

伸筋草化学成分及药理作用研究进展

蔡卓亚^{1,2}, 周自桂², 李萍^{1*}, 秦勇^{2*}

1. 中国药科大学中药学院, 江苏 南京 210009

2. 江苏神龙药业有限公司, 江苏 南京 210000

摘要: 伸筋草为我国传统中药, 主要含有生物碱、三萜类成分, 常用于治疗屈伸不利、风湿痹症和跌打损伤等疾病, 临床应用历史悠久, 且疗效确切。为进一步了解伸筋草化学成分, 探讨开发利用伸筋草药用资源, 对其化学成分及药理作用等方面研究进展进行综述, 为伸筋草药材的质量控制提供参考。

关键词: 伸筋草; 生物碱; 三萜; 抗炎; 抗氧化

中图分类号: R282.71 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2012)02-0297-08

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2015.02.026

Advances in studies on chemical constituents in *Lycopodium Herba* and their pharmacological activities

CAI Zhuo-ya^{1,2}, ZHOU Zi-gui², LI Ping¹, QIN Yong²

1. School of Traditional Chinese Materia Medica, China Pharmaceutical University, Nanjing 210009, China

2. Jiangsu Shenlong Pharmaceutical Co., Ltd., Nanjing 210000, China

Abstract: *Lycopodium Herba* (the whole herbs of *Lycopodium japonicum*) has been used for a long time as Chinese materia medica, which had been reported with many kinds of effective components, such as alkaloids, triterpenoids, and volatile components. It has a long history of treating the inconvenient flexing and stretching, wind dampness arthralgia syndrome, bruises, and other diseases with definitely curative effects. This review classifies and summarizes the chemical constituents and their pharmacological activities, so as to provide the reference for the further development, utilization, and quality control of *Lycopodium Herba*.

Key words: *Lycopodium Herba*; alkaloids; triterpenoids; anti-inflammation; anti-oxidation

伸筋草 *Lycopodium Herba* 为石松科植物石松 *Lycopodium japonicum* Thunb. 的干燥全草^[1], 古称石松, 最早记载于唐《本草拾遗》^[2]: “生石上似松, 高一、二尺”。伸筋草全国范围内分布广泛, 在海拔 2 000 m 以下较多。伸筋草所含生物碱种类丰富, 此外, 还含有三萜类、挥发油及其他成分^[3]。其味微苦、辛, 性温, 归肝、脾、肾经; 具有祛风除湿、舒筋活络的功能。现代药理研究表明其具有抗炎、镇痛、抗菌、抑制乙酰胆碱酯酶活性等作用。临床常用于治疗类风湿性关节炎、颈椎病和急慢性软组织损伤等疾病^[4-7]。为进一步了解伸筋草化学成分, 探讨开发利用伸筋草药用资源, 对其化学成分及药理作用等方面研究进展进行综述。

1 化学成分

迄今为止, 从伸筋草中发现的化合物结构类型主要有生物碱类、三萜类, 此外还含有少量蒽醌类成分及挥发油等。

1.1 生物碱类

石松生物碱是一类特殊的杂环生物碱, 其基本骨架主要是由 C₁₆N 和 C₁₆N₂ 组成的三环或四环化合物, 也有少量生物碱是 C₁₁N、C₁₅N₂、C₂₂N₂ 或 C₂₇N₃ 型骨架。Ayer 根据生物碱的结构特点将其分为 4 类: lycopodine 型、lycodine 型、fawcettimine 型和 miscellaneous 型, 代表化合物分别为石松碱 (lycopodine)、石松定碱 (lycodine)、法西亭明碱 (fawcettimine) 和 phlegmarine, 结构式见图 1。4 种

收稿日期: 2014-08-18

作者简介: 蔡卓亚 (1990—), 女, 硕士在读, 研究方向为中药及其制剂质量控制。E-mail: caizhuoya90@163.com

*通信作者 李萍, 女, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事生药学研究。

秦勇, 男, 博士, 高级工程师, 硕士生导师, 主要从事天然药物化学研究。

类型母核的 C 环和 D 环都有相同的构型, 故推断它们之间存在共同的生物起源和转换关系^[8-10]。

近年来, 对伸筋草生物碱成分的研究越来越多, 不断有新的生物碱发现^[11-16]。伸筋草主要含有前 3 种类型的生物碱。

1.1.1 Lycopodine 型生物碱 该类型生物碱发现最早, 数量最多。其结构一般为含有 1 个顺式喹诺里嗪 (quinolizine) 环的 4 个叠六元环结构 (C-4 和 C-13 相

连), 大部分 C-5 位有羰基, 少数在 C-6 位; 石松碱 (1) 是该类型的代表化合物, 其羰基 α 位的 C-4、C-6 和叔碳 C-7 位的氢原子容易被氧化成羟基, 如 4 α , 8 β -dihydroxylycopodine (10)、8 β -hydroxylycoposerramine K (21)、11 β -hydroxy-12-epilycodoline (14); 其 N 原子可以被氧化, 如 miyoshianine C (23)。此类化合物 A、B 和 C 环较稳定, 骨架变化主要集中在 D 环, 该类型化合物见表 1 和图 2。

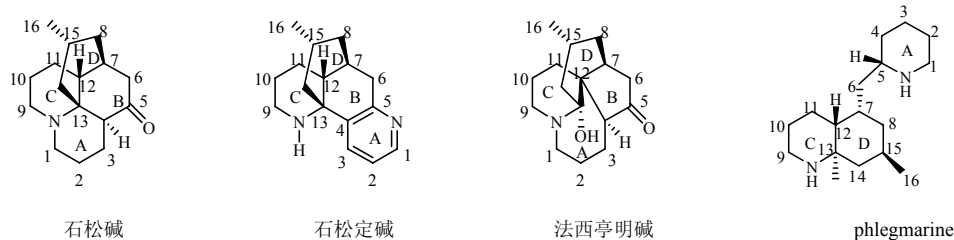


图 1 伸筋草中 4 种石松生物碱的代表化合物

Fig. 1 Representative compounds of four kinds of lycopodium alkaloids from *Lycopodium Herba*

表 1 伸筋草中 lycopodine 型石松生物碱

Table 1 Lycopodine-type lycopodium alkaloids from *Lycopodium Herba*

序号	化合物名称	文献
1	石松碱 (lycopodine)	15
2	12 β -hydroxyacetyl fawcettiine	13
3	8 β -acetoxyl-12 β -hydroxy-lycopodine	13,15
4	8 β -acetoxyl-11 α -hydroxy-lycopodine	13
5	lycoposerramine M	13,15
6	acetyl fawcettiine	13,15
7	clavolonine	13,15
8	α -lofoline	13,15
9	6 α ,8 β -二氢石松碱 (6 α ,8 β -dihydroxylycopodine)	15
10	4 α ,8 β -二氢石松碱 (4 α ,8 β -dihydroxylycopodine)	15
11	8 β -hydroxylycodoline	15
12	4 α ,8 β ,12 β -trihydroxylycopodine	15
13	8 β -hydroxy-11 α -acetoxyllycopodine	15
14	11 β -hydroxy-12-epilycodoline	15
15	11 α -hydroxy-acetyl fawcettiine	15
16	acetyllycofawcine	15
17	lycoposerramine G	15
18	deacetyl fawcettiine	15
19	法西亭碱 (fawcettiine)	15
20	lycofawcine	15
21	8 β -hydroxylycoposerramine K	15
22	anhydrolycodoline	15
23	miyoshianine C	11
24	miyoshianine A	11
25	石松灵碱 (lycodoline)	11
26	石杉碱 E (huperzine E)	12
27	lucidioline	11
28	8 β -hydroxyhuperzine E	15

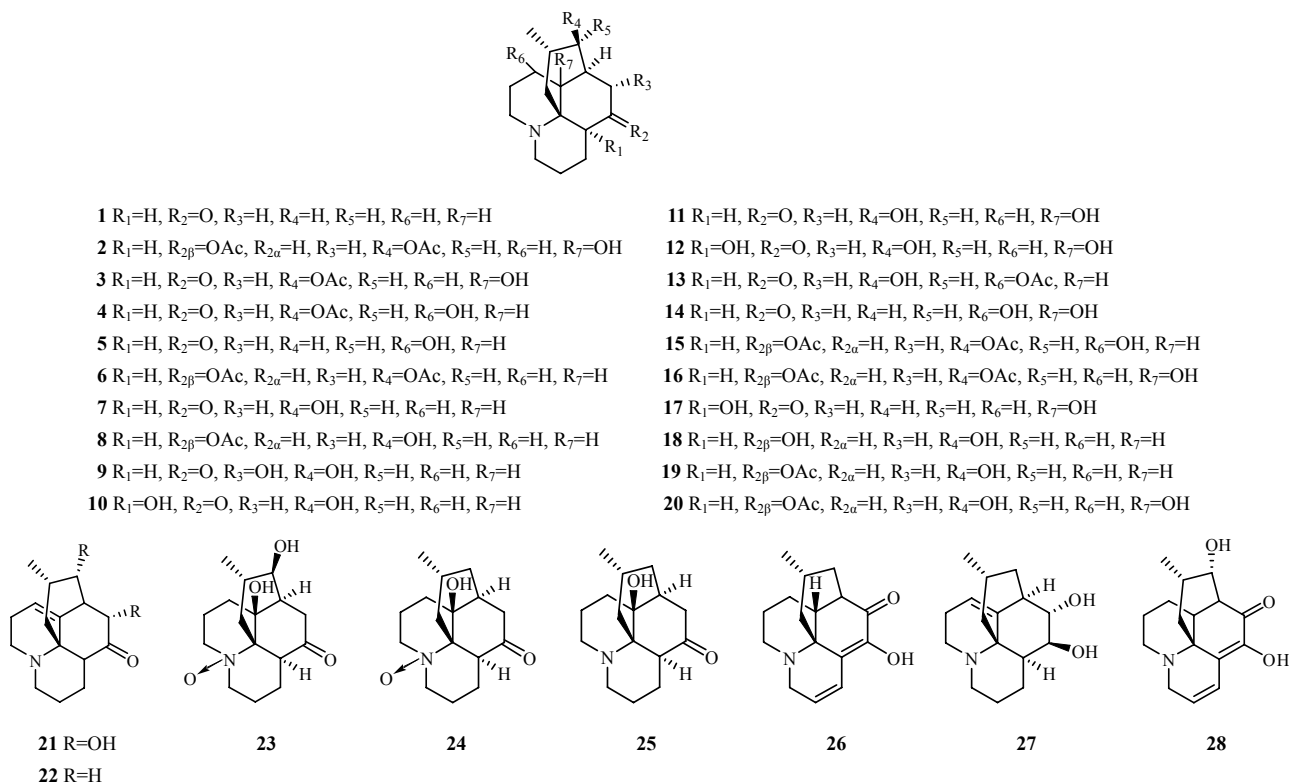


图 2 伸筋草中 lycopodium 型石松生物碱结构式

Fig. 2 Structures of lycopodium-type lycopodium alkaloids from *Lycopodium Herba*

1.1.2 Lycopodium 型生物碱 目前发现具有乙酰胆碱酯酶抑制活性的石松碱大部分出自此类化合物，其结构一般也是四环，与 lycopodium 型生物碱的区别是喹诺里嗪环（A+C 环）转化成分开的吡啶或吡啶酮 A 环和六氢吡啶 C 环。其代表性化合物为石松定碱（29），该类型化合物见表 2 和图 3。

表 2 伸筋草中 lycopodium 型石松生物碱

Table 2 Lycopodium-type lycopodium alkaloids from *Lycopodium Herba*

序号	化合物名称	文献
29	石松定碱 (lycodine)	15
30	α -玉柏碱 (α -obscurine)	11,13
31	desN-methyl- α -obscurine	13

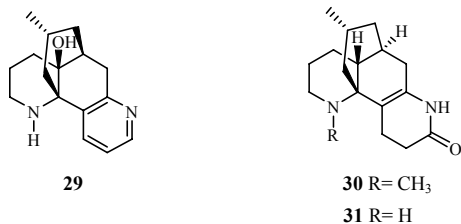


图 3 伸筋草中 lycopodium 型石松生物碱结构式

Fig. 3 Structures of lycopodium-type lycopodium alkaloids from *Lycopodium Herba*

1.1.3 Fawcettimine 型生物碱 此类化合物为 lycopodium 型的 C_4-C_{13} 键断开形成 C_4-C_{12} 键的结果。与 N 原子相连的叔碳 C-13 化学性质不稳定，易被氧化成羟基或断开 $C_{13}-N$ 键形成 C_{13} -羰基。其代表性的化合物为法西亭明碱（35），其已被证实为醇胺式和酮胺式的平衡体，由此演化成醇胺类（carbinol-amine form）和酮胺类（keto-amine form）两大部分，醇胺类是 N 原子与 C_{13} 相连的 fawcettimine 类化合物，如 lycopoclavamine A（34）；酮胺类生物碱没有 $N-C_{13}$ 键，如 palhinine A（41）。此外，近年来研究发现，伸筋草中还含有新型生物碱，如 Wang 等^[14]从伸筋草提取物中发现 3 种新的生物碱：lycojaponicum A~C（44~46），其 C_4-C_9 连接方式为首次发现，lycojaponicum A~B 是伸筋草中首次发现的具有 5/5/5/5/6 的五环化合物。该类型化合物见表 3 和图 4。

1.2 三萜类

伸筋草中也含有多种三萜类成分^[17-23]，Yan 等^[17]从伸筋草中分离得到 7 种三萜类化合物，其中 (3 β ,8 β ,14 α ,21 α)-26,27-dinoroceran-3,8,14,21-tetrol、(3 β ,8 β ,14 α ,21 α)-26,27-dinoroceran-3,8,14,21-tetrol、lycopodiin A 均为首次从该植物中分离得到；史利利等^[20]从伸

表3 伸筋草中 fawcettimine 型石松生物碱

Table 3 Fawcettimine-type lycopodium alkaloids from *Lycopodium Herba*

序号	化合物名称	文献
32	lycojapodine A	12
33	obscurinine	13
34	lycopoclavamine-A	13
35	法西亭明碱 (fawcettimine)	12-13
36	lycoflexine	12-13,16
37	6-hydroxyl-6,7-dehydrolycoflexine	16
38	6-hydroxyl-6,7-dehydro-8-deoxy-13-dehydroserratinine	16
39	14,15-dehydrolycoflexine	16
40	(15R)-14,15-dihydroepilobscurinol	16
41	palhinine A	16
42	palhinine B	16
43	8-deoxy-13-dehydroserratinine	16
44	lycojaponicum A	14
45	lycojaponicum B	14
46	lycojaponicum C	14

筋草正丁醇提取物中分离得到 7 种化合物, 其中 16-oxo-3 α -hydroxyserrat-14-en-21 α -ol 和 β -胡萝卜素均为首次从伸筋草中分离得到。伸筋草中三萜类化合物见表 4 和图 5。

1.3 其他

伸筋草中还含有脂肪醇、萜醌类^[24], 见表 5 和图 6。此外, 伸筋草中也含有挥发油和微量元素等, 冯毅凡等^[25]采用水蒸气蒸馏法从伸筋草中提取出挥发油, GC-MS 共鉴定 51 个色谱峰; 分析检索出其中的 36 种化学成分, 均为首次从该植物中得到。杨再波等^[26]采用 SPE-GC-MS 联用法从伸筋草中共分离出 98 个挥发油成分, 鉴定了其中的 81 个化合物, 主要为癸酸、B-马榄烯、反-石竹烯、白菖蒲油烯、A-古芸烯、A-姜黄烯、A-蛇床烯、D-杜松烯、A-雪松醇等组分。微量元素研究表明^[27-29], 伸筋草中含有 Fe、Cu、Zn、Mn、Ca、Mg、K、Na、Cl、S 等元素。

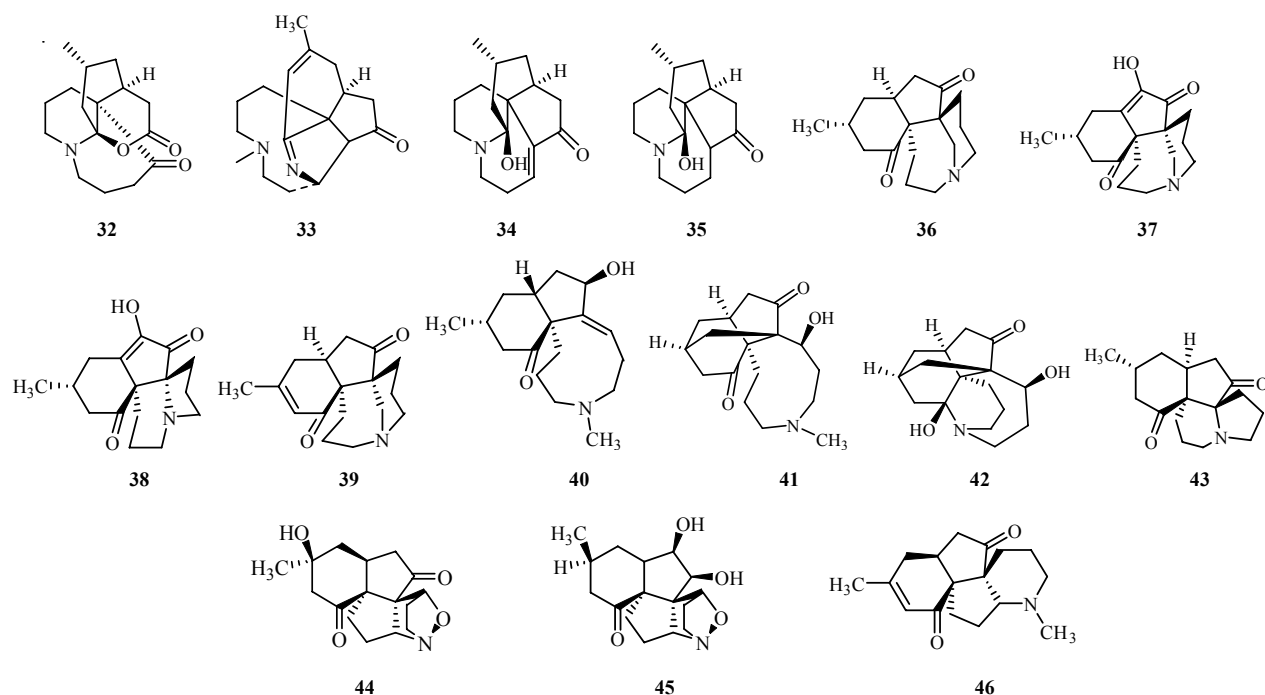


图4 伸筋草中 fawcettimine 型石松生物碱结构式

Fig. 4 Structures of fawcettimine-type lycopodium alkaloids from *Lycopodium Herba*

2 药理作用

伸筋草临床应用历史悠久, 主要含有生物碱和三萜类成分, 有多种药理作用, 如抗炎、镇痛、抗菌、抑制乙酰胆碱酯酶活性等。

2.1 抗炎、镇痛

曾元儿等^[30]采用热板法、鼠耳二甲苯致炎法、

醋酸扭体法、大鼠足跖浮肿法、醋酸引起腹膜炎法, 比较伸筋草氯仿、正丁醇、水 3 个不同提取部位抗炎、镇痛的药效作用, 结果显示 3 个不同提取部位均有较好的镇痛作用, 其中以氯仿提取部位作用最强。张东军等^[31]研究了伸筋草乙醇提取物的抗炎作用, 并检测治疗后大鼠血液中的类风湿因子, 用电

表4 伸筋草中的三萜类成分
Table 4 Triterpenoids from *Lycopodium Herba*

序号	化合物名称	文献
47	(3 β ,8 β ,14 α ,21 α)-26,27-dinoronocerane-3,8,14,21-tetrol	17
48	(3 β ,8 β ,14 α ,21 β)-26,27-dinoronocerane-3,8,14,21-tetrol	17,23
49	lycopodiin A	17
50	石松三醇 (lycoclavanol)	17-20
51	lycoclaninol	17,20
52	α -芒柄花萜醇 (α -onocerin)	17,19-20
53	3-epilycoclavanol	17,19
54	japonicum A	18
55	japonicum B	18
56	japonicum C	18
57	3R,21 α ,24-trihydroxyerrat-14-en-16-one	19,21
58	千层塔-14-烯-3 β ,21 β -二醇 (errat-14-ene-3 β ,21 β -diol)	19-21,23
59	千层塔-14-烯-3 β ,21 α -二醇 (errat-14-ene-3 β ,21 α -diol)	19-21,23
60	26-nor-8-oxo- α -onocerin	19,22-23
61	16-oxo-3 α -hydroxyerrat-14-en-21 α -ol	20
62	β -胡萝卜苷	20
63	豆甾醇	19
64	β -谷甾醇	19
65	3 β ,21 β ,24-trihydroxyerrat-14-ene	23
66	phlegmaric acid	23
67	lycernuic acid A	23
68	3,20 β ,21 β ,24-tetrahydroxyerrat-14-ene	23
69	3 α ,21 β ,24-trihydroxyerrat-14-ene	23
70	lycojaponicum A	23
71	lycojaponicum B	23
72	lycojaponicum C	23
73	lycojaponicum D	23
74	lycojaponicum E	23
75	lycojaponicum F	23

镜观察大鼠关节滑膜的形态学变化,结果表明伸筋草的乙醇提取物对佐剂性关节炎大鼠有明显的抗炎作用,且以低剂量组效果最佳。随后,很多专家学者对其抗炎镇痛机制进行了研究,吕衡等^[32]研究伸筋草乙醇、正丁醇提取物对佐剂性关节炎大鼠血清类风湿因子(RF)及免疫球蛋白(IgG、IgM、IgA)的影响,ELISA法和免疫透射比浊法进行检测,结果表明伸筋草乙醇、正丁醇提取物能有效降低大鼠血清中RF和IgA的量,乙醇提取物高剂量时能降低IgM的量,且无明显的副作用,说明伸筋草乙醇、正丁醇提取物可通过免疫调节机制对佐

剂性关节炎发挥治疗作用。苗兵等^[33]进一步研究了伸筋草乙醇提取物对佐剂性关节炎大鼠RF因子和血清细胞因子如白细胞介素(IL)-1 β 、IL-6、肿瘤坏死因子- α (TNF- α)的作用,ELISA法和放射性免疫法检测结果表明其均可使模型组RF和IL-1B、IL-6、TNF-A水平显著降低,提示伸筋草乙醇提取物可能是通过调节细胞因子的水平抑制RF,从而达到治疗或减轻类风湿关节炎的目的。敖鹏等^[34-35]通过实验研究证明了伸筋草正丁醇、氯仿提取物同样具有抗炎作用,并推测其可能通过免疫调节机制,从而对佐剂性关节炎发挥治疗作用。

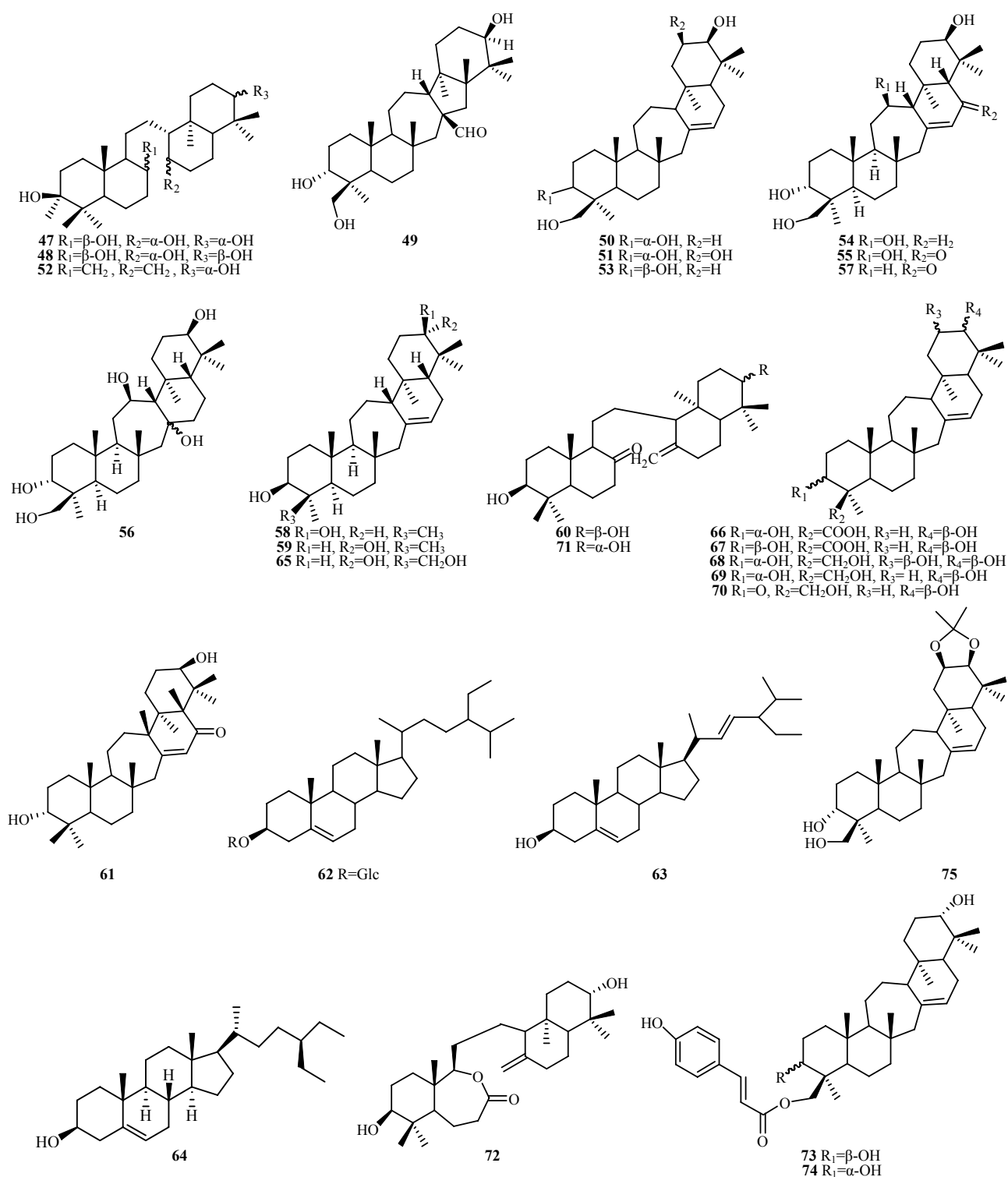


图5 伸筋草中三萜类成分的结构

Fig. 5 Structures of triterpenoids from *Lycopodium Herba*

2.2 乙酰胆碱酯酶的抑制作用

He 等^[12]从伸筋草中发现的新生物碱 lycojapodine A, 并通过活性实验证明其具有乙酰胆碱酯酶的抑制作用和抗 HIV-1 活性。Yan 等^[17]从伸筋草中分离得到 3 个新的三萜类化合物和 4 种已知

化合物, 并对其进行活性筛选, 发现 lycopodiin A 和 3-epilycoclavanol 具有抑菌活性, lycoclavanol 和 $\alpha\text{-onocerin}$ 具有抑制乙酰胆碱酯酶活性。

2.3 抗血小板凝集

戴克敏等^[36]通过豚鼠离体肠平滑肌实验, 证明

表 5 伸筋草中的其他成分

Table 5 Other constituents from *Lycopodium Herba*

序号	化合物名称	文献
76	伸筋草素 D (japonicum D)	18-19
77	正二十八烷醇	19
78	大黄素-6-甲醚	24

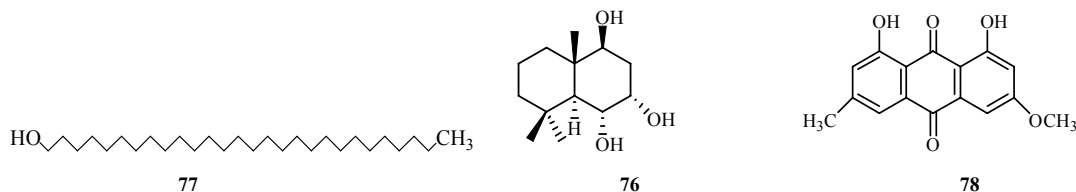


图 6 伸筋草中其他类化学成分的结构

Fig. 6 Structures of other constituents from *Lycopodium Herba*

发现, α -玉柏碱与不同提取物均有抑制血小板聚集作用, 为阐明伸筋草抗血小板聚集的药效物质提供实验依据。

2.4 清除活性氧自由基及抗氧化作用

张建胜等^[38]利用光照核黄素产生超氧阴离子自由基, Fenton 反应产生羟自由基 ($\cdot\text{OH}$), 用分光光度法研究了伸筋草体外清除活性氧自由基的作用, 结果表明伸筋草能有效清除活性氧自由基, 最大清除率可达 79.72%。对 Fenton 反应产生的 $\cdot\text{OH}$ 最大清除率高达 94.04%。并用硫代巴比妥酸 (TBA) 分光光度法研究伸筋草对 $\cdot\text{OH}$ 诱发卵磷脂脂质过氧化损伤的抑制作用, 结果表明对卵磷脂脂质过氧化损伤有显著抑制作用。然而伸筋草中主要表现抗氧化活性的具体成分有待进一步研究。

邹桂欣等^[39]采用 HPLC 法测定 DPPH 反应体系中 DPPH 变化, 同时观察伸筋草石油醚、氯仿及正丁醇提取物不同时间对 DPPH 自由基的清除率。结果表明, 伸筋草 3 种提取物对 DPPH 自由基的清除均有抑制作用, 且呈明显的量效关系, 不同提取物强度顺序为正丁醇提取物 > 氯仿提取物 > 石油醚提取物, 其清除率随着作用时间增长而增加。

2.5 其他作用

伸筋草还可对中枢神经系统产生影响, 张百舜等^[40]通过研究发现伸筋草能显著延长戊巴比妥钠对小鼠的催眠作用, 进一步证明该药具有一定的中枢神经抑制作用, 但作用强度较弱, 对土的宁等中枢兴奋药无抑制作用。对盐酸可卡因反应的影响实验显示伸筋草能增强可卡因的毒性反应, 说明伸筋草对中枢特定部位有一定兴奋作用, 其具体作用部

位及有关化学有效成分值得进一步深入研究。

3 总结与展望

伸筋草含有多种生物碱、三萜类等化学成分。临床上除用于治疗类风湿性关节炎、颈椎病、强直性脊柱炎外, 还用于治疗急性软组织损伤、高血压性眩晕、带状疱疹等, 有长期的临床应用实践, 值得进一步的研究与开发。但其质量评价研究还比较有限, 在《中国药典》2010 年版一部中, 仅规定了显微鉴别、薄层色谱鉴别项目。目前的研究多集中在新的化学成分的研究和临床应用方面, 但其中的药效物质基础的研究还不够深入。因此, 对伸筋草的药效物质基础和质量控制开展进一步的研究显得尤为重要。除了建立以测定指标成分的量作为质控方法外, 还应结合药效学实验, 进行中药谱效学研究, 实现伸筋草药材质量与药效的统一, 为伸筋草药材的全面质量控制提供依据。

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2010.
- [2] 陈藏器. 本草拾遗 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1979.
- [3] 叶盛英, 杨本明, 杜欣, 等. 中药伸筋草研究概况 [J]. 药学实践杂志, 2009, 27(1): 18-19.
- [4] 滕翠翠, 何永志, 王颖. 伸筋草化学成分及药理作用研究进展 [J]. 医学综述, 2008, 14(20): 3174-3175.
- [5] 张朝驹, 李孝林, 杜亚明. 伸筋草汤治疗神经根型颈椎病的实验研究 [J]. 中医学报, 2006, 34(4): 22-23.
- [6] 曹晴晴, 沈霖, 杨艳萍, 等. 黑骨藤伸筋透骨喷雾剂治疗急性软组织损伤 (气滞血瘀证) III 期临床研究 [J]. 中西医结合研究, 2009, 1(5): 244-246.
- [7] 姜玉萍. 中药熏蒸治疗类风湿关节炎的疗效观察及护理 [J]. 光明中医, 2011, 26(5): 1053-1054.

- [8] 谭昌恒, 朱大元. 石松生物碱研究进展 [J]. 中国天然药物, 2003, 1(1): 1-7.
- [9] Hirasawa Y, Kobayashi J, Morita H. The *Lycopodium* alkaloids [J]. *Heterocycles*, 2009, 27(2): 679-729.
- [10] Ma X Q, Gang D R. The *Lycopodium* alkaloids [J]. *NPR*, 2004, 21(6): 752-772.
- [11] Sun Y, Yan J, Meng H, et al. A new alkaloid from *Lycopodium japonicum* Thunb. [J]. *Helv Chim Acta*, 2008, 91(11): 2107-2109.
- [12] He J, Chen X Q, Li M M, et al. Lycojapodine A, a novel alkaloid from *Lycopodium japonicum* [J]. *Org Lett*, 2009, 11(6): 1397-1400.
- [13] Li B, Zhang W D, He Y R, et al. New alkaloids from *Lycopodium japonicum* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2012, 60(11): 1448-1452.
- [14] Wang X J, Zhang G J, Zhuang P Y, et al. Lycojaponicumins A-C, three alkaloids with an unprecedented skeleton from *Lycopodium japonicum* [J]. *Org Lett*, 2012, 14(10): 2614-2617.
- [15] Wang X J, Li L, Si Y K, et al. Nine new lycopodine-type alkaloids from *Lycopodium japonicum* Thunb. [J]. *Tetrahedron*, 2013, 69(30): 6234-6240.
- [16] Wang X J, Li L, Yu S S, et al. Five new fawcettimine-related alkaloids from *Lycopodium japonicum* Thunb. [J]. *Fitoterapia*, 2013, 91(12): 74-81.
- [17] Yan J, Zhang X M, Li Z R, et al. Three new triterpenoids from *Lycopodium japonicum* Thunb. [J]. *Helv Chim Acta*, 2005, 88(2): 240-244.
- [18] Li X L, Zhao Y, Cheng X, et al. Japonicumins A-D four new compounds from *Lycopodium japonicum* [J]. *Helv Chim Acta*, 2006, 89(7): 1467-1473.
- [19] 滕翠翠, 何永志, 冯金磊, 等. 伸筋草的化学成分研究 [J]. 中草药, 2010, 41(12): 1960-1963.
- [20] 史利利, 何永志. 伸筋草石松三萜化学成分 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(9): 90-92.
- [21] Zhang Z Z, ElSohly H N, Jacob M R. Natural products inhibiting candida albicans secreted aspartic proteases from *Lycopodium cernuum* [J]. *J Nat Prod*, 2002, 65(7): 979-985.
- [22] 蔡雄, 潘德济, 徐光漪. 玉柏石松的四环三萜成分研究 [J]. 化学学报, 1989, 47(10): 1025-1028.
- [23] Zhang Y, Yi P, Chen Y, et al. Lycojaponicumins A-F: cytotoxic serratene triterpenoids from *Lycopodium japonicum* [J]. *Fitoterapia*, 2014, 96(7): 95-102.
- [24] 蔡雄, 潘德济, 陈御石, 等. 伸筋草和玉柏石松中的萜醌成分的分离和鉴定 [J]. 上海医科大学学报, 1991, 18(5): 383-385.
- [25] 冯毅凡, 郭晓玲, 韩亮, 等. 伸筋草挥发性成分 GC-MS 分析 [J]. 广东药学院学报, 2005, 21(5): 515-516.
- [26] 杨再波, 钟才宁, 孙成斌, 等. 伸筋草挥发油成分的固相微萃取分析 [J]. 中国医院药学杂志, 2008, 28(13): 1067-1070.
- [27] 卑占宇, 黄志勤, 丁冶春, 等. 火焰原子吸收光谱法对伸筋草中金属元素含量的测定分析 [J]. 广东微量元素科学, 2007, 14(1): 37-39.
- [28] 代颖. 常用外用中草药中离子成分含量测定的实验研究 [D]. 太原: 山西大学, 2007.
- [29] 刘利, 何春莲, 刘红, 等. 祛寒类中草药中 3 种微量元素的测定 [J]. 微量元素与健康研究, 2012, 29(1): 47-48.
- [30] 曾元儿, 叶木荣, 徐晖. 伸筋草不同提取部位抗炎镇痛药理实验研究 [J]. 时珍国医国药, 1999, 10(9): 641-642.
- [31] 张东军, 边晓燕, 尹丽颖, 等. 伸筋草乙醇提取物对佐剂性关节炎大鼠治疗作用的实验研究 [J]. 中医药学报, 2010, 38(4): 41-42.
- [32] 吕衡, 周忠光, 边晓燕, 等. 伸筋草提取物对 AA 大鼠 RF 及 Ig 影响的实验研究 [J]. 哈尔滨商业大学学报: 自然科学版, 2008, 24(3): 274-276.
- [33] 苗兵, 杨金, 周忠光, 等. 伸筋草乙醇提取物对佐剂性关节炎大鼠类风湿因子和血清细胞因子的影响 [J]. 中医药信息, 2008, 25(3): 22-24.
- [34] 敖鹏, 刘玉婕, 尹丽颖, 等. 伸筋草正丁醇提取物对佐剂性关节炎大鼠血清 IL-1 β 、IL-6、TNF- α 的影响 [J]. 中医药学报, 2011, 39(3): 22-24.
- [35] 敖鹏, 周忠光, 韩玉生, 等. 伸筋草氯仿提取物对佐剂性关节炎大鼠血清 RF、TNF- α 、IL-1 β 、IL-6 含量的影响 [J]. 中医药信息, 2013, 30(3): 129-131.
- [36] 戴克敏, 潘德济, 程彰华, 等. 伸筋草类药用植物资源的初步研究 [J]. 植物资源与环境, 1992, 1(1): 36-43.
- [37] 邹桂欣, 尤献民, 刘晶, 等. 伸筋草提取物及主要药效成分对家兔血小板聚集影响 [J]. 亚太传统医药, 2012, 8(11): 10-11.
- [38] 张建胜, 王雪梅, 高云涛, 等. 伸筋草提取物体外清除活性氧自由基及抗氧化作用研究 [J]. 云南中医中药杂志, 2008, 29(3): 38-39.
- [39] 邹桂欣, 尤献民, 吴怡. DPPH $\cdot$ 法评价伸筋草不同提取物清除自由基的能力 [J]. 药物评价研究, 2012, 35(5): 359-361.
- [40] 张百舜, 南继红. 伸筋草对中枢神经系统药物作用的影响 [J]. 中药材, 1991, 14(11): 38-39.