

萹蓄化学成分及药理活性研究进展

陈瑞鑫¹, 梁淞婷¹, 戴忠华², 陈文莉¹, 蒋桂华^{1,3*}, 蒋运斌^{4*}

(1. 成都中医药大学药学院, 中药材标准化重点实验室西南特色中药资源国家重点实验室, 四川成都 611137; 2. 广西中医药大学药学院, 广西南宁 530200; 3. 成都中医药大学民族医药学院, 四川成都 611137; 4. 西南大学药学院·中医药学院, 重庆 400715)

摘要: 荮蓄为蓼科植物萹蓄 *Polygonum aviculare L.* 的干燥地上部分, 是著名的传统中草药, 在泌尿系统疾病的治疗中具有悠久的历史。萹蓄主要活性成分为黄酮及其苷类、酚酸和酯类、挥发油类、甾醇类、醌类、芪类、萜类等, 具有抑菌杀虫、抗糖尿病、抗肥胖、抗衰老、抗炎、抗氧化、抗肿瘤、促进伤口愈合、保肝等多种药理活性。目前与萹蓄相关的研究结果还较为分散, 缺乏全面而系统的综述, 不利于对其研究现状、问题和发展趋势进行快速掌握, 阻碍了萹蓄的药物研发和合理临床应用, 故本文从化学成分和药理活性 2 个方面对萹蓄进行综述, 以期助推萹蓄的药物研发与临床应用。

关键词: 荮蓄; 化学成分; 药理活性

中图分类号: R284.1; R285.5

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2023)06-1929-08

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2023.06.030

萹蓄为蓼科植物萹蓄 *Polygonum aviculare L.* 的干燥地上部分, 收载于历版《中国药典》, 通常在夏季叶茂盛时采收, 除去根和杂质, 晒干作药用, 其味苦, 性微寒, 是安全有效的利尿药和收涩药^[1], 具有利尿通淋、杀虫、止痒等功效, 可用于热淋涩痛、小便短赤、虫积腹痛、皮肤湿疹、阴痒带下等。萹蓄原植物在北温带分布广泛, 常生长于海拔 10~4 200 m 的田边路、沟边湿地; 在河北、山西、四川、河南、江苏等地分布较多^[2], 是一种极具研究和开发价值的中药材^[3], 同时萹蓄也是一种广受欢迎和广泛食用的草本茶、野菜^[4], 其原植物和药材见图 1。

现代研究表明, 荮蓄具有影响泌尿系统、抑菌杀虫、抗糖尿病、抗肥胖、衰老、抗炎、抗氧化、抗肿瘤、促进伤口愈合、保肝等活性^[5-6], 此外, 其在治疗口腔或咽喉轻微炎症方面的应用^[7], 具有研究与开发价值。萹蓄含有黄酮及其苷类^[5]、酚酸^[5]和酯类^[8]、挥发油类^[5]、甾醇类^[5]、醌类^[5]、芪类^[9]、萜类^[5]、苯丙素类^[5]等成分, 其中黄酮类为其主要活性成分^[5]。

本文通过查阅中医药书籍, 并以“*Polygonum aviculare L.*”或“萹蓄”为检索词, 从 Web of Science、GoogleScholar、PubMed、CNKI 数据库中检索 1923 年至 2021 年相关文献, 对萹蓄的化学成分和药理活性进行综述, 以期为萹蓄的药物研发与临床合理应用提供参考。



图 1 荮蓄原植物(左)和药材(右)图

1 传统用途及其他用途

“萹蓄”一名始见于《尔雅》, 作为药品正名首载于《神农本草经》, 是中医临床常用的中药材^[5]。传统上多生用, 《药性论》中载其使用方法为“洗去土, 捣汁服”。而萹蓄的现代炮制也是取原药材, 除去杂质与灰屑, 清水洗净沥干后用机器或人工切成段干燥储存, 与传统使用方法有异曲同工之妙。《尔雅》中将萹蓄记载为一种喜生于道旁, 可食用又可以杀虫的植物。至东汉, 《神农本草经》指出萹蓄可以治疗疮疥湿疹之类的皮肤疾患, 也可用来杀

收稿日期: 2022-04-14

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金项目(82104528); 国家重点研发计划课题(2019YFC1712302, 2019YFC1712305); 重庆市自然科学基金面上项目(cstc2020jcyj-msxmX0146); 四川省科技厅应用基础项目(2020YJ0369)

作者简介: 陈瑞鑫(1999—), 女, 硕士生, 从事中药鉴定学研究。Tel: 15399702079, E-mail: crx0105@163.com

*通信作者: 蒋桂华(1970—), 女, 教授, 博士生导师, 从事中药品种、质量与资源开发研究。E-mail: 11469413@qq.com
蒋运斌(1990—), 男, 博士, 讲师, 从事民族药学研究。E-mail: yunbinjiang@swu.edu.cn

蛔虫、蛲虫和钩虫。唐朝时期，世界上最早的食疗专著之一《食疗本草》还收录了一些运用萹蓄治疗痔疾和蛔虫病的食疗方。到了明朝，《本草纲目》记载萹蓄具有治霍乱、黄疸，利小便的功效；《景岳全书》中记载萹蓄可用于治疗小儿蛔虫上攻心腹作痛且效果显著，并有歌曰“心头急痛不能当，我有仙人海上方。萹蓄醋煎通口咽，管教时刻

即安康”。其他本草专著如《本草便读》《本经逢原》《本草衍句》等，也记载了萹蓄具有杀虫、利水散湿热的功效，与2020年版《中国药典》收载萹蓄的功效相吻合。在民间常取萹蓄煎汤，趁热先熏后洗治疗肛门湿痒或痔疮初起。萹蓄在中医临幊上常作为利尿药用于治疗泌尿系统疾病^[10]。表1对萹蓄涉及的传统和临床用途进行了总结。

表1 茯蓄相关方剂或成方制剂的传统和临床用途

名称	主要药味	传统和临床用途	出处
八正合剂	车前子、瞿麦、萹蓄、滑石、山栀子仁、甘草(炙)、木通、大黄、小便短赤、淋沥涩痛、口燥咽干		2020年版《中国药典》一部
灯心草			
蘆芦散	蘆芦、干漆、萹蓄	杀蛔虫	《圣济总录》卷五十六
萹蓄汤	萹蓄	祛湿杀虫	《类证治裁》卷七
二皮汤	桃皮、李皮、萹蓄、苦参	肠痔	《圣济总录》卷一四二
石膏汤	石膏、白茅根、萹蓄、滑石	中风头疼、烦热口干、小便赤	《奇效良方》
七正散	车前子、赤茯苓、山栀子仁、生甘草梢、木通、萹蓄、龙胆草	小儿痘疮、小便秘涩	《医方考》卷六
吉利散	当归、川芎、枳壳、陈皮、香附、厚朴、木香、苏木末、刘寄奴、落得打、三七、乳香、没药、萹蓄	跌打损伤、红肿不消、阵阵作痛	《伤科大成》
沁感颗粒	黄柏、冬葵果、萹蓄、白芷、柴胡、五味子、续断、桑寄生、甘草	尿频、尿急、尿痛	《国家中成药标准汇编》
坤复康胶囊	赤芍、苦参、香附、猪苓、女贞子、南刘寄奴、乌药粉、萆薢、萹蓄	带下量多、下腹隐痛	《国家中成药标准汇编》
分清五淋丸	木通、车前子、黄芩、茯苓、猪苓、黄柏、大黄、萹蓄、瞿麦、知母、小便黄赤、尿频尿急、尿道灼热涩痛		2020年版《中国药典》一部
泽泻、栀子、甘草、滑石			
银花泌炎灵片	金银花、半枝莲、萹蓄、瞿麦、石韦、川木通、车前子、淡竹叶、桑寄生、灯心草	急性肾盂肾炎、急性膀胱炎	注册标准
金扁水洗剂	金钱草、萹蓄、楮桃叶	银屑病、瘙痒性皮肤病	《皮肤病中医诊疗简编》
前列泰片	益母草、萹蓄、红花、油菜蜂花粉、知母、黄柏	慢性前列腺炎湿热挟瘀证	《卫生部药品标准(新药转正标准第三十四册)》
复方石韦片	石韦、黄芪、苦参、萹蓄	急性肾小球肾炎、尿道炎	2020年版《中国药典》一部
复肾宁片	车前子、萹蓄、栀子、黄柏、知母、大黄、益母草、附子、甘草	急慢性尿路感染、急慢性膀胱炎	《卫生部药品标准(中药成方制剂第十三册)》
肾石通冲剂	金钱草、王不留行、萹蓄、延胡索、鸡内金、丹参、木香、瞿麦、牛膝、海金沙	肾结石、膀胱结石、输尿管结石	《卫生部药品标准(中药成方制剂第二册)》
肾舒冲剂	白花蛇舌草、大青叶、瞿麦、萹蓄、海金沙藤、淡竹叶、黄柏、茯苓、地黄、甘草	尿道炎、膀胱炎	《卫生部药品标准(中药成方制剂第九册)》

此外，萹蓄具有开发为城市草坪的优势^[11]，可用作开发农药杀虫剂的原料^[12]，可运用在刑事案件中作为植物DNA证据^[13]，可作为合适的土壤金属含量指示剂^[14]。综上所述，萹蓄用途广泛，不仅具有利尿通淋、杀虫、止痒的药效，还能开发为其他的功能性产品，具有较好的发展前景，值得继续深入研究。

2 化学成分

迄今为止，从萹蓄中分离得到九十多中化学成分，包括47种黄酮及其苷类、12种酚酸和酯类、2种挥发油类、2种甾醇类、2种醌类、1种茋类、2种萜类、2种苯丙素类等。黄酮类被认为是萹蓄中最主要的化学成分^[5]。

2.1 黄酮及其苷类 天然黄酮类化合物具有防治心脑血管系统疾病、抗菌、抗氧化等作用，该类成分一般是由2个具有酚羟基的苯环通过中央3个碳原子相互连接而成。而黄酮苷是自然界中许多植物的次生代谢产物，同样也具有多种药理活性。

目前，从萹蓄中分离得到黄酮及其苷类化合物主要有胡桃宁(1)^[15]、槲皮素(2)、杨梅素(3)、萹蓄苷(4)、槲皮苷(5)^[15]、山柰素(6)^[16]、山柰酚(7)^[15]、木犀草

素(8)^[15]、木犀草苷(9)^[17]、杨梅苷(杨梅树皮苷，10)^[15]、牡荆素(11)、异牡荆素(12)^[15]、芦丁(13)^[18]、黄芪苷(14)^[19]、金丝桃苷(15)^[17]、betmidin(16)^[20]、合欢草素-1(17)^[21]、异槲皮苷(18)^[1]、5,7-二羟基-6-甲氧基黄酮(19)^[21]、5,7-二甲氧基-4'-羟基黄酮(20)、5-羟基-3'-甲氧基双氢黄酮-7-O-芸香糖(21)、liquiritin(22)^[21]、5,6,7,4'-tetramethoxy flavanone(23)^[22]、杨梅素3-O-(3"-O-没食子酰基)-鼠李糖苷(24)^[8]、槲皮素-3-O-甘露糖苷(25)^[21]、桑色素-7-O-β-D-葡萄糖苷(26)^[21]、山柰素-3-O-α-L-鼠李糖苷(27)^[15]、异杨梅树皮苷(28)、山柰酚-3-O-β-D-葡萄糖苷(29)、2"-galloylmyricitrin(30)^[15]、槲皮素-3-O-β-D-葡萄糖苷(31)^[23]、quercetin-3-O-α-L-(2"-galloyl)-rhamnopyranoside(32)^[20]、kaempferol-3-O-α-L-(2"-galloyl)-arabinofuranoside(33)^[20]、杨梅素3-O-β-D-葡萄糖醛酸酯(34)^[24]、槲皮素3-O-β-D-葡萄糖醛酸酯(35)、异鼠李糖苷3-O-β-D-葡萄糖醛酸酯(36)、山柰酚3-O-β-D-葡萄糖醛酸酯(37)、mearsetin 3-O-β-D-glucuronide(38)、山柰素3-O-β-D-葡萄糖醛酸酯(39)、槲皮素3-O-β-(2"-O-乙酰基-β-D-葡萄糖

醛酸酯) (40)、山柰酚 3-O-β-(2"-O-乙酰基-β-D-葡萄糖醛酸酯 (41)、异鼠李素 3-O-β-(2"-O-乙酰基-β-D-葡萄糖醛酸酯) (42)^[24]、杨梅素 3-O-半乳糖苷 (43)^[10]、杨梅素 3-O-葡萄糖醛酸酯 (44)^[10]、槲皮素 3-O-(6"-没食子酰)-半乳糖苷 (45)^[10]、山柰酚 3-O-葡萄糖醛酸酯 (46)^[10]、orientin (47)^[9]。各化合物结构母核及取代基信息见图 2、表 2。

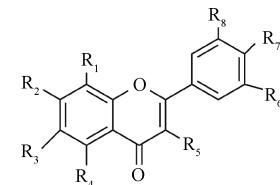


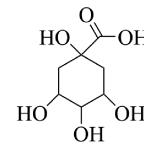
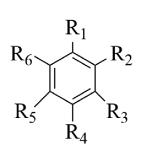
图 2 莱菔中黄酮及黄酮苷类化合物基本结构

表 2 莱菔中黄酮及黄酮苷类化合物取代基信息

编号	取代基
1	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₅ H ₉ O ₅ , R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =H
2	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =OH, R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =OH
3	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =OH, R ₆ =OH, R ₇ =OH, R ₈ =OH
4	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₅ H ₉ O ₅ , R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =OH
5	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₆ H ₁₁ O ₅ , R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =OH
6	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =OH, R ₆ =H, R ₇ =OCH ₃ , R ₈ =H
7	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =OH, R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =H
8	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =H, R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =OH
9	R ₁ =H, R ₂ =C ₆ H ₁₁ O, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =H, R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =OH
10	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₆ H ₁₁ O ₅ , R ₆ =OH, R ₇ =OH, R ₈ =OH
11	R ₁ =C ₆ H ₁₁ O ₅ , R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =H, R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =H
12	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =C ₆ H ₁₁ O ₅ , R ₄ =OH, R ₅ =H, R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =H
13	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₁₂ H ₂₁ O ₁₀ , R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =OH
14	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₆ H ₁₁ O ₆ , R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =H
15	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₆ H ₁₁ O ₆ , R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =OH
16	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₅ H ₉ O ₅ , R ₆ =OH, R ₇ =OH, R ₈ =OH
17	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₁₃ H ₁₅ O ₉ , R ₆ =OH, R ₇ =OH, R ₈ =OH
18	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₆ H ₁₁ O ₆ , R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =OH
19	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =H, R ₆ =H, R ₇ =OCH ₃ , R ₈ =H
20	R ₁ =H, R ₂ =OCH ₃ , R ₃ =H, R ₄ =OCH ₃ , R ₅ =H, R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =H
21	R ₁ =H, R ₂ =O-gcl-rha, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =H, R ₆ =H, R ₇ =H, R ₈ =OCH ₃
22	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =H, R ₅ =H, R ₆ =H, R ₇ =C ₆ H ₁₁ O ₆ , R ₈ =H
23	R ₁ =H, R ₂ =OCH ₃ , R ₃ =OCH ₃ , R ₄ =OCH ₃ , R ₅ =H, R ₆ =H, R ₇ =OCH ₃ , R ₈ =H
24	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₁₃ H ₁₅ O ₉ , R ₆ =OH, R ₇ =OH, R ₈ =OH
25	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =3-O-β-D-man, R ₆ =H, R ₇ =OCH ₃ , R ₈ =H
26	R ₁ =H, R ₂ =7-O-β-D-glc, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =OH, R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =H
27	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₆ H ₁₁ O ₅ , R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =H
28	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₆ H ₁₁ O ₆ , R ₆ =OH, R ₇ =OH, R ₈ =OH
29	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₆ H ₁₁ O ₆ , R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =H
30	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₁₃ H ₁₅ O ₁₀ , R ₆ =OH, R ₇ =OH, R ₈ =OH
31	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =3-O-β-D-glc, R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =OH
32	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₁₃ H ₁₅ O ₉ , R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =OH
33	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₁₂ H ₁₃ O ₉ , R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =H
34	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₆ H ₉ O ₇ , R ₆ =OH, R ₇ =OH, R ₈ =OH
35	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₆ H ₉ O ₇ , R ₆ =OH, R ₇ =OH, R ₈ =H
36	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₆ H ₉ O ₇ , R ₆ =OCH ₃ , R ₇ =OH, R ₈ =H
37	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₆ H ₉ O ₇ , R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =H
38	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₆ H ₉ O ₇ , R ₆ =OH, R ₇ =OCH ₃ , R ₈ =OH
39	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₆ H ₉ O ₇ , R ₆ =H, R ₇ =OCH ₃ , R ₈ =H
40	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₈ H ₁₁ O ₈ , R ₆ =OH, R ₇ =OH, R ₈ =H
41	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₈ H ₁₁ O ₈ , R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =H
42	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =C ₈ H ₁₁ O ₈ , R ₆ =OCH ₃ , R ₇ =OH, R ₈ =H
43	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =O-galactoside, R ₆ =OH, R ₇ =OH, R ₈ =OH
44	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =O-glucuronide, R ₆ =OH, R ₇ =OH, R ₈ =OH
45	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =O-6"-galloyl-galactoside, R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =H
46	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =O-glucuronide, R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =H
47	R ₁ =C ₆ H ₁₁ O ₅ , R ₂ =OH, R ₃ =H, R ₄ =OH, R ₅ =H, R ₆ =H, R ₇ =OH, R ₈ =OH

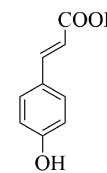
研究表明, 黄酮及其苷类是萹蓄的主要活性成分。其中部分成分还被用于萹蓄质量标准的研究, 如杨梅苷(10)是2020年版《中国药典》用于控制萹蓄质量的关键成分;同时, 胡桃宁(1)能够抑制肺癌的发展^[25]。因此, 对萹蓄中的黄酮及其苷类成分进行研究对于其药物研发、临床应用均具有重要意义。

2.2 酚酸类和酯类 茯蓄中的酚酸类和酯类化合物包括没

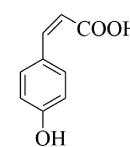


49 绿原酸

食子酸(48)^[15]、绿原酸(49)^[18]、鞣花酸(50)^[18]、咖啡酸(51)^[16]、4-香豆酸(52)^[9]、没食子酸甲酯(53)^[8]、原儿茶酸(54)^[22]、苯酚(55)^[15]、反式对羟基桂皮酸(56)^[15]、顺式对羟基桂皮酸(57)^[15]。有机酸包括tachioside(58)^[22]、isotachioside(59)^[22]。其中没食子酸具有抗氧化、抗肿瘤、抗炎、抗感染、保护心血管等活性^[26]。各成分相应母核结构、取代基见图3。



56 反式对羟基桂皮酸



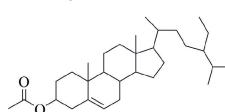
57 顺式对羟基桂皮酸

- 48 R₁=OH, R₂=OH, R₃=H, R₄=COOH, R₅=H, R₆=OH
 50 R₁=OH, R₂=OH, R₃=O, R₄=C₆H₅O₃, R₅=COOH, R₆=H
 51 R₁=C₆H₅O₂, R₂=H, R₃=H, R₄=OH, R₅=H, R₆=H
 52 R₁=H, R₂=H, R₃=H, R₄=C₆H₅O₂, R₅=OH, R₆=H
 53 R₁=OH, R₂=OH, R₃=H, R₄=COO-CH₃, R₅=H, R₆=OH
 54 R₁=COOH, R₂=H, R₃=H, R₄=H, R₅=OH, R₆=H
 55 R₁=OH, R₂=H, R₃=H, R₄=H, R₅=H, R₆=H
 58 R₁=OH, R₂=OCH₃, R₃=H, R₄=C₆H₁₁O₆, R₅=H, R₆=H
 59 R₁=OH, R₂=H, R₃=OCH₃, R₄=C₆H₁₁O₆, R₅=H, R₆=H

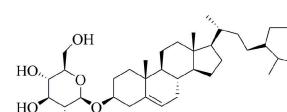
图3 茯蓄中酚酸类和酯类化合物结构

2.3 挥发油 中药挥发油一般由多种成分组成, 除含有脂肪族、芳香族的烃、含氧化物外, 大多含萜类, 具有较好的抗菌效果。许福泉等^[27]采用气质联用法, 通过Xcalibur工作站中的NIST标准质谱图库, 从萹蓄挥发油中鉴定得到65个化合物, 其中棕榈酸(60)、十八烷酸(61)占比最大。由于针对萹蓄挥发油成分的研究还较少, 而近年来有关中药挥发油抗微生物活性的报道逐渐增多, 因此对萹蓄挥发油成分的研究也仍然有待进一步加强。

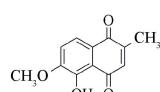
2.4 酮醇类和醌类 茯蓄中甾醇类化合物主要有β-谷甾醇(62)^[28]、β-胡萝卜苷(63)^[8]; 醌类化合物包括6-methoxyplumbagin(64)^[22]、2-methoxystypandrone(65)^[29], 见图4。近年来关于甾醇类化合物在调节机体生理功能如降低胆固醇等方面的报道逐渐增多, 因此, 可以进一步验证萹蓄中的甾醇类化合物的药理作用, 从而促进萹蓄相关药物的开发。



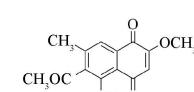
62 β-谷甾醇



63 β-胡萝卜苷



64 6-methoxyplumbagin



65 2-methoxystypandrone

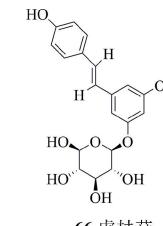
图4 茯蓄中甾醇类和醌类化合物结构

2.5 茝类和萜类 Cai等^[9]采用亲和超滤结合高效液相色谱法从萹蓄中鉴定得到1种芪类成分——虎杖苷(66)。萜类成分主要为loliolide(67)^[22]、齐墩果酸(68)^[22]。

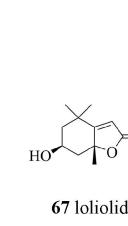
2.6 苯丙素类 茯蓄的苯丙素类成分主要包括aviculin

(69)^[15]、丁香脂素(70)^[22]。

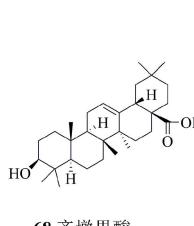
芪类、萜类和苯丙素类化合物结构见图5。



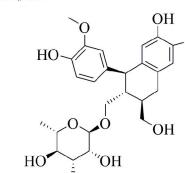
66 虎杖苷



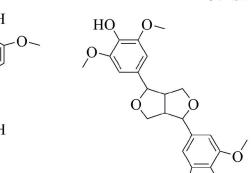
67 loliolide



68 齐墩果酸



69 aviculin



70 丁香脂素

图5 茯蓄中芪类、萜类和苯丙素类化合物结构

2.7 其他 茯蓄中氨基酸类成分主要有色氨酸^[22]、天冬氨酸^[30]、苏氨酸、丝氨酸、谷氨酸、脯氨酸、甘氨酸、丙氨酸、缬氨酸、甲硫氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、酪氨酸、苯丙氨酸、组氨酸、赖氨酸、精氨酸^[30]。维生素类主要为烟酸(71)^[28], 是人体中不可缺少的营养成分, 在促进人体的正常生长发育上起着重要的作用。

糖类成分也有一定的报道, 黄红梅^[28]在萹蓄中检测出半乳糖(72)和鼠李糖(73); Yunuskhodzhaeva等^[30]发现萹蓄中含有葡萄糖(74)、阿拉伯糖(75)、水溶性多糖, 半乳糖和葡萄糖互为同分异构体。萹蓄多糖复合物的主要成分为半乳糖醛酸(76)、阿拉伯糖^[28]。

另外, 刘桂娇^[15]还从萹蓄提取物的乙酸乙酯层和正丁

醇层中分离得到了丁香酸葡萄糖苷 (77)、1, 6-di-O-galloyl- β -D-glucopyranose (78)。Granica 等^[24]在萹蓄中分离得到 11 个黄酮醇葡萄糖醛酸类化合物, 其中 8 个为首次报道, 包括槲皮素 3-O- β -(3"-O-乙酰基- β -D-葡萄糖醛酸酯) (79)、山柰酚 3-O- β -(3"-羟基- β -D-葡萄糖醛酸) (80)。黄红梅^[28]在萹蓄中鉴定得到二十九烷醇 (81)。Cong 等^[31]也从萹蓄中分离得的 1 种新的原花青素葡萄糖苷——catechin3-O-acetate-(4 α →8)-catechin 3-O-acetate-3'-O- β -D-glucopyranoside (82)。Salama 等^[32]在研究萹蓄不同提取成分的抗菌作用时, 通过结构光谱分析, 得到 1 种生物碱——6-hydroxy-11-deoxy-13-dehydrohetisane (83)。

3 药理活性

现代药理研究表明, 萎蓄具有影响泌尿系统、抑菌杀虫、抗糖尿病、抗肥胖和衰老、抗炎、抗氧化、抗肿瘤、促进伤口愈合、保肝等活性, 但其各药理活性研究报道偏少, 且其作用机制尚需进一步明确。此外, 关于萹蓄毒性以及药动学的研究也待进一步开展。

3.1 对泌尿系统的影响 目前萹蓄对泌尿系统影响的研究主要集中在慢性前列腺炎、尿路结石等疾病上, 更多的侧重于药效研究, 其作用机制尚未阐明。Nikolaev 等^[33]发现, 由萹蓄等 5 种植物提取物组成的多聚物对大鼠实验性慢性前列腺炎具有前列腺保护作用, 对实验组大鼠连续灌胃给予多聚物水溶液 10 d 后, 与对照组比较, 实验组大鼠前列腺匀浆中丙二醇 (MDA) 水平降低了 42%, 血清卵泡刺激素 (FSH) 水平降低了 63% (雄性大鼠慢性前列腺炎的发展特点是前列腺匀浆 MDA 水平加倍, 血清 FSH 水平增加 3 倍以上), 提示在不需要紧急泌尿系统干预的情况下, 植物疗法可以帮助预防和治疗慢性前列腺炎。Saremi 等^[34]研究表明, 萎蓄水提取物对乙二醇和氯化铵所致的大鼠尿路结石有干预作用, 100、400 mg/kg 萎蓄水提取物能减少草酸钙晶体的数量和肾间质损伤的程度, 推测其机制为减少血清脂肪紊乱, 从而防治肾结石, 但具体的作用机制还需进一步研究。

3.2 抑菌和杀虫 萎蓄在传统上多用于杀虫止痒, 目前与萹蓄抑菌功效相关的研究主要集中于大肠杆菌、金黄色葡萄球菌等菌种, 且已有的研究表明萹蓄黄酮及其苷类、酚酸类成分是其主要抑菌成分。李曼曼等^[8]发现, 萎蓄乙酸乙酯提取部位对大肠杆菌、致病性大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、伤寒杆菌、痢疾杆菌都有一定的抑菌效果, 并呈浓度依赖性, 且山柰酚 (7)、槲皮素 (2)、萹蓄苷 (4)、槲皮苷 (5)、没食子酸 (48) 对致病性大肠杆菌的抑制效果要强于其他 4 种供试菌。Kupczyński 等^[7]将含有萹蓄的草药混合物作为感染了大肠杆菌动物的饲料, 进一步证实了萹蓄能够减少盲肠中大肠杆菌的数量, 且该草药提取物对肝脏的分泌功能没有产生不利影响, 提示萹蓄提取物可能是抗生素治疗较好的替代物; 草药混合物的活性主要为减少细菌在肠道各部分的分布, 但作用机制还需进一步研究。

Salama 等^[32]发现, 萎蓄氯仿提取物对被测试细菌的抗

菌效果最好, 氯仿提取物中 6-hydroxy-11-deoxy-13-dehydrohetisane (83), 对革兰氏阳性菌、革兰氏阴性菌都具有抗菌活性, 并报道了该提取物对金黄色葡萄球菌的最小抑菌浓度 (MIC) 为 18 mg/mL 和最小杀菌浓度 (MBC) 为 20 mg/mL, 而对枯草芽孢杆菌的 MIC 和 MBC, 均为 8 mg/mL, 且其茎提取物比其叶提取物更有效, 但这些提取物对其他病原生物的影响、作用机制、毒理学调查还需要更进一步研究, 这同时也提示后续的研究需要对萹蓄不同药用部位的药效进行对比, 从而更好地助力萹蓄临床使用。

3.3 抗糖尿病 糖尿病是一种常见的代谢紊乱疾病, 80% 以上的糖尿病属于 2 型糖尿病。而 α -葡萄糖苷酶抑制剂作为抗糖尿病药物, 能有效抑制葡萄糖在体内的快速吸收。Cai 等^[9]首次采用亲和超滤结合高效液相色谱法鉴定了萹蓄中的 7 种具有较高结合能力的 α -葡萄糖苷酶抑制剂, 且通过 α -葡萄糖苷酶抑制活性测定证实了杨梅树皮苷 (10)、槲皮素 (2)、虎杖苷 (66) 活性最大, IC_{50} 值为 (8.65±1.48)、(15.17±3.25)、(35.15±3.25) μ g/mL, 提出配体与受体形成的 H 键数目以及活性位点残基类型是影响酶活性的关键因素。分子对接分析发现, 这 3 种抑制剂均与 α -葡萄糖苷酶的关键位点残基 ARG 442 和 GLU 411 结合, 认为 GLU 411 可能是作用的关键活性位点。同时, 该研究证明萹蓄提取物对 α -葡萄糖苷酶的抑制作用高于抗糖尿病药物阿卡波糖, 这对于开发抗糖尿病的天然药物具有重要的意义。

2 型糖尿病患者的尿液中往往含有大量葡萄糖, 适合各种细菌的培养和生长, 容易发生细菌感染, 缪晓明等^[35]通过萹蓄治疗 2 型糖尿病合并泌尿道感染患者, 发现其与左氧氟沙星片疗效相当, 且对肾功能等没有明显安全性损害, 对萹蓄的临床使用具有一定的指导意义, 但该试验只采用了 120 名患者, 需进行进一步论证。

3.4 抗肥胖和抗衰老 关于萹蓄抗肥胖和衰老的研究, 目前对其作用机制虽有一定的阐述, 但仍需要进一步验证, 且有效成分集中于黄酮及其苷类。Park 等^[20]提出, 萎蓄提取物的乙酸乙酯组分具有较高的抑制胰脂肪酶的作用 (胰脂肪酶是水解膳食脂肪最重要的酶, 胰脂肪酶抑制剂是药物治疗肥胖的有效途径之一), 其主要有效成分是 favonol-3-O-glycosides、favonol-3-O-(2"-galloyl)-glycosides、favonol aglycones 等黄酮类成分, 且其抑制活性的差异主要是结构上的某些轻微差异造成的, 如黄酮主链的 b 环羟基化、C-3 羟基位置存在糖基化以及糖苷糖的类型不同等, 并提出黄酮类化合物的糖基化会导致其抑制活性降低。该研究为进一步有效采用萹蓄作为一种以胰脂肪酶抑制为基础的抗肥胖药物提供了信息, 同时未来的研究也要加强分析化合物结构对活性抑制的影响。Sung 等^[36]也对萹蓄乙醇提取物对高脂饮食诱导的肥胖小鼠的抗肥胖作用进行研究, 初步证明了其作用是通过抑制脂肪组织中的脂肪生成和增加抗氧化活性完成的。Haeng Park 等^[37]还发现萹蓄提取物能通过抗血管炎症机制对动脉粥样硬化中的主动脉损伤产生保护

作用,可以降低动脉粥样硬化病变,减少粘附分子和MAPK通路磷酸化,对肥胖和血管系统疾病有良好的治疗作用,但具体的药理作用机制有待进一步研究。

此外,Yang等^[38]研究表明,萹蓄中的槲皮素-3-O-β-D-葡萄糖醛酸酯(35,人体血浆中槲皮素的代谢产物之一)对人原代细胞、人真皮成纤维细胞(HDFs)和人脐静脉内皮细胞(HUVECs)的衰老有抑制作用,并首次报道了该化合物抗衰老活性是通过抑制SA-β-gal活性升高,降低p53、p21蛋白(细胞衰老标志物)表达达到的。但该研究是基于体外细胞模型进行的实验,具体的体内作用机制还需要深入研究。

3.5 抗炎 慢性疲劳综合征对人体的生理和心理方面都会产生许多的危害。Park等^[1]揭示了萹蓄提取物可通过抑制小鼠神经炎症,减轻应激引起的脑和肝组织损伤来减轻疲劳,能够降低脑和血清中皮质酮、5-羟色胺、儿茶酚胺(肾上腺素和去甲肾上腺素)等疲劳相关因子水平,并证明了萹蓄提取物萹蓄苷(4)、槲皮苷(5)、杨梅树皮苷(10)、异槲皮苷(18)对肿瘤坏死因子-α的产生具有抑制作用,提出萹蓄提取物可能是治疗慢性疲劳的一种新的抗炎疗法。

3.6 抗氧化 由于对氧化损害认识的不断深入,抗氧化药物成了近年来研究的热点。Jiao等^[4]研究表明,萹蓄黄酮类和酚酸类成分没食子酸(48)、绿原酸(49)、杨梅树皮苷(10)、金丝桃苷(15)具有明显的清除自由基作用;Nugroho等^[39]也发现萹蓄中萹蓄苷(4)、杨梅树皮苷等黄酮类化合物表现出较强的过氧亚硝酸盐清除活性。

3.7 抗肿瘤 萎蓄抗肿瘤作用的相关研究主要集中于人肺癌细胞、人宫颈癌细胞、乳腺癌细胞等,其药效成分仍存在于萹蓄酚酸类和黄酮及其酮苷类成分中。刘桂娇^[15]对提取到的萹蓄化合物进行体外癌细胞毒性实验,发现萹蓄中没食子酸(48)、杨梅素(3)、山柰酚(7)、木犀草苷(9)均对人肺癌细胞和人宫颈癌细胞有抑制作用,这为研究萹蓄抗肿瘤活性物质提供了基础。研究表明,萹蓄提取物胡桃宁(1)能够通过升高caspase-3和poly ADP-核糖聚合酶(PARP)水平来促进肺癌细胞的凋亡,细胞凋亡与p53通路以及胡桃宁调控的TRAIL/DRs有关,还可以通过调节NF-κB、PI3K/Akt、MAPKs信号通路,增强肺癌细胞中活性氧(ROS)的产生从而抑制肺癌进展,且没有继发毒性,提示胡桃宁在治疗肺癌上具有巨大的潜力^[24]。于茜等^[40]也进一步通过MTT法检测萹蓄中萹蓄苷(4)对乳腺癌细胞MDA-MB-231增殖的影响,结果表明,萹蓄苷可抑制该细胞增殖,使细胞周期阻滞于S期、G₂/M期,并诱导癌细胞凋亡。Habibi等^[41]通过萹蓄提取液处理乳腺癌细胞McF-7,并采用RT-PCR法评估凋亡基因的表达,发现人体抑癌基因P53表达升高,B淋巴细胞瘤-2(Bcl-2)表达降低,证明萹蓄具有诱导乳腺癌McF-7细胞凋亡的能力。目前乳腺癌等癌症发病率较高,可通过开展药理实验对萹蓄抑制癌细胞的作用进一步论证。

3.8 其他 Luo等^[42]发现,萹蓄中槲皮素(2)可以通过抑制Ca²⁺通道如L型电压依赖性钙通道和经典型瞬时受体电势通道3,从而抑制小鼠和人气道平滑肌收缩,提出可将萹蓄用于开发新的支气管扩张剂。此外,Seo等^[6]还发现萹蓄提取物及其有效成分可能成为伤口愈合的潜在治疗药物,萹蓄中槲皮苷(5)水合物、咖啡酸(51)、芦丁(13)可以激活Wnt/β-catenin信号通路促进伤口愈合,具有增加皮肤角质形成细胞和真皮成纤维细胞的应力纤维和肌成纤维细胞分化的能力。徐燕等^[22]还通过萹蓄甲醇提取物处理胆管结扎和肝纤维化的大鼠,发现其可以降低大鼠血清中天冬氨酸转氨酶、丙氨酸转氨酶和碱性磷酸酶活性,表明了萹蓄具有抗肝纤维化的作用;徐燕等^[22]也发现萹蓄中的萹蓄苷(4)和胡桃宁(1)能够抑制大鼠肝脏脂质过氧化,对肝脏有保护作用。

3.9 毒理学 目前,鲜见萹蓄毒理学的相关研究,历版《中国药典》中并未记载萹蓄具有毒性。丁建海等^[43]研究发现,萹蓄乙醇提取物对小菜蛾有触杀作用;同时也有研究表明萹蓄可开发为农药杀虫制剂^[12],其杀虫功效是否会对人体造成影响也还没有确切的证明,为了保障临床用药的安全,萹蓄的毒理学研究亟待开展。

3.10 药动学 萎蓄药效广泛,但缺乏相关药动学研究。目前有一些针对萹蓄中有效成分的药动学报道,可为萹蓄药动学研究提供参考。杜飞飞^[44]探讨了不同给药途径下槲皮素(2)、芦丁(13)、异槲皮苷(18)在大鼠体内的药动学特征,灌胃给药后,槲皮素吸收较快,15 min总槲皮素达到约0.1 μmol/L,而异槲皮苷吸收最好,给药后15 min时总槲皮素浓度高于5 μmol/L,AUC_{0-∞}是槲皮素和芦丁组的6~40倍,t_{1/2}最长。静注给药时,芦丁组血浆中总槲皮素C_{5 min}大约为10 μmol/L,高于槲皮素和异槲皮苷组。另外,通过药动学软件对药时数据进行拟合,刁磊等^[45]发现在大鼠尾静脉注射金丝桃素(15),其药动学特征符合二室模型。

4 结语与展望

萹蓄作为利尿通淋、杀虫止痒的药物,在中医临幊上具有悠久的用药历史。随着对萹蓄化学成分和药理活性研究的深入,其药用价值也逐渐彰显。已有研究发现,萹蓄具有较好的影响泌尿系统、抑菌杀虫、抗糖尿病、抗肥胖和衰老、抗炎、抗氧化、抗肿瘤、促进伤口愈合、保肝等作用。然而萹蓄关键药效成分、不同药效的作用机制仍有待阐明;其毒性机制也尚不明确;药动学研究处于空白阶段,亟待剖析。

鉴于萹蓄研究的现状,建议后续研究应从以下方面进行突破,①采用能体现中药整体观的网络药理学、谱效关联等方法筛选并明确萹蓄的主要药效成分群,进一步从整体-细胞-分子水平上对萹蓄利尿、杀虫主要药效作用机制进行阐释;②通过药理实验并结合其他实验方法对萹蓄造成皮炎和胃肠紊乱的毒性机制进行分析;③采用Poly-PK等方法对萹蓄的药动学进行研究。通过对萹蓄研究的薄弱环

节进行探索，有望加速相关的药物开发，促进其临床运用。

参考文献：

- [1] Park S H, Seol J, Son E, et al. *Polygonum aviculare* L. extract reduces fatigue by inhibiting neuroinflammation in restraint-stressed mice [J]. *Phytomedicine*, 2018, 42: 180-189.
- [2] 中国科学院《中国植物志》编辑委员会. 中国植物志 [M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [3] 张丽敏, 李丽华, 张金生, 等. 正交试验优化中药萹蓄中总黄酮的提取工艺[J]. 沈阳药科大学学报, 2011, 28 (7): 555-558; 563.
- [4] Jiao L J, Yan C P, Zhang K S, et al. Comprehensive determination of nine polyphenols in *Polygoni Aviculare* Herba with a new HPLC-DAD method and their correlation with the antioxidant activities [J]. *J Food Meas Charact*, 2018, 12 (3): 1593-1600.
- [5] 程伟, 刘琳, 朱丹丹. 中药萹蓄本草考证及现代药理研究[J]. 辽宁中医药大学学报, 2020, 22(1): 4-7.
- [6] Seo S H, Lee S, Cha P, et al. *Polygonum aviculare* L. and its active compounds, quercitrin hydrate, caffeic acid, and rutin, activate the Wnt/β-catenin pathway and induce cutaneous wound healing[J]. *Phytother Res*, 2016, 30(5): 848-854.
- [7] Kupczyński R, Szumny A, Bednarski M, et al. Application of *Potentilla anserine*, *Polygonum aviculare* and *Rumex crispus* mixture extracts in a rabbit model with experimentally induced *E. coli* Infection[J]. *Animals (Basel)*, 2019, 9(10): 774-789.
- [8] 李曼曼, 刘增辉, 王海燕, 等. 荘蓄抑菌活性及化学成分研究[J]. 天然产物研究与开发, 2014, 26(4): 526-530.
- [9] Cai Y Z, Wu L F, Lin X, et al. Phenolic profiles and screening of potential α-glucosidase inhibitors from *Polygonum aviculare* L. leaves using ultra-filtration combined with HPLC-ESI-qTOF-MS/MS and molecular docking analysis [J]. *Ind Crops Prod*, 2020, 154: 112673.
- [10] Granica S, Piwowarski J P, Popławska M, et al. Novel insight into qualitative standardization of *Polygoni avicularis* herba (Ph. Eur.) [J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2013, 72: 216-222.
- [11] 李猛. 试议野生扁蓄在草坪中的应用[J]. 生物技术世界, 2016(3): 31.
- [12] 丁建海, 张俊芳. 扁蓄对小菜蛾杀虫活性成分提取工艺优化[J]. 宁夏师范学院学报, 2015, 36(3): 60-62.
- [13] Koopman W J M, Kuiper I, Klein-Geltink D J A, et al. Botanical DNA evidence in criminal cases: Knotgrass (*Polygonum aviculare* L.) as a model species[J]. *Forensic Sci Int Genet*, 2012, 6(3): 366-374.
- [14] Salnitro M, Hoogerwerf S, Casolari S, et al. Production of antioxidant molecules in *Polygonum aviculare* (L.) and *Senecio vulgaris* (L.) under metal stress: a possible tool in the evaluation of plant metal tolerance [J]. *Int J Mol Sci*, 2020, 21(19): 7317-7334.
- [15] 刘桂娇. 荘蓄的化学成分及其细胞毒活性研究[D]. 延吉: 延边大学, 2017.
- [16] 冯海燕, 李向军, 王惠, 等. 毛细管电泳法测定中药萹蓄中山柰素、槲皮素和咖啡酸[J]. 理化检验 (化学分册), 2012, 48(10): 1187-1189.
- [17] 付庆荣, 刘淑娟, 王弘, 等. RP-HPLC-UV 法同时测定萹蓄中 8 个黄酮类化合物的含量[J]. 中国药学, 2014, 23 (3): 170-176.
- [18] 宝力道, 丁海萍, 赵玉英, 等. 高效液相色谱法同时测定萹蓄中 4 种活性成分的含量[J]. 辽宁中医杂志, 2016, 43 (6): 1266-1268.
- [19] 孙兆林, 王晓, 王岱杰, 等. 聚酰胺色谱结合高速逆流色谱分离制备萹蓄黄酮类化合物[J]. 天然产物研究与开发, 2015, 27(5): 854-858.
- [20] Park J, Kim C S, Park K, et al. Inhibitory characteristics of flavonol-3-O-glycosides from *Polygonum aviculare* L. (common knotgrass) against porcine pancreatic lipase [J]. *Sci Rep*, 2019, 9(1): 18080.
- [21] 杨俊丽, 黄丽丹, 张亚中, 等. 荘蓄的研究进展[J]. 安徽医药, 2016, 20(6): 1025-1029.
- [22] 徐燕, 李曼曼, 刘增辉, 等. 荘蓄的化学成分及药理作用研究进展 [J]. 安徽农业大学学报, 2012, 39 (5): 812-815.
- [23] 于兆海, 孙结. 荘蓄的化学成分研究 [J]. 中草药, 2002, 33(6): 21-22.
- [24] Granica S, Czerwińska M E, Zdzińska-Granica B, et al. Antioxidant and anti-inflammatory flavonol glucuronides from *Polygonum aviculare* L[J]. *Fitoterapia*, 2013, 91: 180-188.
- [25] Chen L, Xiong Y Q, Xu J, et al. Juglanin inhibits lung cancer by regulation of apoptosis, ROS and autophagy induction [J]. *Oncotarget*, 2017, 8(55): 93878-93898.
- [26] 薛琦, 于慧源, 王曼, 等. 没食子酸对小鼠肝脏的辐射防护作用 [J]. 中国实验诊断学, 2021, 25 (5): 765-767.
- [27] 许福泉, 郭雷, 郭赣林, 等. 荘蓄挥发油气相色谱-质谱联用分析[J]. 时珍国医国药, 2012, 23(5): 1190-1191.
- [28] 黄红梅. 荘蓄的化学成分及抗氧化活性研究 [D]. 合肥: 安徽农业大学, 2014.
- [29] Al-hazimi H M A, Haque S N. A new naphthoquinone from *Polygonum aviculare* [J]. *Nat Prod Lett*, 2010, 16 (2): 115-118.
- [30] Yunuskhodzhaeva N A, Abdullabekova V N, Ibragimova K S, et al. Amino-acid composition of urtica dioica leaves and *Polygonum hydropiper* and *P. aviculare* herbs [J]. *Chem Nat Compd*, 2014, 50(5): 970-971.
- [31] Cong H J, Zhang S W, Zhang C, et al. A novel dimeric procyanidin glucoside from *Polygonum aviculare*[J]. *Chin Chem Lett*, 2012, 23(7): 820-822.
- [32] Salama H M H, Marraiki N. Antimicrobial activity and phytochemical analyses of *Polygonum aviculare* L. (*Polygonaceae*), naturally growing in Egypt[J]. *Saudi J Biol Sci*, 2010, 17(1): 57-63.

- [33] Nikolaev S M, Nikolaeva G G, Mondodoev A G, et al. Anti-inflammatory action of polyextract of *Orthosiphon stamineus* (leaves), *Arctostaphylos uvaursi* (leaves), *Polygonum Aviculare* (herbs), *Calendula officinalis* (flowers), and *Glycyrrhiza uralensis* (root) on the ratprostate[J]. *Pharm Chem J*, 2018, 52(2): 117-121.
- [34] Saremi J, Kargar J H, Pourahmadi M. Effect of *Polygonum aviculare* L. on nephrolithiasis induced by ethylene glycol and ammonium chloride in rats[J]. *Urol J*, 2018, 15(3): 79-82.
- [35] 缪晓明, 高鹤, 马卫琴, 等.一味萹蓄饮对2型糖尿病合并泌尿道感染的临床研究[J]. 中医临床研究, 2019, 11(30): 130-132.
- [36] Sung Y, Yoon T, Yang W, et al. The antidiobesity effect of *Polygonum aviculare* L. ethanol extract in high-fat diet-induced obese mice[J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2013, 2013: 626397.
- [37] Haeng Park S, Sung Y, Jin Nho K, et al. Anti-atherosclerotic effects of *Polygonum aviculare* L. ethanol extract in ApoE knockout mice fed a Western diet mediated via the MAPK pathway[J]. *J Ethnopharmacol*, 2014, 151(3): 1109-1115.
- [38] Yang H H, Hwangbo K, Zheng M S, et al. Quercetin-3-O-β-D-glucuronide isolated from *Polygonum aviculare* inhibits cellular senescence in human primary cells[J]. *Arch Pharm Res*, 2014, 37(9): 1219-1233.
- [39] Nugroho A, Kim E J, Choi J S, et al. Simultaneous quantification and peroxynitrite-scavenging activities of flavonoids in *Polygonum aviculare* L. herb[J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2014, 89: 93-98.
- [40] 于茜, 王巍嵩, 朱贲贲. 扁蓄苷对人乳腺癌 MDA-MB-231 细胞凋亡、周期及 PI3K/AKT 信号通路的影响[J]. 中南药学, 2020, 18(1): 48-52.
- [41] Habibi R M, Mohammadi R A, Delazar A, et al. Effects of *Polygonum aviculare* herbal extract on proliferation and apoptotic gene expression of MCF-7 [J]. *Daru*, 2011, 19 (5): 326-331.
- [42] Luo X, Xue L, Xu H, et al. *Polygonum aviculare* L. extract and quercetin attenuate contraction in airway smooth muscle[J]. *Sci Rep*, 2018, 8(1): 3114.
- [43] 丁建海, 张俊芳. 扁蓄提取物对小菜蛾生物活性的影响[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(7): 1593-1595.
- [44] 杜飞飞. 槲皮素及其苷类化合物大鼠体内药代动力学比较研究[D]. 上海: 上海中医药大学, 2019.
- [45] 刁磊, 陈惠杰. 金丝桃素在大鼠体内的药代动力学研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2015, 2(3): 157-159.

接骨木属植物化学成分及药理活性研究进展

王泽玲, 韩立峰, 郝佳, 胡存玉, 王涛, 张鹏*

(天津中医药大学中医药研究院, 省部共建组分中药国家重点实验室, 天津 301617)

摘要: 接骨木属植物广泛分布于北半球温带和亚热带地区, 主要包括接骨木、接骨草、血满草、西洋接骨木、西伯利亚接骨木, 含萜类、苯丙素、黄酮、生物碱、甾醇、挥发油、酚酸等成分, 作为治疗风湿痹痛、跌打损伤、筋骨疼痛的民间用药已有悠久历史。现代药理研究表明, 该属植物的提取物及单体化合物具有骨保护、抗炎镇痛、抗真菌、抗氧化、抗血栓、肝保护等药理活性, 主要成分为木脂素类、黄酮类、萜类。本文对接骨木属植物中化学成分及药理活性进行综述, 以期为其药效物质基础研究和新药开发提供思路。

关键词: 接骨木属植物; 化学成分; 药理活性

中图分类号: R284.1; R285.5

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2023)06-1936-08

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2023.06.031

接骨木属植物系忍冬科落叶乔木或灌木, 共二十余种, 广泛分布于北半球温带和亚热带地区, 包括接骨木、接骨草、血满草、西洋接骨木和西伯利亚接骨木^[1]。其中, 接

骨木 *Sambucus williamsii* Hance 应用最为广泛, 它出自《新修本草》^[2], 别名续骨木、接骨风、铁骨散等, 其根、茎、叶、花、果实均可入药, 味甘、苦, 性平, 无毒, 归肝经,

收稿日期: 2021-03-30

基金项目: 国家自然科学基金青年项目(81803691); 国家“重大新药创制”科技重大专项项目(2018ZX09735-002); 天津市自然科学基金项目(19JCYBJC28500)

作者简介: 王泽玲(1997—), 女, 硕士生, 从事中药化学与分析研究。Tel: 15735010835, E-mail: 15735010835@163.com

*通信作者: 张鹏(1979—), 女, 副研究员, 从事中药化学与分析研究。Tel: 18622910952, E-mail: zhangpeng@tjutcm.edu.cn

网络出版日期: 2022-05-25

网络出版地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1368.R.20220524.1739.002.html>