim 等人[6]发现虎杖提取物能够抑制 NF- κ B 的结合途径,

降低血浆中 TNF- α 、IL-6、IL-1 β 等的浓度, 进而抑制炎症反应。

3.2. 降低血管通透性

虎杖通过作用于多重信号通路, 抑制相关蛋白的表达, 从而降低血管通透性, 减少炎症介质、血浆、蛋白等进入细胞间隙, 减轻机体损害。杨豪杰等人[7]研究发现, 虎杖苷可以通过抑制 Src 表达, 调控 Src/VE-cadherin 信号通路, 从而达到降低血管通透性的作用; 李涛等人[8]通过实验, 发现虎杖苷能够抑制 cytochrome c 及 smac 的释放、改善 β -catenin 的裂解、保护肠系膜微静脉内皮细胞线粒体, 通过减少线粒体促凋亡蛋白释放及下游 caspase-3 激活等途径, 从而降低血管通透性; 蔡淑敏等人[9]研究发现, 虎杖苷能够降低 BAX 表达, 增加 Bcl-2 蛋白表达, 从而调控线粒体通透性转变孔, 降低血管通透性; 另一方面还可以通过抑制 caspase-3 激活, 以此降低血管通透性。

3.3. 保护血管内皮

虎杖通过作用于 AMPK 等多种信号通路, 抑制相关蛋白活性, 从而减轻机体受损时血管内皮的损害程度。赵梦涵等人[10]通过实验发现, 虎杖通过抑制血管内皮细胞泡沫化, 降低泡沫细胞 ROS 的表达、升高泡沫细胞 MOD 和 GSH 含量、降低泡沫细胞 MAD 含量等途径, 以此来保护血管内皮。刘世芬等人[11]经过研究得出虎杖苷能够通过 AMPK 途径抑制 mTOR 的活性, 从而保护血管内皮。

3.4. 抗癌

虎杖能够对多种肿瘤细胞起到抑制作用。通过作用于 STAT3、Akt 等信号通路, 影响相应蛋白水平, 从而抑制肿瘤细胞。虎杖苷能够下调 N-cadherin 蛋白, 上调 E-cadherin 蛋白抑制细胞 EMT 过程, 还通过上调 miR-877-5p 表达, 从而抑制肝癌细胞的迁移、增殖[12], 虎杖还可通过抑制 STAT3 信号通路的活化, 从而逆转 EMT, 以此抑制肿瘤细胞的增殖[13]。

3.5. 其他作用

虎杖苷能够抑制黑色素的形成。虎杖苷能浓抑制黑色素合成酶酪氨酸酶的 mRNA、酪氨酸酶相关蛋白 1、2 及相关转录因子的表达, 以此来抑制黑色素的形成[14]。虎杖还能够调节代谢, 在治疗糖尿病和高脂血症中, 虎杖能够起到降血糖和降血脂作用[5] [15]。

4. 虎杖对各个器官的作用

4.1. 心脏

研究表明虎杖能够在机体受到外来刺激时, 从各方面保护心脏。虎杖苷通过抑制 TGF- β /Smad/ERK 信号通路降低了 TGF- β 1、p-Smad2/3 和 p-ERK1/2 蛋白表达, 抑制了 COL-I 和 COLIII 的表达, 抑制了心肌组织中的胶原沉积。通过降低 TNF- α 和 IL-6 水平, 减轻心肌炎症反应, 从而减轻心肌纤维化程度, 进而抑制心肌梗死的程度[16]。虎杖苷还可降低炎症因子、清除自由基、抗氧化、降低趋化因子 MCP-1 与 AS 与黏附因子 ICAM-1 和 VCAM-1 的含量, 从而缓解血管内皮的损伤, 降低血管斑块形成, 从而拮抗动脉粥样硬化的进程[17]。

4.2. 肺

虎杖对肺的作用主要体现在其有效成分能通过调控细胞凋亡进程、减轻炎症反应、降低相应蛋白含量, 从而缓解肺组织的受损害程度, 在多种呼吸系统疾病中起到治疗作用。虎杖苷能够与 AQP1 相结合, 降低肺组织原代细胞的凋亡水平、促炎细胞因子 TNF- α 、IL-1 β 水平, 改善肺水肿[18]。虎杖苷还可通过

作用于 AMPK/Nrf2/HO-1 信号通路, 降低 IFN- γ 、IL-4、IL-5、IL-13 细胞因子减轻炎症反应, 通过抑制 HYP 的表达以减轻胶原蛋白的沉积, 抑制 α -SMA 表达以减弱支气管平滑肌增生等途径, 从而改善支气管哮喘[19]。有研究表明, 虎杖苷通过降低 HMGB1、NF- κ B-p65 蛋白, 提高抑炎因子 AMPK α 、p-AMPK α 水平等途径, 减轻肺纤维化程度[20]。虎杖中的大黄素可降低 PTHLH mRNA 和 PTHrP 蛋白水平, 减轻了 NCI-H358、A549 和 LLC1 细胞中 TGF- β 1 诱导的 PTHLH mRNA 表达的上调, 以此减轻肺癌恶病质损害机体的程度[21]。

4.3. 肝

肝损伤是多种肝疾病发病的基础, 很多研究表明, 虎杖对肝脏的损伤有拮抗作用。虎杖总黄酮通过作用于炎症通路 TNF- α /NF- κ B-p65, 降低血清中 TNF- α 、IL-6 炎症因子水平降低炎症反应, 同时降低 Hsp 90 活性以起到肝脏保护的药理学机制[21]。虎杖苷可通过降低血清中 TG 和 LDL 含量, 减轻肝损伤。还可通过抑制肝细胞凋亡、减轻内质网应激、抑制细胞自噬等途径缓解非酒精性脂肪肝的进展[22]。白藜芦醇苷增加 BRL-3A 和 HepG 2 细胞(24 h)中核 Nrf 2 以及 GST、HO-1 和 NQO 1 的蛋白水平, 但不增加总 Nrf2 的蛋白水平, 抑制 NLRP 3 炎性体活化。此外白藜芦醇还可增加 BRL-3A 和 HepG 2 细胞中靶向 Keap 1 的 miR-200 a 表达以激活 Nrf 2 抗氧化途径, 以此减轻非酒精性脂肪肝的发展及危害[23]。肝纤维化是慢性肝脏疾病发展为肝硬化的必经阶段, 而虎杖的有效成分——大黄素甲醚通过抑制 bcl-2、Bax 的表达量从而抑制 HSC-T6 细胞增殖, 缓解肝纤维化的进展[24]。虎杖苷还可通过降低 E-cadherin、升高 E-cadherin 蛋白, 抑制 EMT 过程, 从而达到抑制肝癌细胞的迁移与侵袭的作用[12]。

4.4. 肾

肾脏疾病具有知晓率低、发病率高、治疗率低的特点, 而一旦任由其发展, 到慢性肾衰竭地步, 治疗及预后都不理想。相关研究证实, 虎杖中的有效成分通过不同的途径在肾脏疾病中起到多种治疗作用。虎杖苷通过作用于沉默信息调节因子 2 相关酶 3, 减轻脓毒症急性肾损伤的小鼠肾小管上皮细胞 ROS 水平, 改善线粒体内心磷脂合成酶 1 的表达, 促进心磷脂的合成, 从而改善肾功能[25]。虎杖苷对于高糖诱导的肾小管上皮细胞损伤也有一定的缓解作用。虎杖苷通过降低 circ_0084043 水平, 上调 miR-31 的表达来抑制氧化应激与细胞凋亡, 使肾小管上皮细胞免受高糖损伤[26]。虎杖苷还可通过作用于 TGF- β 1/Smad 信号通路, 抑制 EMT 过程, 减少 EMC 蛋白: α -SMA 及 Collagen I 的分泌, 从而发挥抗肾间质纤维化的作用[27]。

4.5. 其他

除了保护人体重要器官, 近些年的研究表明虎杖在过敏性疾病、眼科疾病、骨科疾病, 甚至癌症领域都能发挥其作用。虎杖能够通过作用于 NLRP3/Caspase-1 通路, 降低血清炎性细胞因子, 降低 IL-6、TNF- α 、IL-17 及血清 IgE 水平, 升高 IL-10 水平, 升高鼻黏膜组织 Occludin 和 Claudin-1 蛋白表达水平, 以此减轻过敏性鼻炎[28]。冯冰等人[29]研究发现, 虎杖苷可通过作用于 TGF- β /Smads 信号通路减轻 LEC 凋亡率, 降低 LEC 中 α -SMA、Bax 蛋白表达, 升高 Bcl-2 蛋白表达, 从而缓解白内障大鼠晶状体上皮细胞的损伤。虎杖苷还可通过 SIRT1/FoxO1 信号通路升高 SIRT1、FoxO1 蛋白水平, 增多骨小梁与成骨细胞从而促进骨质疏松性骨折恢复[30]。接受长期糖皮质激素治疗人群, 有相当大一部分饱受股骨头坏死的烦恼, 而白藜芦醇激活 β -连环蛋白和 RUNX2, 这是诱导 MSC 形成骨的必需转录因子, 进而诱导成骨细胞标志物 DLX5、骨桥蛋白、I 型胶原和骨钙素的表达, 以此促进 hBMSCs 的增殖和成骨分化[31]。研究发现, 虎杖苷可通过作用于 TLR4/MyD88/NF- κ B 信号通路促进 SiHa 细胞凋亡, 减轻 SiHa 细胞上清 IFN- γ 、TNF- α 和 I- β 水平, 降低 N-cadherin、Vimentin 蛋白表达水平, 提升 E-cadherin 蛋白表达水平, 从而

抑制宫颈癌增殖、迁移及侵袭过程[32]。王琪等人[13]研究发现, 虎杖苷还可通过抑制 STAT3 信号通路的活化, 逆转 EMT, 降低人结肠癌 SW480 细胞的增殖率, 降低 α -SMA 及波形蛋白的表达水平, 从而抑制结肠癌的增殖、迁徙及侵袭过程。

5. 毒副作用及安全性

虎杖中的鞣质、大黄素等成分可能对肝肾造成负担, 研究表明, 长期大剂量服用可能导致肝损伤[33]或对肾脏产生一定的毒性[34]。亚急性毒性实验中[35], 长期腹腔注射虎杖甙和白藜芦醇甙的各组动物均有不同程度的肝细胞坏死和腹膜炎以及骨髓脂肪增生, 大剂量组出现白细胞减少。尹春春的体外神经毒性实验证实[36], 虎杖的水溶性成分质量浓度达到 300、400 $\mu\text{g/mL}$ 时对神经细胞分别产生一般毒性和神经毒性。

6. 未来研究方向与建议

现代有关虎杖的研究多基于个案或小样本临床观察, 缺乏大规模随机对照试验支持, 其疗效和安全性仍需更严格的验证。在新兴研究领域中, 虎杖提取物通过抑制 JAK/STAT 信号通路改善特应性皮炎, 为其在皮肤炎症治疗中的应用提供了分子机制支持[37], 但其动物实验(如小鼠模型)的结果需进一步验证于人体, 其毒副作用及安全性尚未明晰, 且提取物的标准化制备和成分稳定性尚未解决。与此同时, 虎杖中的蒽醌类成分(如大黄素)长期或过量使用可能对肝脏造成负担[38], 但现有研究对毒性机制和安全性阈值的探讨不足。

7. 小结

综上, 虎杖具有抗炎、抗氧化应激、保护血管内皮细胞、抗癌等药理作用, 对机体则有降糖降脂、保护心肌、拮抗哮喘、抗肺水肿、抑制肝纤维化、保护肾小管上皮细胞等作用。虎杖的药理学作用和复杂的有效成分具有较高的研究和应用价值, 但目前对于虎杖的研究还不够深入, 其有效成分的安全性及毒理研究尚不充分, 仍停留在动物实验之上, 提取物的标准化制备和成分稳定性也需要进一步完善, 并且未根据其药理作用研制出用于临床的有效新药。虎杖作为传统中药, 其疗效与风险并存。合理使用需严格遵循剂量、疗程及配伍原则, 并在专业医师指导下进行。未来需更多临床研究以明确其安全剂量范围和长期影响机制。

基金项目

黑龙江省自然科学基金项目(项目编号: LH2020H100)。

参考文献

- [1] 李宇航. 虎杖药材产地适宜性及种子质量评价研究[D]: [硕士学位论文]. 合肥: 安徽中医药大学, 2023.
- [2] 侯淇允, 张林林, 郝艳琦, 等. 虎杖研究进展及质量标志物预测[J]. 中国现代中药, 2024, 26(5): 912-926.
- [3] 梁明辉. 中药虎杖的研究进展[J]. 中国医药指南, 2019, 17(10): 47+54.
- [4] 晏红. 虎杖酸性多糖对小鼠溃疡性结肠炎的疗效观察[D]: [硕士学位论文]. 雅安: 四川农业大学, 2023.
- [5] 王文佳, 柯尊丽, 赵梦涵, 等. 虎杖苷对高脂血症小鼠氧化应激和炎症的干预作用及机制[J]. 时珍国医国药, 2024, 35(1): 44-48.
- [6] Ghanim, H., Sia, C.L., Abuaysheh, S., Korzeniewski, K., Patnaik, P., Marumganti, A., *et al.* (2010) An Antiinflammatory and Reactive Oxygen Species Suppressive Effects of an Extract of *Polygonum cuspidatum* Containing Resveratrol. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, **95**, E1-E8. <https://doi.org/10.1210/jc.2010-0482>
- [7] 杨豪杰, 王振宣, 刘华. 清热利湿方及虎杖苷对 SD 大鼠肛旁创面肉芽组织血管通透性及 Src、VE-cadherin 细胞

- 因子表达的动态影响[J]. 吉林中医药, 2018, 38(5): 569-572.
- [8] 李涛. 虎杖苷在烧伤血管通透性增高及肺损伤中的保护作用[D]: [硕士学位论文]. 广州: 南方医科大学, 2014.
 - [9] 蔡淑敏. 虎杖苷通过抑制细胞内在凋亡信号改善内毒素介导的血管通透性增加[D]: [硕士学位论文]. 广州: 南方医科大学, 2014.
 - [10] 赵梦涵, 刘婷, 范超文, 等. 基于 Nrf2/HO-1 通路探讨虎杖含药血清对血管内皮细胞铁死亡的干预作用[J]. 中药材, 2023(11): 2831-2836.
 - [11] 刘世芬, 丁玉峰, 牛建一, 等. 虎杖苷对脓毒血症肾损伤大鼠的肾小球血管内皮的保护作用[J]. 中国临床药理学杂志, 2018, 34(3): 297-299+311.
 - [12] 戴鹏, 戴丽, 李德龙, 等. 虎杖苷上调 miR-877-5p 抑制肝癌 Huh-7 细胞增殖、迁移及侵袭[J]. 解剖学研究, 2023, 45(5): 441-446.
 - [13] 王琪, 蒲铃铃, 兰景彬, 等. 虎杖苷对结肠癌细胞迁移、侵袭能力的干预效果及其可能分子机制[J]. 广西医学, 2023, 45(21): 2611-2616.
 - [14] Jeong, E.T., Jin, M.H., Kim, M., Chang, Y.H. and Park, S.G. (2010) Inhibition of Melanogenesis by Piceid Isolated from *Polygonum cuspidatum*. *Archives of Pharmacal Research*, **33**, 1331-1338. <https://doi.org/10.1007/s12272-010-0906-x>
 - [15] 马宁珠, 周先泰, 张建国, 等. 虎杖多糖对链脲佐菌素诱导糖尿病模型的降血糖作用研究[J]. 海峡药学, 2023, 35(7): 13-17.
 - [16] 王天光, 陈泽伦, 赵朝阳, 等. 虎杖苷抑制 TGF- β /Smad/ERK 信号通路挽救急性心肌梗死大鼠心肌纤维化[J]. 现代免疫学, 2024, 44(1): 39-44+50.
 - [17] 林园园. 虎杖苷对动脉粥样硬化 ApoE $^{-/-}$ 小鼠血管功能的影响[J]. 中国当代医药, 2018, 25(11): 21-24.
 - [18] 张钦钦, 曾梦楠, 张贝贝, 等. 虎杖苷对角叉菜胶致肺水肿大鼠的干预作用研究[J]. 中药新药与临床药理, 2023, 34(7): 878-886.
 - [19] 赵雨喆. 虎杖苷通过 AMPK/Nrf2/HO-1 通路改善哮喘小鼠气道炎症及气道重塑[D]: [硕士学位论文]. 延吉: 延边大学, 2019.
 - [20] 张正菊, 焦扬, 刘慧, 等. 虎杖苷对间质性肺病模型小鼠免疫炎性代谢性损伤的影响[J]. 世界中西医结合杂志, 2024, 19(2): 288-296.
 - [21] Xu, L., Huang, G., Guo, X., Zhou, Q. and He, S. (2019) Total Flavonoids, Extracted from *Polygonum knotweed* L, Exert Beneficial Hepatoprotection against Liver Injury. *Journal of Cellular Biochemistry*, **120**, 12677-12683. <https://doi.org/10.1002/jcb.28535>
 - [22] 王懿, 杨志勇, 李书芹, 等. 虎杖苷对非酒精性脂肪性肝细胞内质网应激的调控机制[J]. 解剖学研究, 2023, 45(1): 57-62.
 - [23] Zhao, X., Yu, H., Yang, Y., Wu, W., Chen, T., Jia, K., *et al.* (2018) Polydatin Prevents Fructose-Induced Liver Inflammation and Lipid Deposition through Increasing Mir-200a to Regulate Keap1/Nrf2 Pathway. *Redox Biology*, **18**, 124-137. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2018.07.002>
 - [24] 潘亭. 中药虎杖活性成分的分离及抗肝纤维化作用研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 南方医科大学, 2018.
 - [25] 雷小保, 丁琼蕾, 李涛, 等. 虎杖苷对脓毒症急性肾损伤小鼠线粒体心磷脂合成的影响及机制[J]. 热带医学杂志, 2022, 22(7): 906-909+1033.
 - [26] 程延娜, 马居里, 于小勇. 虎杖苷通过调控 circ_0084043/miR-31 轴对高糖诱导的肾小管上皮细胞损伤的影响[J]. 中国中西医结合肾病杂志, 2023, 24(2): 130-133.
 - [27] 段艳华, 陈云祥, 郑高利, 等. 基于 TGF- β 1/Smad 信号通路初步探讨虎杖醇提物对腺嘌呤诱导小鼠肾间质纤维化的改善作用[J]. 中国实验动物学报, 2023, 31(1): 10-19.
 - [28] 高琼, 牛笛. 虎杖苷对过敏性鼻炎小鼠炎症反应的作用及机制[J]. 中国临床药理学杂志, 2023, 39(20): 2951-2955.
 - [29] 冯冰, 梁明明, 钟祖斌. 虎杖苷在白内障大鼠晶状体上皮细胞损伤中的作用机制[J]. 眼科新进展, 2023, 43(9): 692-696.
 - [30] 李明哲, 罗国厂, 张仲博, 等. 虎杖苷促进大鼠骨质疏松性骨折的作用及对 SIRT1/FoxO1 信号通路的影响[J]. 中国骨质疏松杂志, 2023, 29(8): 1154-1159.
 - [31] Chen, X., Shen, Y., He, M., Yang, F., Yang, P., Pang, F., *et al.* (2019) Polydatin Promotes the Osteogenic Differentiation of Human Bone Mesenchymal Stem Cells by Activating the BMP2-Wnt/ β -Catenin Signaling Pathway. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, **112**, Article ID: 108746. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2019.108746>
 - [32] 王晓暖, 吴颖, 邱慧玲. 虎杖苷调控 TLR4/MyD88/NF- κ B 通路对宫颈癌上皮间质转化、迁移和侵袭的影响[J]. 中

- 国优生与遗传杂志, 2023, 31(7): 1353-1359.
- [33] Kang, L., Si, L., Rao, J., Li, D., Wu, Y., Wu, S., *et al.* (2017) Polygoni Multiflori Radix Derived Anthraquinones Alter Bile Acid Disposition in Sandwich-Cultured Rat Hepatocytes. *Toxicology in Vitro*, **40**, 313-323.
<https://doi.org/10.1016/j.tiv.2017.01.022>
- [34] 黄婉奕, 李彦桥, 蒋晴, 等. 大黄素对小鼠肾脏毒性表现的凋亡机制[J]. 中国实验方剂学杂志, 2019, 25(11): 42-47.
- [35] 薛岚. 中药虎杖的药理研究进展[J]. 中国中药杂志, 2000(11): 11-13.
- [36] 尹春春. 早期神经毒性体外评价方法的建立及槟榔和虎杖的神经毒性评价[D]: [硕士学位论文]. 镇江: 江苏大学, 2017.
- [37] Shim, K., Song, H., Park, M., Kim, H.J., Jang, S., Kim, T., *et al.* (2024) *Reynoutria japonica* Consisted of Emodin-8- β -D-Glucoside Ameliorates *Dermatophagoides farinae* Extract-Induced Atopic Dermatitis-Like Skin Inflammation in Mice by Inhibiting JAK/STAT Signaling. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, **176**, Article ID: 116765.
<https://doi.org/10.1016/j.biopha.2024.116765>
- [38] Lv, G.P., Meng, L.Z., Han, D.Q., Li, H.Y., Zhao, J. and Li, S.P. (2015) Effect of Sample Preparation on Components and Liver Toxicity of Polygonum Multiflorum. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, **109**, 105-111.
<https://doi.org/10.1016/j.jpba.2015.02.029>