

# 重楼属植物的药用价值及其化学物质基础

王跃虎<sup>1\*</sup>, 牛红梅<sup>1</sup>, 张兆云<sup>2</sup>, 胡向阳<sup>1</sup>, 李恒<sup>1\*</sup>

(1. 中国科学院昆明植物研究所, 云南昆明 650201; 2. 云南彝道农业发展有限公司, 云南禄劝 650214)

**[摘要]** 该文综述了延龄草科重楼属植物的传统利用及其化学物质基础。重楼属包括40个种及变种, 作为药用植物使用的有18个, 这些药用植物在传统利用上有相似性。目前已对14个种及变种重楼的化学成分进行了研究, 报道了207个化合物, 其中甾体皂苷121个。甾体皂苷是重楼属植物的主要活性成分, 很好地解释了其在治疗癌症、疔、疮、出血、胃炎等疾病上的利用。由于它们在药用功能、化学成分等方面的相似性, 重楼属植物在资源相互替代上具有可行性。在重楼属化学成分、药理活性、生物学特性、毒理学等方面, 还值得深入研究。

**[关键词]** 传统利用; 延龄草科; 重楼属; 甾体皂苷

## Medicinal values and their chemical bases of *Paris*

WANG Yue-hu<sup>1\*</sup>, NIU Hong-mei<sup>1</sup>, ZHANG Zhao-yun<sup>2</sup>, HU Xiang-yang<sup>1</sup>, LI Heng<sup>1\*</sup>

(1. Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650201, China;

2. Yunnan Yi Dao Agricultural Development Co., Ltd., Luquan 650214, China)

**[Abstract]** Medicinal values and their chemical bases of *Paris* (Trilliaceae) are reviewed. *Paris* plants include 40 species and varieties. Among them, 18 ones are medicinal plants with similarity in traditional uses. Fourteen species have been studied phytochemically, which led to isolation of 207 compounds including 121 steroidal saponins. These saponins are major active constituents from *Paris* plants, which can explain the traditional uses of the plants to treat cancer, malignant boil, bleeding, gastritis, and so on. The similarity in medicinal uses and chemical constituents of *Paris* plants implies the possibility of resource substitution among these species. It is worth to further investigate *Paris* plants in chemical constituents, pharmacological activity, biological property, and toxicology.

**[Key words]** traditional use; Trilliaceae; *Paris*; steroidal saponins

doi: 10.4268/cjcm20150511

延龄草科 Trilliaceae 重楼属 *Paris* 植物有26个种及14个变种, 分布于欧亚大陆的热带至温带地区<sup>[1-3]</sup>。我国为该属植物的分布中心, 有20个种和不少变种, 大部分省区均有分布, 以西南各省区为多<sup>[1-3]</sup>。重楼属植物有很高的药用价值, 其中, 滇重楼 *P. polyphylla* var. *yunnanensis* (Franch.) Hand. Mazz 和七叶一枝花 *P. polyphylla* var. *chinensis* (Franch.) Hara 为2010年版《中国药典》收载品种<sup>[4]</sup>。由于长期掠夺式的采挖, 缺乏保护, 野生重楼资源日益枯竭, 重楼属植物的人工栽培日趋活跃。

2014年6月和9月, 作者2次深入云南省怒江傈僳族自治州进行调查, 发现全州重楼种植面积大约200 hm<sup>2</sup>。值得注意的是, 该州种植的重楼种类较多, 包括滇重楼、长柱重楼 *P. Forrestii* (Takht.) H. Li, 黑籽重楼 *P. thibetica* Franch., 毛

重楼 *P. mairei* H. Lévl., 狭叶重楼 *P. polyphylla* var. *stenophylla* Franch., 皱叶重楼 *P. rugosa* H. Li & Kurita 和花叶重楼 *P. marmorata* Stearn 等, 其中以滇重楼和长柱重楼居多, 黑籽重楼和毛重楼也占了一定比例。为了探讨重楼属其他种类代替滇重楼和七叶一枝花(华重楼)的可能性, 作者对重楼属植物的药用价值及其物质基础进行综述。

### 1 重楼属植物的传统利用

重楼属植物在民间常作为传统药物在利用。李恒建立起重楼属植物的分类系统后<sup>[1]</sup>, 重楼属植物的药用种类得到了很好的区分。作者整理了1975年至2014年出版的文献, 统计出18个药用种和变种(表1)。

重楼属植物的传统利用中, 不同种及变种之间, 有很多相似之处(图1, 表2)。例如, 药用的18个种和变种, 用于

**[收稿日期]** 2014-11-28

**[基金项目]** 科技部国家科技基础性工作专项(2012FY110300)

**[通信作者]** \* 李恒, 研究员, 研究方向为植物分类学、植物地理学和植物资源学, E-mail: liheng@mail.kib.ac.cn; \* 王跃虎, 博士, 副研究员, 研究方向为民族植物学与药物化学, E-mail: wangyuehu@mail.kib.ac.cn

表1 重楼属植物的传统利用

Table 1 Traditional uses of *Paris* plants

中文名	拉丁名	国家(民族)	药用部位	用途	文献
巴山重楼	<i>P. bashanensis</i> F. T. Wang & Tang	中国	根茎	散寒祛湿 通络止痛 止血生津。主治寒湿久痹 腰肢冷痛 外伤出血	[5]
		中国	根茎	心累心痛 心脏病	[6]
凌云重楼	<i>P. cronquistii</i> (Takht.) H. Li	中国	根茎	疔疽痈肿 咽喉肿痛 跌打伤痛 惊风抽搐	[7]
金线重楼	<i>P. delavayi</i> Franch.	中国	根茎	清热 解毒 凉血。用于痈疽 乳痈 疔疮 癰疾 骨结核 支气管	[8]
海南重楼	<i>P. dunniana</i> H. Lévl.	中国	根茎	止痛 疔疮痈疖 小儿惊风 毒蛇咬伤	[7]
球药隔重楼	<i>P. fargesii</i> Franch.	中国	根茎	活血消肿 止痛平喘 疔疽痈肿 毒蛇咬伤 跌打伤痛	[7]
		中国	根茎	清热解毒 消炎止痛 平喘止咳 活血散瘀 消肿。用于蛇咬伤, 淋巴结核	[9]
长柱重楼	<i>P. forrestii</i> (Takht.) H. Li	中国(怒族)	根茎	无名肿毒 蛇虫咬伤	[10]
		中国	根茎	清热解毒 消肿止痛 凉肝定惊。用于痈疽疮疖 无名肿毒 毒蛇咬伤 咽喉肿痛 腮腺炎 扁桃体炎 大头瘟	[11]
禄劝花叶重楼	<i>P. luquanensis</i> H. Li	中国	根茎	清热解毒 消肿止痛 凉肝定惊 止血	[8]
毛重楼	<i>P. mairei</i> H. Lévl.	中国(怒族)	根茎	清热解毒 消肿止痛	[10]
		中国	根茎	清热解毒 平喘止咳 熄风定惊 消肿散瘀	[8]
花叶重楼	<i>P. marmorata</i> Stearn	中国	根茎	清热解毒 平喘止咳 熄风定惊 消炎止痛 活血祛瘀 止血生津 接骨。用于毒蛇咬伤 腮腺炎 乳腺炎 痈疮 无名肿毒 胃炎, 胃痛 支气管哮喘 风湿筋骨痛 外伤出血	[12]
七叶一枝花 (华重楼)	<i>P. polyphylla</i> var. <i>chinensis</i> (Franch.) H. Hara	中国(阿昌族, 德昂族, 景颇族, 傈僳族)	根茎	清热解毒 消肿止痛	[13]
		中国(傣族)	根茎	哮喘病	[13]
		中国(瑶族)	根茎	咳嗽 胃痛 毒蛇咬伤 跌打损伤 淋巴结核 疮疖	[13]
		中国(彝族)	根茎	清火解毒 消肿散结 止血止痛。用于干疮 痔疮 大疮 关节肿胀 蛇咬伤 外伤肿痛 流血 疟疾 喉痛 胃痛 惊厥 咳嗽	[13]
狭叶重楼	<i>P. polyphylla</i> var. <i>stenophylla</i> Franch.	中国(彝族)	根茎	消皮肤疔疮癬痛 止外伤瘀肿流血	[14]
		中国	根茎	妇科癌症	[15]
		中国	根茎	清热解毒、杀虫、消肿止痛、解酒毒	[16]
滇重楼	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i> (Franch.) Hand. Mazz.	中国	根茎	疮毒痈疽 利小便 妇女乳结不通、红肿疼痛 止血 跌打损伤 腮腺炎 胃痛	[17]
		中国	根茎	清热解毒 消肿止痛 凉肝定惊。用于疔疮痈肿 咽喉肿痛 毒蛇咬伤 跌打伤痛 惊风抽搐	[9]
		中国	不详	抗菌 消炎 抗癌 止血 跌打损伤 毒蛇咬伤	[18]
四叶重楼	<i>P. quadrifolia</i> L.	英国	不详	外伤	[19]
		波兰	不详	头痛 神经痛 精神紧张 偏头痛	[20]
		爱沙尼亚	不详	皮肤病	[21]
		意大利	不详	催吐 麻醉 抗痉挛	[22]
皱叶重楼	<i>P. rugosa</i> H. Li & Kurita	中国(怒族)	全草	无名肿毒 腮腺炎	[10]
黑籽重楼	<i>P. tibetica</i> Franch.	中国(怒族)	根茎	胃、腹痛 白带	[10]
		中国	根茎	清热解毒 平喘止咳 熄风定惊	[11]
北重楼	<i>P. verticillata</i> M. Bieb.	中国	根茎	祛风湿 清热定惊 解毒消肿。主治风湿痹痛 热病抽搐 咽喉肿痛 痈肿 瘰疬 毒蛇咬伤	[5]
		中国	根茎	清热解毒 消肿散瘀。主治疔痈疔毒 咽喉肿痛 小儿惊风抽搐 风 毒蛇、毒虫咬伤	[23]
		韩国	根茎	哮喘 脓肿 慢性支气管炎	[24]
南重楼	<i>P. vietnamensis</i> (Takht.) H. Li	中国	根茎	毒蛇咬伤 跌打 肺痈 疮毒	[1]
		中国	根茎	胃炎	[25]
		中国(瑶族)	根	溃疡 外伤 痔疮	[26]
		中国	根茎	清热解毒 消肿止痛 凉肝定惊	[8]

清热解毒、消肿以及治疗癌症的有 13 个,用于疔、疮等有 12 个,用于止痛等有 12 个,用于熄风定惊等有 12 个,用于止咳、

平喘等有 8 个,用于毒蛇、毒虫咬伤的有 8 个,用于止血的有 7 个,用于胃炎、胃痛等有 5 个,用于咽喉肿痛的有 5 个。

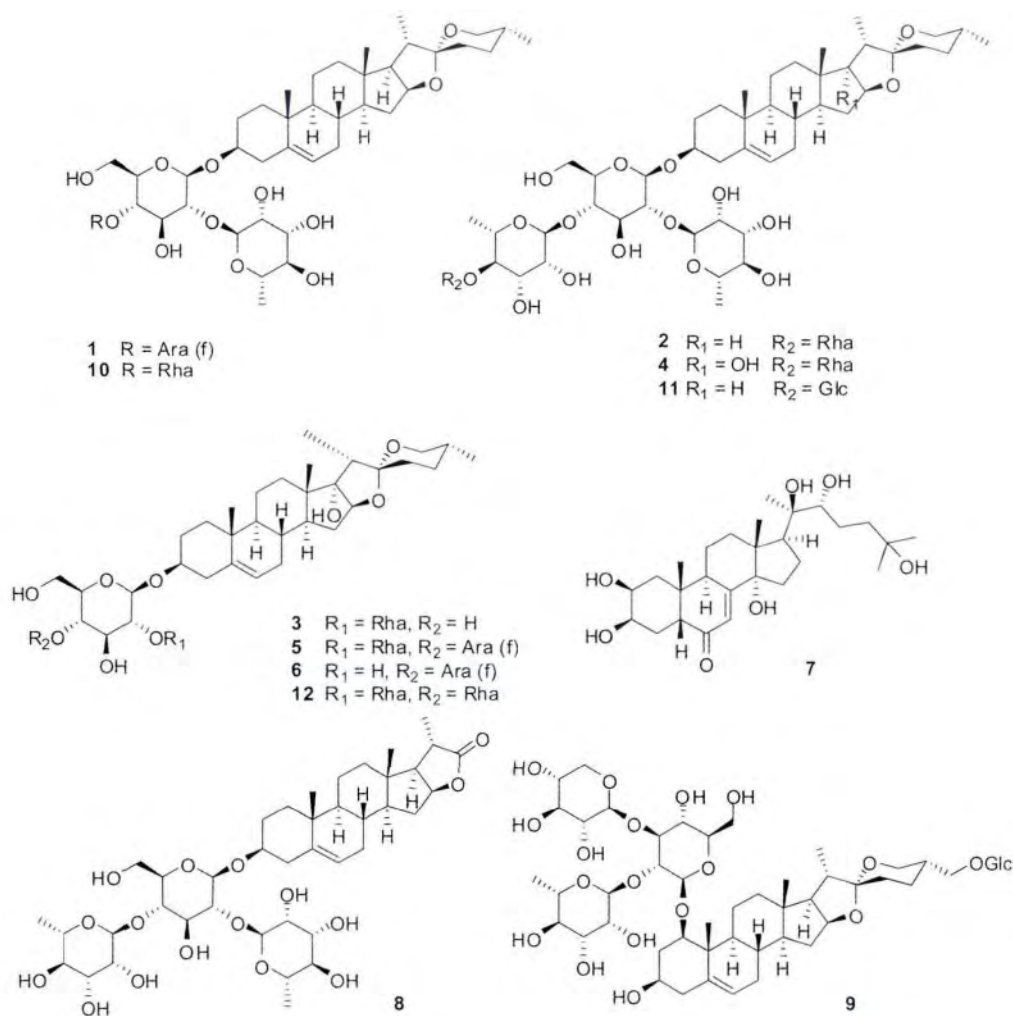


图1 重楼属植物中分布最广的化学成分(1~7)及主要的活性化合物(1 2 4 5 7~12)

Fig. 1 The chemical constituents(1-7) distributed most widely in *Paris* and the active ones(1 2 4 5 and 7-12) found from the genus

## 2 重楼属植物的主要化学成分

Wei 等曾对 2012 年及其以前有关重楼属植物化学成分的研究进行了综述<sup>[27]</sup>。本文作者主要检索了 2013 年至 2014 年发表的相关文献,同时,补充了 Wei 等遗漏的部分文献。经统计,目前已对 14 种和变种重楼的化学分开过研究,发现化合物 207 个<sup>[24, 27-40]</sup>,其中甾体皂苷 121 个<sup>[27-36, 40]</sup>,三萜皂苷 18 个<sup>[29, 37]</sup>。无一例外,所有被研究过的这 14 个种和变种,都分离得到了甾体皂苷,其中,以重楼皂苷 I (paris saponin I, polyphyllin D, 1; 分布在 12 个种), II (paris saponin II, asperin, formosanin C, 2; 分布在 10 个种), VI (paris saponin VI, 3; 分布在 9 个种), VII (paris saponin VII, 4; 分布在 13 个种),和 H (paris saponin H, 5; 分布在 12 个种),以及 pennogenin 3-O- $\alpha$ -L-arabinofuranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -D-

glucopyranoside (6; 分布在 7 个种) 分布最广(图 1)。另外,在 10 个种中发现了  $\beta$ -蜕皮激素 ( $\beta$ -ecdysone, 20-hydroxyecdysone 7)。上述这 7 种成分是重楼属植物的代表性成分。

此外,重楼属植物还含有黄酮及其糖苷<sup>[27]</sup>,苯丙素及其糖苷<sup>[27, 38]</sup>,以及吡咯里西啶生物碱 (pyrrolizidine alkaloids)<sup>[39]</sup>等。

## 3 重楼属植物甾体皂苷的含量

甾体皂苷是重楼属植物中最重要的成分。2010 版药典以甾体皂苷为质量控制标准,规定滇重楼和七叶一枝花中重楼皂苷 I, II, VI, VII 的总含量不低于 0.6%。重楼属植物甾体皂苷的含量,受很多因素(如产地、采收季节、生长年限等)的影响。李海涛等测定了云南省不同地区滇重楼甾体皂苷含量,最低至 0.097%,最高 1.477%<sup>[41]</sup>。赵庭周等研究发

表2 重楼属植物药用的化学物质基础

Table 2 Chemical bases of medicinal *Paris* plants

No.	用途分类	种数	可能的活性成分	筛选模型(活性数据)	文献
1	清热解毒 消肿 癌症	13	重楼皂苷I(1)	PC-9-ZD( IC <sub>50</sub> 2.51 mg · L <sup>-1</sup> ) ,CNE( IC <sub>50</sub> 2.51 mmol · L <sup>-1</sup> ) ,CCRF-CEM( IC <sub>50</sub> 1.23 mmol · L <sup>-1</sup> ) ,HL-60( IC <sub>50</sub> 0.18 mg · L <sup>-1</sup> ) LA795( IC <sub>50</sub> 1.85 mmol · L <sup>-1</sup> )	[46-50]
			重楼皂苷II(2)	CNE( 4.7 mmol · L <sup>-1</sup> ) ,SiHa( 3.7 mmol · L <sup>-1</sup> ) ,HEC-1A( 2.1 mmol · L <sup>-1</sup> ) ,SKOV3( 2.4 mmol · L <sup>-1</sup> ) ,A549( 4.0 mmol · L <sup>-1</sup> ) ,HepG2( 2.2 mmol · L <sup>-1</sup> ) ,HL-60( 0.14 mg · L <sup>-1</sup> ) ,LA795( 1.35 mmol · L <sup>-1</sup> )	[40 49-51]
			重楼皂苷VII(4)	HT-29( 1.02 μmol · mL <sup>-1</sup> ) ,SW-620( 4.90 μmol · mL <sup>-1</sup> ) ,HeLa( 2.62 μmol · mL <sup>-1</sup> ) ,MCF-7/ADR( 4.10 μmol · mL <sup>-1</sup> ) ,HL-60( 0.30 mg · L <sup>-1</sup> )	[49 52-54]
			重楼皂苷H(5)	CNE( 2.7 mmol · L <sup>-1</sup> ) ,A549( 1.53 mg · L <sup>-1</sup> ) ,HL-60( 0.51 mg · L <sup>-1</sup> )	[40 49 55]
			化合物11	CNE( 1.50 μmol · mL <sup>-1</sup> )	[47]
			化合物12	HL-60( 1.0 mg · L <sup>-1</sup> ) ,HeLa( 1.8 mg · L <sup>-1</sup> ) ,MCF-7( 2.4 mg · L <sup>-1</sup> ) LA795( 2.26 mmol · L <sup>-1</sup> )	[33 50]
2	疔,疮,疖,癬,脓,痈疽,溃疡,抗菌	12	dumoside(8)	<i>Propionibacterium acnes</i> ( MIC 3.9 mg · L <sup>-1</sup> )	[32]
			chonglouoside SL-6(9)	<i>P. acnes</i> ( MIC 3.9 mg · L <sup>-1</sup> )	[36]
3	止痛 伤痛 肿痛 冷痛	12			
4	熄风定惊 惊痫 惊风 抽搐 癲疾	12			
5	毒蛇、毒虫咬伤	8			
6	支气管炎 咳嗽 哮喘 肺病	8			
7	止血	7	重楼皂苷VII(4)	血小板聚集( EC <sub>50</sub> 8.93 mmol · L <sup>-1</sup> )	[56]
8	胃炎 胃痛 腹痛	5	重楼皂苷VII(4)	酒精诱导的大鼠胃黏膜损伤( 5 mg · kg <sup>-1</sup> po 抑制率 86% )	[57]
			重楼皂苷H(5)	酒精诱导的大鼠胃黏膜损伤( 5 mg · kg <sup>-1</sup> po 抑制率 94% )	[57]
9	咽喉肿痛	5			
10	腮腺炎 大头瘟	4			
11	乳腺炎 乳痛	3			
12	淋巴结核 瘰疬	3			
13	疟疾	2			
14	杀虫	1	重楼皂苷I(1)	中型指环虫 <i>Dactylogyrus intermedius</i> ( EC <sub>50</sub> 0.70 mg · L <sup>-1</sup> )	[60]
			薯蓣皂苷( dioscin 10)	<i>D. intermedius</i> ( EC <sub>50</sub> 0.44 mg · L <sup>-1</sup> )	[60]
15	心脏病	1	β-蜕皮激素(7)	乌头碱诱发的心律失常大鼠模型( 10 mg · kg <sup>-1</sup> , iv ,5 min 后完全恢复)	[61]
16	头痛 神经痛 精神紧张	1			
17	扁桃体炎	1			
18	接骨	1			
19	骨结核	1			
20	小儿腹泻	1			
21	痔疮	1			
22	白带	1			
23	利小便	1			
24	解酒毒	1			
25	麻醉	1			
26	催吐	1			

现,滇重楼实生苗地下根茎的甾体皂苷含量随栽培年限的增加而增高,第七年达到最高。一年之中,滇重楼地下根茎的甾体皂苷含量,7月份最高,6月份最低。地下根茎的生长旺盛期从6月份开始,10月份达到顶峰。因此认为,滇重楼药材的采收周期以7年为宜,采收的最佳时间为10月份<sup>[42]</sup>。

陈昌祥和李恒等测定了重楼属18个种和变种的甾体皂苷含量,含量最高的3个是七叶一枝花(4.05%)、五指莲重楼 *P. axialis* H. Li(2.39%)和滇重楼(2.09%),含量最低的3个是毛重楼(0.04%),日本重楼 *P. japonica* Franch.(0.06%)和金线重楼 *P. delavayi* Franch.(0.07%)<sup>[43-44]</sup>。黄芸等测定了重楼属14个种和变种甾体皂苷含量,含量最高的3个是日本重楼(7.39%)、巴山重楼 *P. bashanensis* F. T. Wang & Tang(6.31%)和滇重楼(5.13%),含量最低的3个是五指莲重楼(0.36%)、毛重楼(0.72%)和海南重楼 *P. dunniana* H. Lévl.(0.79%)<sup>[45]</sup>。对比上述2个研究结果,五指莲重楼在第一个研究中甾体皂苷含量居第二位,在第二个研究中,其甾体皂苷含量倒数第一;日本重楼在第一个研究中含量倒数第一,在第二个研究中含量居正数第一。这说明,如果不考虑重楼属植物的产地、采收季节、生长年限等因素,所获得的数据说服力是有限的。

#### 4 重楼属植物传统用法的化学物质基础

甾体皂苷是重楼属植物的主要成分,从目前的研究结果看,甾体皂苷也是其传统用法的主要化学物质基础(表2)。重楼皂苷 I(1), II(2), VII(4)和 H(5)以及其他一些甾体皂苷(11和12)对人肺腺癌 PC-9-ZD 和 A549 细胞、人鼻咽癌 CNE 细胞、人淋巴细胞性白血病 CCRF-CEM 细胞、人早幼粒白血病 HL-60 细胞、小鼠肺腺癌 LA795 细胞、人宫颈癌 SiHa 细胞、人子宫内膜癌细胞株 HEC-1A 细胞、人卵巢癌 SKOV3 细胞、人肝癌 HepG2 细胞、人结肠癌 HT-29 和 SW-620 细胞、人宫颈癌 HeLa 细胞、人乳腺癌 MCF-7/ADR 细胞等10多种肿瘤细胞株的生长有显著的抑制作用,为重楼属植物抗癌利用提供依据<sup>[33,40,46-55]</sup>。dumoside(8)和 chonglouoside SL-6(9)对痤疮丙酸杆菌 *Propionibacterium acnes* 有很强的抑制作用<sup>[32,36]</sup>,可以解释该属植物治疗疔、疮等之功效。止血方面,以重楼皂苷 VII(4)效果最为显著<sup>[56]</sup>。重楼皂苷 VII(4)和 H(5)对酒精诱导的大鼠胃黏膜损伤有明显保护作用<sup>[57]</sup>。但重楼属植物的有些功能,如表2中所列的第3~6,9~13等类别的应用,化学物质基础还有待阐明。

最近从北重楼中发现了吡咯里西啶生物碱<sup>[39]</sup>,该类成分可能具有肝脏毒性和致癌作用<sup>[58-59]</sup>,但重楼属其他植物是否含有吡咯里西啶生物碱,尚未可知。重楼属植物通常有小毒,其毒性是否与吡咯里西啶生物碱有关,值得深入研究。

#### 5 结论与展望

前人曾对重楼属化学成分、药理作用、分类学等方面做过综述<sup>[27,62-66]</sup>。作者首次系统讨论了重楼属药用植物的传统利用情况,并分析了支持这些药用功能的化学物质基础。

目前已研究的14种和变种重楼,甾体皂苷无一例外地是其主要成分。而且,甾体皂苷也是其主要用途如抗癌、抗菌、止血、以及治疗胃炎等的活性成分。这说明,重楼属植物资源之间相互替代具有可行性。Wang等也从化学分类学的角度建议,可用黑籽重楼、南重楼、金线重楼和长药隔重楼 *P. polyphyllavar. pseudothibetica* H. Li 代替滇重楼和七叶一枝花(华重楼)<sup>[62]</sup>。除了药理活性与化学成分外,还应该关注重楼属植物生物学特性,如种子数目、结实率、萌发率、植株、根茎生长速度、植株抗病性等方面的研究,这有利于发现质优、价廉的替代品。

重楼属植物的有些用途,如止痛、熄风、止咳等的化学物质基础尚不明了。其40个种和变种中,化学成分研究也仅涉及到了14个,还有充足的研究空间。另外,重楼属植物的毒理学研究也应该受到重视。

[致谢] 重楼属植物资源调查过程中,得到云南省怒江傈僳族自治州政府的支持。

#### [参考文献]

- [1] 李恒. 重楼属植物[M]. 北京: 科学出版社, 2008: 1, 28.
- [2] Ji Y H, Li H, Zhou Z K. *Paris caobangensis* YH Ji, H. Li & ZK Zhou(Trilliaceae), a new species from northern Vietnam[J]. 植物分类学报, 2006, 44(6): 700.
- [3] Zhang S D, Wang H, Li D Z. A new species of *Paris*(Melanthiaceae) from northeastern Yunnan, China[J]. *Novon*, 2008, 18(4): 550.
- [4] 中国药典. 一部[S]. 2010: 243.
- [5] 国家中医药管理局中华本草编委会. 中华本草. 第8卷[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999: 129.
- [6] 秦松云, 鲁岳清, 潘瑞, 等. 巫溪县中药资源普查——民间验方录[J]. 中国民族民间医药杂志, 2014, 23(1): 13.
- [7] 林春蕊, 许为斌, 刘演, 等. 广西靖西县端午药市常见药用植物[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2012: 301.
- [8] 朱兆云. 云南天然药物图鉴. 第4卷[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2007: 102, 268, 298, 455.
- [9] 朱兆云. 云南天然药物图鉴. 第5卷[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2009: 323.
- [10] 刀志灵, 龙春林, 刘怡涛. 云南高黎贡山怒族对植物传统利用的初步研究[J]. 生物多样性, 2003, 11(3): 231.
- [11] 朱兆云. 云南天然药物图鉴. 第6卷[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2010: 127, 448.
- [12] 朱兆云. 云南天然药物图鉴. 第1卷[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2003: 223.
- [13] 朱兆云, 赵毅, 韦群辉. 云南民族药志. 第4卷[M]. 昆明: 云南民族出版社, 2012: 189.
- [14] 尹鸿翔, 文飞燕, 张浩. 彝药“麻补”止血活性物质基础及机理研究[J]. 世界科学技术——中医药现代化, 2014, 16: 177.
- [15] 尹鸿翔, 张浩. 彝药“麻补”的资源调查及生药学研究[J]. 中国民族民间医药杂志, 2010, 19(7): 17.



- [16] 张仁波, 窦全丽. 柏箐自然保护区的新记录种子植物及其资源价值[J]. 种子 2013, 32(6): 57.
- [17] 兰茂. 滇南本草. 第1册[M]. 2版. 昆明: 云南人民出版社, 1975: 493.
- [18] 苏成业, 魏淑香. 滇重楼总皂甙及其多糖抗肿瘤作用的研究[J]. 大连医科大学学报, 1983, 5(2): 1.
- [19] Allen D E, Hatfield G. Medicinal plants in folk tradition: an ethnobotany of Britain & Ireland [M]. Portland, Or.: Timber Press, 2004: 327.
- [20] Stefanowicz-Hajduk J, Kawiak A, Gajdus J, et al. Cytotoxic activity of *Paris quadrifolia* extract and isolated saponin fractions against human tumor cell lines [J]. Acta Biol Cracov Ser Bot, 2011, 53(2): 127.
- [21] Sökand R, Kalle R. Change in medical plant use in Estonian ethnomedicine: a historical comparison between 1888 and 1994 [J]. J Ethnopharmacol 2011, 135(2): 251.
- [22] Guarino C, De Simone L, Santoro S. Ethnobotanical study of the Sannio area, Campania, southern Italy [J]. Ethnobot Res Appl, 2008, 6: 255.
- [23] 李秀珍, 于昌贵, 柏岩. 清热解药北重楼中微量元素的分析[J]. 黑龙江医药, 1995, 8(2): 328.
- [24] Kim K H, Lee K H, Kim H K, et al. Antineuroinflammatory constituents from the root extract of *Paris verticillata* [J]. Can J Chem 2011, 89(4): 441.
- [25] Lee S W, Mao C J, Pei S J. Ethnobotanical survey of medicinal plants at periodic markets of Honghe Prefecture in Yunnan Province, SW China [J]. J Ethnopharmacol 2008, 117(2): 362.
- [26] Long C L, Li R. Ethnobotanical studies on medicinal plants used by the red-headed Yao People in Jinping, Yunnan province, China [J]. J Ethnopharmacol 2004, 90(2/3): 389.
- [27] Wei J C, Gao W Y, Yan X D, et al. Chemical Constituents of Plants from the Genus *Paris* [J]. Chem Biodivers 2014, 11(9): 1277.
- [28] Sun C L, Ni W, Yan H, et al. Steroidal saponins with induced platelet aggregation activity from the aerial parts of *Paris verticillata* [J]. Steroids 2014, 92: 90.
- [29] 张玉波, 吴霞, 李药兰, 等. 云南重楼的化学成分[J]. 暨南大学学报: 自然科学与医学版 2014, 35(1): 66.
- [30] Jenett Siems K, Krause N, Siems K, et al. Chemical composition and biological activity of *Paris quadrifolia* L [J]. Z Naturforsch C 2012, 67: 565.
- [31] Wang Y, Gao W Y, Li X, et al. Chemical constituents from the rhizome of *Paris bashanensis* and their cytotoxic activity [J]. Lat Am J Pharm 2013, 32(2): 232.
- [32] Qin X J, Chen C X, Ni W, et al. C22-steroidal lactone glycosides from stems and leaves of *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* [J]. Fitoterapia 2013, 84: 248.
- [33] Gajdus J, Kaczynski Z, Kawiak A, et al. Isolation and identification of cytotoxic compounds from the rhizomes of *Paris quadrifolia* L. [J]. Pharmacogn Mag 2014, 10(38): 324.
- [34] 刘潇潇, 王磊, 隆颖, 等. 毛重楼的化学成分研究[J]. 中国中药杂志 2014, 39(16): 3107.
- [35] Zhang Y N, Yin F, Hu L H. Two new steroid saponins from *Paris polyphylla* [J]. Heterocycles 2005, 65(5): 1197.
- [36] Qin X J, Sun D J, Ni W, et al. Steroidal saponins with antimicrobial activity from stems and leaves of *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* [J]. Steroids 2012, 77(12): 1242.
- [37] Wu X, Wang L, Wang G C, et al. Triterpenoid saponins from rhizomes of *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* [J]. Carbohydr Res, 2013, 368: 1.
- [38] Lee K H, Yang M C, Kim K H, et al. A new phenolic amide from the roots of *Paris verticillata* [J]. Molecules 2008, 13(1): 41.
- [39] Kim K H, Lee K H, Choi S U, et al. Pyrrolizidine alkaloids from the roots of *Paris verticillata* [J]. Heterocycles 2010, 81(6): 1493.
- [40] Wu X, Wang L, Wang G C, et al. New steroidal saponins and sterol glycosides from *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* [J]. Planta Med 2012, 78(15): 1667.
- [41] 李海涛, 罗先文, 管燕红, 等. 云南省不同地区滇重楼皂苷含量的对比及影响因子分析[J]. 中国中药杂志 2014, 39(5): 803.
- [42] 赵庭周, 王卜琼, 马青, 等. 滇重楼采收期研究[J]. 中国野生植物资源 2014, 33(5): 61.
- [43] 陈昌祥, 丁靖凯, 阮德婧, 等. 重楼属植物甾体皂甙的高效液相色谱分析[J]. 云南植物研究, 1987, 9(4): 495.
- [44] 李恒, 陈昌祥, 丁靖凯. 重楼属植物的化学成分, 地理分布及资源评价[J]. 云南植物研究, 1988, 10(增刊 I): 38.
- [45] 黄芸, 王强, 崔力剑. 重楼属植物甾体皂苷的含量分析及植物化学聚类分析[J]. 中国药理学杂志(英文版) 2005, 14(3): 176.
- [46] Jiang H, Zhao P, Feng J, et al. Effect of *Paris* saponin I on radiosensitivity in a gefitinib-resistant lung adenocarcinoma cell line [J]. Oncol Lett 2014, 7(6): 2059.
- [47] Wu X, Wang L, Wang H, et al. Steroidal saponins from *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* [J]. Phytochemistry 2012, 81: 133.
- [48] Kang L P, Liu Y X, Eichhorn T, et al. Polyhydroxylated steroidal glycosides from *Paris polyphylla* [J]. J Nat Prod 2012, 75(6): 1201.
- [49] Zhao Y, Kang L P, Liu Y X, et al. Steroidal saponins from the rhizome of *Paris polyphylla* and their cytotoxic activities [J]. Planta Med 2009, 75(4): 356.
- [50] Yan L, Zhang Y, Gao W, et al. *In vitro* and *in vivo* anticancer activity of steroid saponins of *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* [J]. Exp Oncol 2009, 31(1): 27.
- [51] Xiao X, Zou J, Bui Nguyen T M, et al. *Paris* saponin II of *Rhizoma Paridis*—a novel inducer of apoptosis in human ovarian cancer cells [J]. Biosci Trends 2012, 6(4): 201.
- [52] Li Y, Sun Y, Fan L, et al. *Paris* saponin VII inhibits growth of colorectal cancer cells through Ras signaling pathway [J]. Bio-

- chem Pharmacol 2014 ,88(2) : 150.
- [53] Zhang W , Zhang D , Ma X , et al. *Paris* saponin VII suppressed the growth of human cervical cancer Hela cells [J]. Eur J Med Res 2014 ,19(1) : 41.
- [54] Li Y , Fan L , Sun Y , et al. *Paris* saponin VII from *Trillium tschonoskii* reverses multidrug resistance of adriamycin-resistant MCF-7/ADR cells via P-glycoprotein inhibition and apoptosis augmentation [J]. J Ethnopharmacol 2014 ,154: 728.
- [55] Wen F , Yin H , Chen C , et al. Chemical characteristics of saponins from *Paris fargesii* var. *brevipetala* and cytotoxic activity of its main ingredient , parissaponin H [J]. Fitoterapia 2012 ,83(4) : 627.
- [56] Fu Y L , Yu Z Y , Tang X M , et al. Pennogenin glycosides with a spirostanol structure are strong platelet agonists: structural requirement for activity and mode of platelet agonist synergism [J]. J Thromb Haemost 2008 ,6(3) : 524.
- [57] Matsuda H , Pongpiriyadacha Y , Morikawa T , et al. Protective effects of steroid saponins from *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* on ethanol-or indomethacin-induced gastric mucosal lesions in rats: structural requirement for activity and mode of action [J]. Bioorg Med Chem Lett 2003 ,13(6) : 1101.
- [58] Robertson J , Stevens K. Pyrrolizidine alkaloids [J]. Nat Prod Rep 2014 ,31(12) : 1721.
- [59] Xiong A , Yang F , Fang L , et al. Metabolomic and genomic evidence for compromised bile acid homeostasis by senecionine , a hepatotoxic pyrrolizidine alkaloid [J]. Chem Res Toxicol 2014 ,27(5) : 775.
- [60] Wang G X , Han J , Zhao L W , et al. Anthelmintic activity of steroidal saponins from *Paris polyphylla* [J]. Phytomedicine , 2010 ,17(14) : 1102.
- [61] 杨春欣, 许建明, 董玉琴, 等. 水竹草抗心律失常成分的分离及鉴定 [J]. 天然产物研究与开发 ,1996 ,8(3) : 17.
- [62] Wang Y , Gao W , Li X , et al. Chemotaxonomic study of the genus *Paris* based on steroidal saponins [J]. Biochem Syst Ecol , 2013 ,48: 163.
- [63] 张树潘. 重楼属植物的化学成分及其药理活性研究进展 [J]. 海峡药学 ,2007 ,19(6) : 4.
- [64] 赵志勇, 高文远, 黄贤, 等. 重楼属植物分类学研究进展 [J]. 药物评价研究 ,2010(3) : 244.
- [65] 张嫚, 李彦文, 李志勇, 等. 重楼属药用植物的研究进展 [J]. 环球中医药 ,2011 ,4(2) : 145.
- [66] 于素强, 武毅, 曲玮, 等. 重楼属植物的研究进展 [J]. 海峡药学 ,2011 ,23(5) : 1.

[责任编辑 丁广治]