

忍冬属植物环烯醚萜类成分研究概况

纪瑞锋¹, 刘素香², 王文倩², 张铁军², 陈常青^{2*}

1. 天津中医药大学, 天津 300193

2. 天津药物研究院, 天津 300193

摘要: 我国忍冬属植物资源较为丰富, 其中可供药用的品种达 47 种, 广布于全国各省区, 金银花为该属植物中的临床常用中药, 具有很高的药用价值。忍冬属中环烯醚萜类成分显示出较强的生物活性, 通过对忍冬属植物中环烯醚萜类成分的分布及其生物活性进行综述, 展望今后忍冬属植物此类成分的研究方向和应用前景, 便于对忍冬属植物中环烯醚萜类成分及其药理作用进行更深入的研究, 并充分开发利用该属药用植物资源。

关键词: 忍冬属; 环烯醚萜类; 抗炎; 抗菌; 抗病毒; 镇痛

中图分类号: R282.71 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2012)06-1226-07

Research advances in iridoids from plants of *Lonicera* Linn.

Ji Rui-feng¹, Liu Su-xiang², Wang Wen-qian², Zhang Tie-jun², Chen Chang-qing²

1. Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 300193, China

2. Tianjin Institute of Pharmaceutical Research, Tianjin 300193, China

Key words: *Lonicera* Linn.; iridoids; anti-inflammation; antibacterial; antiviral; analgesia

忍冬科忍冬属 *Lonicera* Linn. 约有 200 种植物, 为忍冬科中最大的属^[1]。该属为典型的北温带广布属, 仅个别种类可延伸至爪哇岛和菲律宾^[2]。属内植物多为落叶或常绿的直立灌木或矮灌木, 有时为缠绕藤本。我国忍冬属植物资源较为丰富, 有 98 种, 其中可供药用的品种达 47 种, 广布于全国各省区, 而以西南部种类最多^[3]。金银花为该属中的临床常用中药, 具有很高的药用价值。忍冬属中分离得到的化学成分主要包括有机酸类、黄酮类、环烯醚萜类和皂苷类等。环烯醚萜类 (iridoids) 是一类特殊的单萜类化合物, 为蚁臭二醛 (iridodial) 的缩醛衍生物, 作为众多植物药的有效成分之一, 环烯醚萜类化合物具有广泛的生物活性, 如抗病毒、抗菌、抗氧化、保肝利胆、解痉镇痛、增强免疫、降糖调脂等多种活性, 并且对神经系统、心血管系统和消化系统具有药理作用^[4-7], 广泛存在于苦味补药、镇静药、解热药等植物药中。环烯醚萜类化合物为忍冬科植物中最为常见的共性化学成分, 在忍冬科的化学分类学上具有重要意义^[8]。此外, 该类化合物在植物界分布较为局限, 在化学分类学中有

重要作用^[9]。

近年来该类化合物的研究受到了极大的关注, 其相关研究发展迅速。本文对国内外忍冬科忍冬属植物的环烯醚萜类成分及其生物活性研究进展进行综述与展望。

1 化学成分研究

忍冬属植物中环烯醚萜类化合物及其结构见表 1 和图 1。

2 忍冬属植物中环烯醚萜类成分的药理作用

环烯醚萜类成分是一些动物和植物的自身防御物质, 是很多植物药中的有效成分, 具有广泛的生物活性, 包括抗炎、抗肿瘤、抗病毒、抗氧化、抗菌、保肝利胆、降血糖、调血脂、对心血管系统的作用、解痉等^[42]。关于忍冬属植物中环烯醚萜苷类有效部位药理作用的研究尚不多见, 有必要对其药理作用进行深入研究, 为忍冬属植物的质量控制和应用提供依据和参考。

2.1 抗炎、抗水肿作用

Lee 等^[43]研究证实, 与阿司匹林相比, 马钱素对雄性小鼠耳肿胀模型显示出抗炎活性, 认为马钱素

收稿日期: 2011-12-15

基金项目: 天津市自然科学基金 (11JCZDJC21000)

作者简介: 纪瑞锋 (1987—), 男, 河南洛阳人, 天津中医药大学硕士研究生, 主要从事中药物物质基础研究。

Tel: 15922125374 E-mail: jirufeng0708@163.com

*通讯作者 陈常青 Tel: (022)23006829 E-mail: chencq@tjpr.com

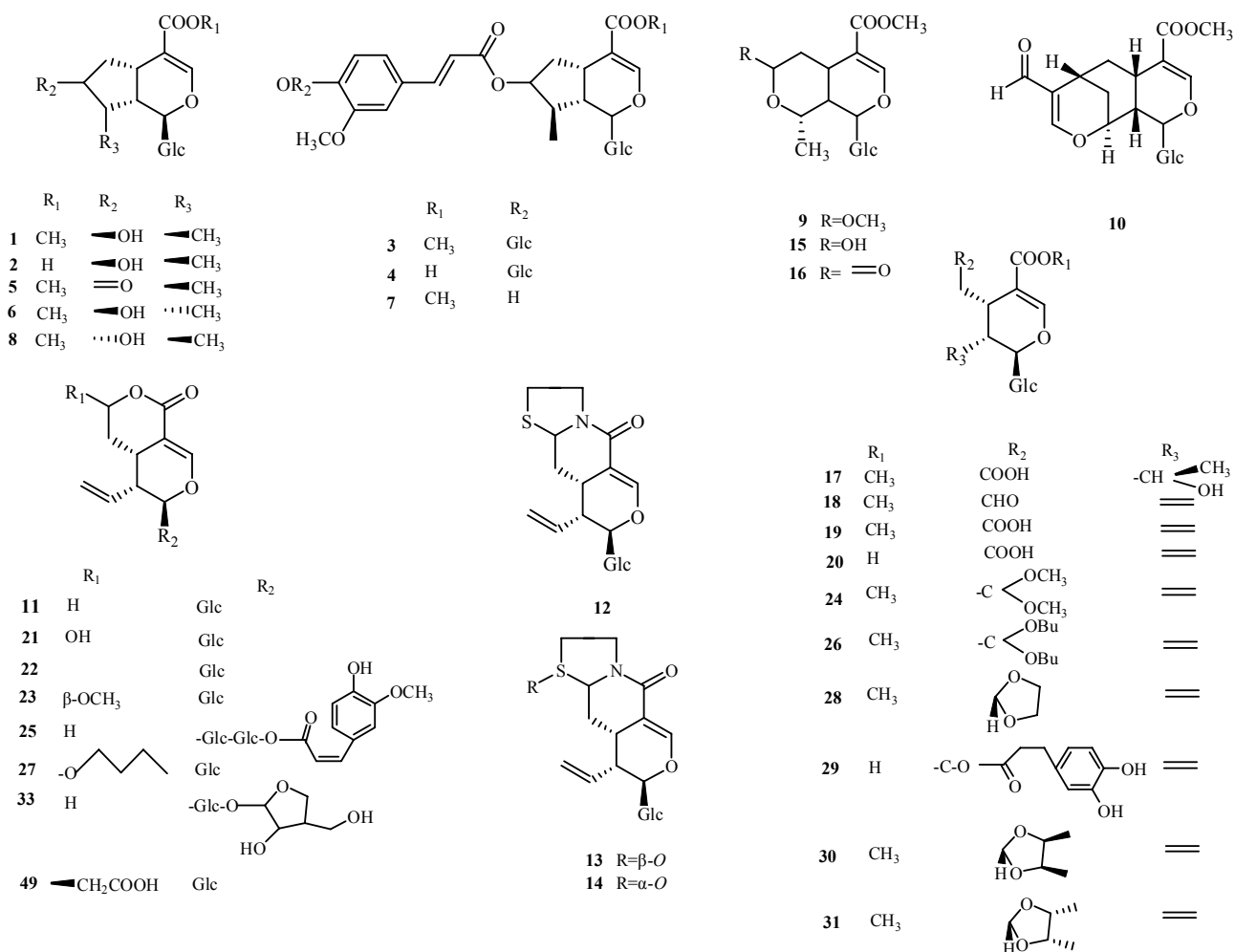
表1 忍冬属植物中环烯醚萜类化合物
Table 1 Iridoids in plants of *Lonicera* Linn.

序号	化合物名称	来源植物	文献
闭环环烯醚萜苷类			
1	马钱苷	A、C、D、E、F、G、K、M、N、O、P	10-26
2	马钱子苷酸	E、K、M、O	11, 18, 23, 26
3	著名忍冬苷	M	11
4	著名忍冬苷酸	D	12
5	7-酮番木鳖苷	A、D	24, 27
6	8-表马钱苷	A	15, 20
7	7-feruloylloganin	I	28
8	7-表马钱苷	A	19
9	7 <i>S</i> - <i>O</i> -甲基莫罗忍冬苷	K、O	23, 26
10	金银花苷 L	A	24
裂环环烯醚萜苷类			
11	当药苷	A、C、D、F、G、H、N、P	10, 12, 14-17, 19-22, 24-25, 29-30
12	金银花忍冬碱	P	10
13	金银花忍冬定 A	P	31
14	金银花忍冬定 B	P	31
15	莫罗忍冬苷	A、B、E、M	15, 18, 24, 32-33
16	金吉苷	AB	15, 24, 32
17	高山忍冬苷	B	32
18	裂环马钱子苷	A、D、E、G、K、M	12, 14-15, 18, 20, 22-24, 33-34
19	裂环氧化马钱素	A、F、G、M	20, 22, 24-25, 30, 33
20	secologanoside	A、M	20, 24, 30, 33
21	裂环马钱子苷酸	A、D、K、O	12, 23-24, 26, 30, 34
22	沃格花闭木苷	A、E、G、H	13, 15, 18, 20, 22, 29-30
23	<i>epi</i> -vogeloside	A、E、H	13, 15, 18-19, 29-30
24	裂马钱素二甲基乙缩醛	A、E、K	13, 15, 18, 23-34
25	kinginoside	L	35
26	secologanic dibutylacetal	A	14
27	7- <i>O</i> -丁基裂环马钱子苷酸	A	14
28	蓝果忍冬苷 C	D	36
29	大花花闭木苷	F、H	25, 29
30	忍冬缩醛酯 A	A	15
31	忍冬缩醛酯 B	A	15
32	四乙酰开联番木鳖苷 7-甲基酯	A	15, 20
33	6'- <i>O</i> - β -呋喃芹糖基獐牙菜苷	C、K、N、O	16-17, 23, 26
34	<i>L</i> -phenylalaninosecologanin	A	37
35	7- <i>O</i> -(4- β - <i>D</i> -glucopyranosyloxy-3-methoxybenzoyl) secologanolic acid	A	37
36	dehydromorrniside	A	38

续表 1

序号	化合物名称	来源植物	文献
37	8-表金吉苷	A、E	18, 24
38	dimethyl secologanoside	A	20
39~49	金银花苷 A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、K	A	24, 39
二聚环烯醚萜苷类			
50	蓝果忍冬苷 A	D	27
51	蓝果忍冬苷 B	D	27
52	科洛忍冬苷	J	40
53	6'-O-7 α -羟基当药酰氧番木鳖苷	A	37
54	(Z)-aldosecologanin	A	37
55	(E)-aldosecologanin	A	30, 37
56	金花忍冬素	E	18, 41
非苷环烯醚萜			
57	瓶子草素	E	18

A-L. japonica B-L. alpigena C-L. angustifolia D-L. caerulea E-L. chrysatha F-L. dasystyla G-L. hypoglauca H-L. implexa I-L. insularis
J-L. korolkowi K-L. macckii L-L. morrowii M-L. periclymenum N-L. quinquelocularis O-L. ruprechtiana P-L. xylosteum



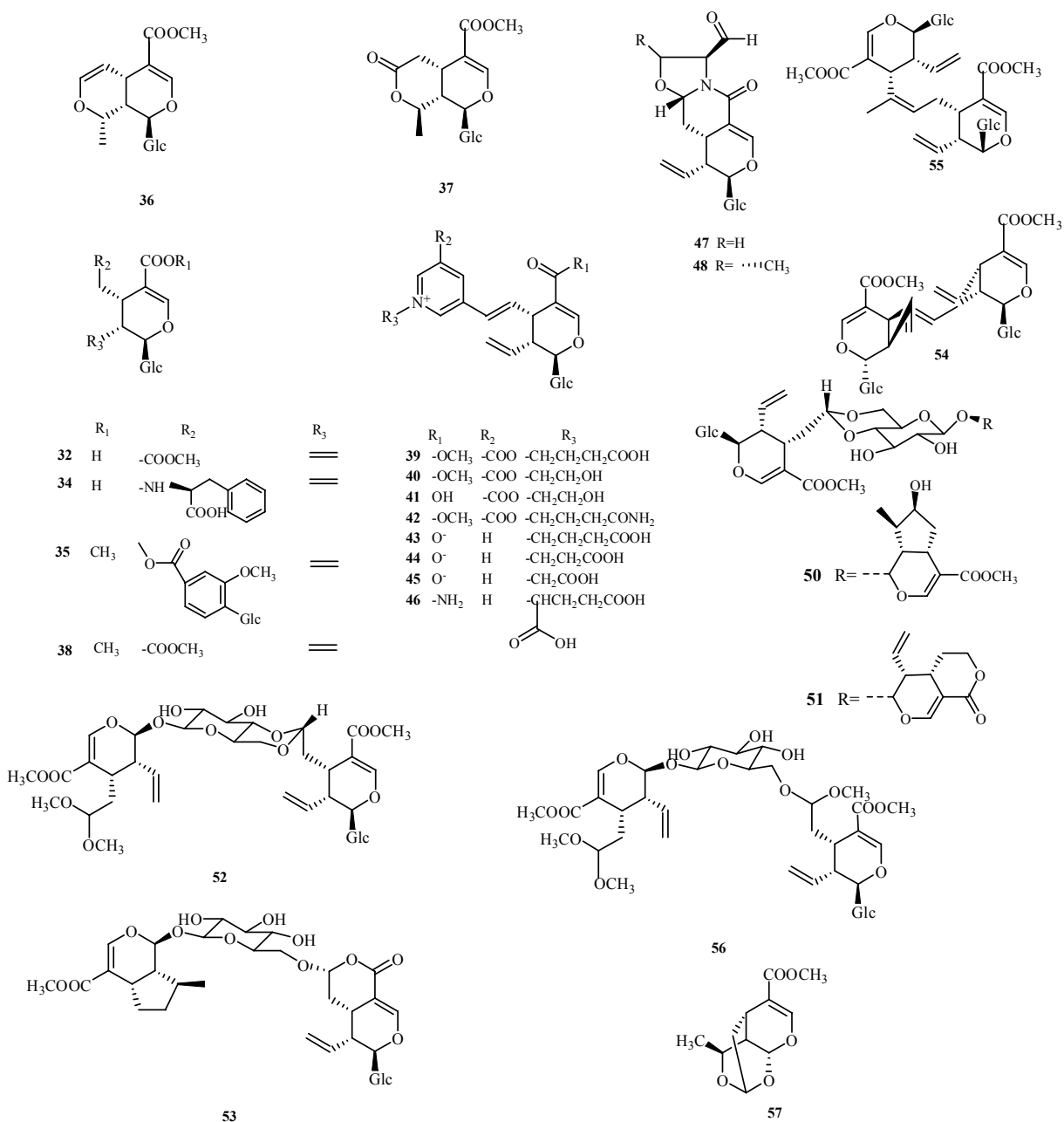


图1 忍冬属植物中环烯醚萜类化合物的结构式
Fig. 1 Structures of iridoids in plants of *Lonicera* Linn.

是金银花抗炎的有效成分之一。宋卫霞^[24]对金银花水溶性成分进行研究,发现环烯醚萜类成分能够明显抑制二甲苯所致的小鼠耳肿胀,对非特异性炎症有显著的抑制作用。开联番木鳖苷酸和以环烯醚萜苷类为主要成分的金银花提取物均能够明显抑制二甲苯所致小鼠的耳肿胀以及角叉菜胶致小鼠的足趾肿胀,且开联番木鳖苷酸的作用效果优于金银花提取物^[44]。

以当药苷(23.1%)和马钱苷(16.7%)为主要成分的金银花水提取物对巴豆油和花生四烯酸所致的

小鼠耳肿胀模型均有抑制作用,与阳性对照药(双氯芬酸)相比,金银花水提取物在较低剂量下即显示出较强的抗炎作用^[44];采用 Western Blotting(蛋白质印迹分析法)对鼠源性巨噬细胞系 RAW264.7 中脂多糖(LPS)诱导表达的环氧化酶-2(COX-2)和诱导型一氧化氮合酶(iNOS)进行测定,结果表明金银花水提取物能够抑制 LPS 诱导的 COX-2 和 iNOS 的表达,且抑制作用与药物浓度相关。通过对 RAW264.7 中 COX-2 荧光素报道基因的测定进一步表明,金银花水提取物能够显著抑制 COX-2 mRNA

表达。另一种重要的水肿酶 5-脂氧化酶 (5-LO) 也能被金银花水提物所抑制, 表明金银花水提物对水肿酶的活性有普遍的抑制作用^[45]。

以巴豆油诱导小鼠耳肿胀为药理模型, 对忍冬中环烯醚萜类成分的抗水肿作用进行了研究, 分别从忍冬全株、藤茎、叶中提取环烯醚萜类成分, 采用尾静脉给药, 结果表明, 忍冬茎提取物的抗水肿作用优于全株, 全株优于叶; 等剂量的忍冬藤粗提物抗水肿作用优于阳性药物 marobiven, 粗提物经进一步精制后给药量显著减小, 水肿抑制率显著升高, 抗水肿作用优于阳性对照药物; 将提取物进一步纯化后得到当药苷, 尾 iv 10 mg/kg 和 ig 100 mg/kg 对巴豆油诱导的小鼠耳肿胀的抑制率分别为 65.7% 和 57.8%, 对花生四烯酸诱导的小鼠耳肿胀的抑制率分别为 69.1%、45.7%^[46]。

2.2 抗菌及抗病毒作用

开联番木鳖苷酸和以环烯醚萜苷类为主要成分的金银花提取物均能够明显抑制呼吸道合胞病毒 (RSV) 致体外培养 HeLa 细胞的病变, 开联番木鳖苷酸的作用效果优于金银花提取物。二者对流感病毒肺适应株 (FM1) 感染的 ICR 小鼠的肺指数有抑制作用, 开联番木鳖苷酸的作用效果优于金银花提取物^[44]。

马双成等^[20]采用细胞病变法进行了环烯醚萜苷抗呼吸道病毒 (RSV、PIV 3、FluA) 感染的研究, 确认环烯醚萜苷类成分具有中等强度的抗呼吸道病毒感染的作用, 为金银花中的一类有效成分。其中当药苷、马钱苷等 10 个环烯醚萜苷类化合物均具有中等强度的抗 RSV 和抗 PIV 3 的活性, 活性最强的为 secoxyloganin, 其抗 RSV 和抗 PIV 3 的 SI 分别为 10.4 和 32.0, 抗 PIV3 的 SI 高于阳性对照药病毒唑 (ribavirin)。

2.3 镇痛作用

开联番木鳖苷酸和以环烯醚萜苷类为主要成分的金银花提取物能够明显抑制醋酸所致小鼠疼痛扭体, 10 mg/kg 开联番木鳖苷酸及 25 mg/kg 金银花提取物的镇痛百分率分别为 57% 和 61%, 与模型组比较有显著性差异 ($P < 0.05$), 金银花提取物的作用效果优于开联番木鳖苷酸^[44]。以当药苷 (23.1%) 和马钱苷 (16.7%) 为主要成分的金银花水提物 iv 可降低醋酸所致的小鼠的扭体次数, 与阳性对照药 (双氯芬酸) 相比, 金银花水提物在较低剂量下即显示出镇痛作用; 与 *po* 阳性对照药对乙酰氨基酚相比, iv 较低剂量金银花水提物对角叉菜胶

所致的大鼠爪痛觉过敏模型即显示出镇痛作用^[45]。

忍冬藤中环烯醚萜类成分的镇痛研究表明, 尾 iv 10 mg/kg 对醋酸所致的小鼠扭体的抑制率为 76.9%, 优于阳性对照药 marobiven (抑制率 56.5%); 将提取物进一步纯化后得到当药苷, 尾 iv 10 mg/kg 对醋酸所致的小鼠扭体的抑制率为 89.7%, *po* 给药 100 mg/kg 时抑制率为 87.9%^[46]。

2.4 保肝作用

苏慧^[47]从金银忍冬果实的乙醇提取物中分离得到环烯醚萜总苷, 并研究了该提取物对 CCl₄ 致小鼠急性肝损伤的作用。实验组分为高、中、低 3 个剂量组经 ig 给药, 肝损伤小鼠血清中升高的丙氨酸转氨酶 (ALT)、天冬氨酸转氨酶 (AST) 水平均降低, 且与模型组差异具有显著性。从忍冬花蕾中分离得到的单体化合物马钱素、7-*epi*-loganin 和 secoxyloganin (20 mg/kg) 对 CCl₄ 致肝损伤小鼠均显示出显著的保肝活性^[19]。

2.5 降血糖作用

苏慧^[47]从金银忍冬果实的乙醇提取物中分离得到环烯醚萜总苷, 并研究了该提取物的降血糖作用。结果表明, 高剂量组 (提取物 4 g/kg) 可显著降低正常小鼠的血糖水平; 高剂量组 (提取物 4 g/kg)、中剂量组 (提取物 2 g/kg) 可明显拮抗肾上腺素引起的血糖升高, 且高剂量组显示出更强的拮抗作用; 高剂量组、中剂量组以及马钱素 (0.1 g/kg) 可明显缓解四氧嘧啶糖尿病小鼠血糖升高, 高剂量组作用效果较好, 单体马钱素的作用效果不如环烯醚萜总苷。随后, 又对金银忍冬果实的乙醇提取物中的环烯醚萜总苷进行了糖耐受实验。实验组分为高、中、低 3 个剂量组, 低剂量组 (提取物 1 g/kg) 在给药后 30 min 能使血糖值显著降低, 表明环烯醚萜总苷低剂量能提高正常小鼠的糖耐量, 对由外源性葡萄糖引起的高血糖有一定的降低作用^[47]。

2.6 其他作用

宋卫霞^[24]从金银花水溶性部分分离得到环烯醚萜类成分, 并对其进行了药理活性筛选, 发现金银花苷 C、D、G、H、J, 裂环氧化马钱素, 裂环马钱素, 马钱素-7-酮, 7 α -莫诺苷, 7 β -莫诺苷, 裂环马钱酸, 金吉苷, 8-表金吉苷, 裂环马钱苷在浓度为 5~10 mol/L 时, 具有较明显的抑制 PAF 刺激的大鼠多形核白细胞 β -葡萄糖苷酶释放作用, 抑制率为 50.5%~88.2%; 金银花苷 E、金吉苷、8-表金吉苷在浓度为 5~10 mol/L 时, 具有较明显的抑制 LPS

刺激的小鼠腹腔巨噬细胞产生前列腺素 E₂ (PEG₂) 的作用, 抑制率为 62.3%~65.4%; 金银花苷 J 在浓度为 5~10 mol/L 时, 对神经细胞具有保护作用, 对去血清损伤的 PC12 细胞具有较明显的保护作用, 抗损伤保护率为 78.9%。

开联番木鳖苷酸 (3 mg/kg) 和以环烯醚萜苷类为主要成分的金银花提取物 (6 mg/kg) 对酵母菌所致 SD 大鼠发热模型以及内毒素所致家兔发热模型具有明显的抑制作用, 且 2 个模型中开联番木鳖苷酸的作用效果均优于金银花提取物^[44]。

3 前景与展望

对环烯醚萜类化合物生物合成的研究目前多集中在夹竹桃科植物长春花中, 国外学者对其进行了较为深入的研究^[48], 但对忍冬属中环烯醚萜类生源途径的研究较少^[49], 该类成分在植物分类学上具有重要意义, 有必要对其进行深入的研究。

忍冬属药用植物较多, 商品药材及民间使用的药材品种较多, 而目前对该属药用植物的研究主要集中在忍冬、灰毡毛忍冬, 其他仅见零星报道。汪治等^[50]建议将灰毡毛忍冬作为金银花的基源植物以扩大药用范围, 可以从环烯醚萜类成分的量 and 生理活性的角度对该属其他药用植物进行更加深入、系统的研究, 以期合理、有效地开发利用忍冬属的中药材资源。

近年来国内外学者对于忍冬属植物进行的研究主要集中在有机酸类和黄酮类成分^[51], 特别是对有机酸类分析较多, 绿原酸是该属药材和一些成药制剂的质量控制指标, 但是忍冬属中环烯醚萜类成分也有明确的药理作用, 因此有必要完善当前的质量控制体系, 以便于更好地对忍冬属药材质量和含该属药用植物的制剂的质量进行控制。

忍冬属植物中环烯醚萜类成分表现出较强的抗炎、抗水肿, 抗菌、抗病毒、降血糖、镇痛、保肝等生理活性, 具有广阔的应用前景, 有必要对该有效部位进行深入的研究和开发, 为临床用药提供新的依据和保障, 具有深远的意义。有研究报道^[43,46]环烯醚萜类成分无溶血性, 无明显的血管刺激性, 并且注射给药剂量小于口服给药剂量, 而药效优于口服给药, 可将其开发为中药注射剂供临床应用。

参考文献

[1] 王一峰, 廉永善, 张继. 甘肃忍冬科植物区系地理 [J]. 西北植物学报, 1997, 17(6): 57-61.
[2] 汤彦承, 李良千. 忍冬科 (狭义) 植物地理及其对认识

东亚植物区系的意义 [J]. 植物分类学报, 1994, 32(3): 197-218.

- [3] 中国植物志编委会. 中国植物志 (第七十二卷) [M]. 北京: 科学出版社, 1988.
- [4] 郑礼胜, 刘向前. 环烯醚萜类研究进展 [J]. 天然产物研究与开发, 2009, 21(4): 702-711.
- [5] 郭建华, 田成旺, 张铁军, 等. 中药环烯醚萜类化合物研究进展 [J]. 药物评价研究, 2011, 34(4): 293-297.
- [6] 董天骄, 崔元璐, 田俊生, 等. 天然环烯醚萜类化合物研究进展 [J]. 中草药, 2011, 42(1): 185-194.
- [7] 杨春辉, 马莉, 魏振平. 环烯醚萜类化合物在防治糖尿病方面研究进展 [J]. 化学工业与工程, 2011, 28(6): 68-73.
- [8] 曾令杰, 邢俊波, 李萍. 忍冬科的植物化学分类学研究的初探 [J]. 中国中药杂志, 2000, 25(3): 184-187.
- [9] 周荣汉, 周自新. 有发展前途的植物次生物质—环烯醚萜类 [J]. 武汉植物学研究, 1984, 2(2): 317-320.
- [10] Chaudhuri R K, Sticher O, Winkler T. Xylostosidine: the first of a new class of monoterpene alkaloid glycosides from *Lonicera xylosteum* [J]. *Helv Chim Acta*, 1980, 63(4): 1045-1047.
- [11] Calis I, Lahloub M F, Sticher O. Loganin, loganic acid and periclymenoside, a new biosidic ester iridoid glucoside from *Lonicera periclymenum* L. (Caprifoliaceae) [J]. *Helv Chim Acta*, 1984, 67(1): 160-165.
- [12] Calis I, Sticher O. Periclymenosidic acid, a new biosidic ester iridoid glucoside from *Lonicera coerulea* [J]. *J Nat Prod*, 1985, 48(1): 108-110.
- [13] Kawai H, Kuroyanagi M, Ueno A. Iridoid glucosides from *Lonicera japonica* Thunb. [J]. *Chem Pharm Bull*, 1988, 36(9): 3664-3666.
- [14] Tomassini L, Cometa M F, Serafini M, et al. Isolation of secoiridoid artifacts from *Lonicera japonica* [J]. *J Nat Prod*, 1995, 58(11): 1756-1758.
- [15] Kakuda R, Imai M, Yaoita Y, et al. Secoiridoid glycosides from the flower buds of *Lonicera japonica* [J]. *Phytochemistry*, 2000, 55(8): 879-881.
- [16] Devi P, Vijay J, Rajdev S, et al. A new secoiridoid glycoside from *Lonicera angustifolia* [J]. *Fitoterapia*, 2000, 71: 420-424.
- [17] Kumar S, Sati O P, Semwal V D, et al. Iridoid glycosides from *Lonicera quinquelocularis* [J]. *Phytochemistry*, 2000, 53(4): 499-501.
- [18] Wang Y L, Wei Q Y, Yang L. Iridoid glucosides from Chinese herb *Lonicera chrysantha* and their antitumor activity [J]. *J Chem Res*, 2003(10): 676-677.
- [19] 李会军, 李萍. 忍冬花蕾的化学成分研究 [J]. 林产化学与工业, 2005, 25(3): 29-32.
- [20] 马双成, 刘燕, 毕培曦, 等. 金银花药材中抗呼吸道感染病毒感染的环烯醚萜苷类成分的定量研究 [J]. 药物分

- 析杂志, 2006, 26(8): 1039-1042.
- [21] 陈 军, 马双成. 忍冬藤中马钱素和当药苷提取分离及结构鉴定 [J]. 中国现代应用药学, 2006, 23(3): 199-200.
- [22] 贺清辉, 田艳艳, 李会军, 等. 红腺忍冬藤茎中环烯醚萜苷类化合物的研究 [J]. 中国药学杂志, 2006, 41(9): 656-658.
- [23] 袁升洁. 金银忍冬果实中环烯醚萜类化合物的提取分离与结构鉴定 [D]. 长春: 吉林大学, 2007.
- [24] 宋卫霞. 金银花水溶性化学成分研究 [D]. 北京: 中国协和医科大学, 2008.
- [25] 秦素娟, 李会军, 李 萍, 等. 毛花柱忍冬地上部分化学成分研究 [J]. 中国药学杂志, 2008, 43(9): 662-664.
- [26] 王广树, 周小平, 崔 晶, 等. 长白忍冬花蕾中环烯醚萜类成分的研究 [J]. 中国药物化学杂志, 2009, 19(3): 206-208.
- [27] Koichi M, Junko A, Masao K. Caeruleosides A and B, bis-iridoid glucosides from *Lonicera caerulea* [J]. *Phytochemistry*, 1995, 39(1): 111-114.
- [28] Lee J S, Kim H J, Woo E R. 7-Feruloylloganin: An iridoid glucoside from stems of *Lonicera insularis* [J]. *Planta Med*, 2001, 67: 99-102.
- [29] Flamini G, Braca A, Cioni P L, et al. Three new flavonoids and other constituents from *Lonicera implexa* [J]. *J Nat Prod*, 1997, 60(5): 449-452.
- [30] 毕跃峰, 田 野, 裴姗姗, 等. 金银花中裂环环烯醚萜苷类化学成分研究 [J]. 中草药, 2008, 39(1): 18-21.
- [31] Chaudhuri R K, Sticher O, Hinkler T. Structures of two novel monoterpene alkaloid glucosides from *Lonicera xylosteum* [J]. *Tetrahedron Lett*, 1981, 22(6): 559-562.
- [32] Bailleul F, Leveau A M, Durand M. Nouvel iridoide des fruits de *Lonicera alpigena* [J]. *J Nat Prod*, 1981, 44(5): 573-575.
- [33] Calis I, Sticher O. Secoiridoid glucosides from *Lonicera periclymenum* [J]. *Phytochemistry*, 1984, 23(11): 2539-2540.
- [34] 王广树, 周小平, 袁升杰, 等. 金银忍冬果实中化学成分的研究 [J]. 中国药物化学杂志, 2010, 20(3): 211-213.
- [35] Aimi N, Seki H, Sakai S I, et al. Kinginoside, a new acyl group carrying iridoid bioside from *Lonicera morrowii* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1993, 41(10): 1882-1884.
- [36] Koichi M, Masao K. An iridoid glucoside from *Lonicera caerulea* [J]. *Phytochemistry*, 1995, 40(2): 603-604.
- [37] Koichi M, Hiromi S, Takeyoshi I, et al. Studies on the constituents of *Lonicera* species. XVII. new iridoid glycosides of the stems and leaves of *Lonicera japonica* Thunb. [J]. *Chem Pharm Bull*, 2002, 50(8): 1041-1044.
- [38] Li H J, Li P, Wang M C. A new secoiridoid glucoside from *Lonicera japonica* [J]. *Chin J Nat Med*, 2003, 1(3): 132-133.
- [39] Song W X, Li S, Wang S J, et al. Pyridinium alkaloid-coupled secoiridoids from the flower buds of *Lonicera japonica* [J]. *Nat Prod*, 2008, 71: 922-925.
- [40] Masaki K, Hideo K, Daisuke U. Isolation and structure of korolkoside, a bis-iridoid glucoside from *Lonicera korolkovii* [J]. *J Nat Prod*, 2001, 64(8): 1090-1092.
- [41] 王玉莉, 戴静秋, 侯立芬, 等. 金花忍冬中一个新的二聚体环烯醚萜甙的 2D NMR 研究 [J]. 波谱学杂志, 2003, 20(2): 137-141.
- [42] 乔 卫, 张彦文, 吴寿金, 等. 天然环烯醚萜类化合物的生物活性 [J]. 国外医药: 植物药分册, 2001, 16(2): 65-67.
- [43] Song J L, Eun J S, Kun H S, et al. Anti-inflammatory activity of the major constituents of *Lonicera japonica* [J]. *Arch Pharm Res*, 1995, 18(2): 133-135.
- [44] 石建功, 李 帅, 王素娟, 等. 金银花提取物, 其制备方法和应用 [P]. 中国专利: CN 101085795A, 2007-12-12.
- [45] Keun H R, Hae I R, Joo H K, et al. Anti-inflammatory and analgesic activities of SKLJI, a highly purified and injectable herbal extract of *Lonicera japonica* [J]. *Biosci Biotechnol Biochem*, 2010, 74(10): 2022-2028.
- [46] Wie J K, Yong B C, Chang K H, et al. Extraction and purification method of active constituents from stem of *Lonicera japonica* Thunb., its usage for anti-inflammatory and analgesic drug [P]. 美国专利: US2007/0111955A1, 2007-5-17.
- [47] 苏 慧. 金银忍冬果实中环烯醚萜类活性成分的研究 [D]. 长春: 吉林大学, 2008.
- [48] Audrey O, Martine C, Marc R, et al. The iridoid pathway in *Catharanthus roseus* alkaloid biosynthesis [J]. *Phytochemistry*, 2007, 6(2/3): 259-276.
- [49] Hirobumi Y, Manyong S, Yoshie K, et al. Iridoid biosynthesis: 7-deoxyloganetic acid 1-O-glucosyltransferase in cultured *Lonicera japonica* cells [J]. *Plant Biotechnol*, 2002, 19(5): 295-301.
- [50] 汪 冶, 文惠玲, 梅树模, 等. 《中国药典》2005 年版金银花和山银花品种分列的商榷 [J]. 时珍国医国药, 2009, 20(1): 150-151.
- [51] 左 艇, 崔永霞. 金银花现代分析方法研究进展 [J]. 河南中医, 2009, 29(8): 831-833.