

## 绞股蓝资源分布、化学成分、检测方法及药理作用研究进展

葛锦蓉<sup>1,2</sup>, 张子仪<sup>3</sup>, 张兴明<sup>4</sup>, 覃桂<sup>1,2</sup>, 李荣胜<sup>4</sup>, 汪波<sup>1,2\*</sup>

1. 湖北省药品监督管理局, 湖北 武汉 430075
2. 国家药品监督管理局中药质量控制重点实验室, 湖北 武汉 430075
3. 山西农业大学园艺学院, 山西 晋中 030801
4. 上海黄海制药有限责任公司, 上海 200942

**摘要:** 绞股蓝 *Gynostemma pentaphyllum* 是具有清热解毒、止咳祛痰、健脾益气之效的药食同源中药。研究表明其含有丰富的化学成分及药理活性, 其中代表性皂苷类成分具有抗动脉粥样硬化、抗骨质疏松、调血脂、调血压、调节肠道菌群及保肝等作用; 多糖类成分具有调节免疫、生殖系统及保肝等作用。目前市场开发了绞股蓝药品、保健品及化妆品等, 市场应用前景广阔, 具备一定的开发利用价值。通过综述绞股蓝资源分布、化学成分、检测方法及药理作用等方面研究现状及进展, 为绞股蓝的药食两用资源的合理开发和综合利用提供思路。

**关键词:** 绞股蓝; 资源分布; 检测方法; 皂苷类; 黄酮类; 多糖类; 有机酸类; 保肝作用

**中图分类号:** R28 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2025)03-1050-14

**DOI:** 10.7501/j.issn.0253-2670.2025.03.029

## Research progress on resource distribution, chemical composition, detection methods and pharmacological effects of *Gynostemma pentaphyllum*

GE Jinrong<sup>1,2</sup>, ZHANG Ziyi<sup>3</sup>, ZHANG Xingming<sup>4</sup>, QIN Gui<sup>1,2</sup>, LI Rongsheng<sup>4</sup>, WANG Bo<sup>1,2</sup>

1. Hubei Institute for Drug Control, Wuhan 430075, China
2. Key Laboratory of Quality Control of Chinese Medicine, National Medical Products Administration, Wuhan 430075, China
3. College of Horticulture, Shanxi Agricultural University, Jinzhong 030801, China
4. Shanghai Huanghai Pharmaceutical Co., Ltd., Shanghai 200942, China

**Abstract:** Jiaogulan (*Gynostemma pentaphyllum*) is a traditional Chinese medicine of homology of medicine and food with the effect of clearing heat and detoxifying, relieving cough and eliminating phlegm, strengthening spleen and replenishing *qi*. Studies have shown that it is rich in chemical constituents and pharmacological activities. The representative saponins have the effects of anti-atherosclerosis, anti-osteoporosis, lowering blood lipid, adjusting blood pressure, regulating intestinal flora and protecting liver. Polysaccharides have the functions of regulating immunity, reproductive system and liver protection. At present, the market has developed medicines, health products and cosmetics of *G. pentaphyllum*, etc., it has high market prospects, certain development and utilization value. This paper reviews the researches and progress about resources distribution, chemical composition, detection methods and pharmacological effects of *G. pentaphyllum*, in order to provide ideas for the rational development and comprehensive utilization of dual-use resources of *G. pentaphyllum*.

**Key words:** *Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino.; resource distribution; detection method; saponins; flavonoids; polysaccharides; organic acids; hepatoprotective effect

绞股蓝 *Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino.系葫芦科绞股蓝属植物,是我国传统药用和食用植物,称“七叶胆”“五叶参”“遍地生根”。绞股蓝性寒、味甘,有益气、安神、清热解毒、止咳

清肺祛痰、养心安神、补气生精之功效,可调血脂、调血压、防治血栓和心血管疾病、提高免疫力、防癌抗癌等,全草均可入药<sup>[1-5]</sup>,同时也是除五加科人参属外含有人参皂苷的唯一植物,有“南方人参”

收稿日期: 2024-08-19

基金项目: 2024年度湖北省技术创新计划重大项目(2024BCA002)

作者简介: 葛锦蓉,主管药师,硕士,研究方向为中药检验与质量控制技术。E-mail: gejinrong@hubyjs.org.cn

\*通信作者: 汪波,副研究员,博士,从事分子生药学研究。E-mail: wangbo@hubyjs.org.cn

之美誉<sup>[6]</sup>。据考证绞股蓝始载于明代《救荒本草》，相继在《农政全书》《本草纲目》、清代《植物名实图考》及现代《中药大辞典》均有详细的记载<sup>[7]</sup>。1986年国家科学技术委员会在“星火计划”中被列为重点开发品种，2018年被列入《按照传统既是食品又是中药材的物质》。绞股蓝在医药类、保健品类、安全低毒卷烟类及化妆品类均有涉及，直观的证实绞股蓝的潜力和开发利用价值<sup>[8-9]</sup>。Nagai等<sup>[10]</sup>从绞股蓝中分离出达玛烷型皂苷成分，随后开始着手绞股蓝的研究，至今主要涉及资源分布、植物生理、化学成分、药理药效、毒理及提取工艺等的研究，目前依然是众多研究者关注的焦点。然而，因绞股蓝品种复杂，不同品种、产地均存在一定的化学成分差异，且质量标准未统一，绞股蓝药材研究还有很多方向亟需突破。为了全面了解绞股蓝的研究现状，本文针对绞股蓝资源分布、主要化学成分、检测方法及药理作用等进行综述，为后续绞股蓝开发利用提供参考，保障绞股蓝作为中药材的合理开发利用。

### 1 绞股蓝资源分布

绞股蓝属植物为细弱的多年生攀援草本，多分枝，具纵棱和沟槽，无毛或疏被短柔毛，叶互生，具鸟足状，多见三叶、五叶、七叶或九叶；花单性，小，淡绿色或白色，花萼裂片和花冠裂片为卵状披针形

或长圆状披针形，按性味分为甘味和苦味 2 种<sup>[11]</sup>。绞股蓝属分为 2 个亚属：绞股蓝亚属 Subgen. *Gynostemma* 和喙果藤亚属 Subgen. *Trirostellum*，全球有绞股蓝 17 种 2 变种（2 变种为绞股蓝变种毛果绞股蓝和缅甸绞股蓝变种大果绞股蓝），另外 2 种分布于婆罗洲和菲律宾暂未命名，植物系统学分类见图 1，我国特有 9 个种，其中安徽特有种歙县绞股蓝未纳入植物学分类（表 1）。绞股蓝属植物广泛分布于亚洲热带至东亚，研究认为中国是该植物的分布和分化中心<sup>[12-13]</sup>。国内绞股蓝起源于云南，存在 2 条路径迁移，一条是贵州、四川到陕西等地；另一条则从湖南、两广到分布到福建。目前国内绞股蓝主要分布在西南和长江以南，陕西、云南较多，西南种植为主，长江以南野生为主<sup>[14]</sup>。

绞股蓝植物品种复杂，在形态学方面，绞股蓝植物存在雌雄异株，植株按 1 : 20 存在于自然界，偶见雌雄同株。绞股蓝属植物的染色体基数为 11，倍性比较活跃，普遍存在二倍体、四倍体、六倍体及八倍体<sup>[15]</sup>。八倍体植株比低倍体植株形态稍大，抗性较好、产量相对较高。分布广泛的心籽绞股蓝、长梗绞股蓝及喙果绞股蓝均为多倍体；分布狭小的疏花绞股蓝和小籽绞股蓝为二倍体。研究发现多倍体绞股蓝属植物具有普遍性和广泛性，这种多倍现象可能与地理分布相关。此外，研究表明绞股蓝生

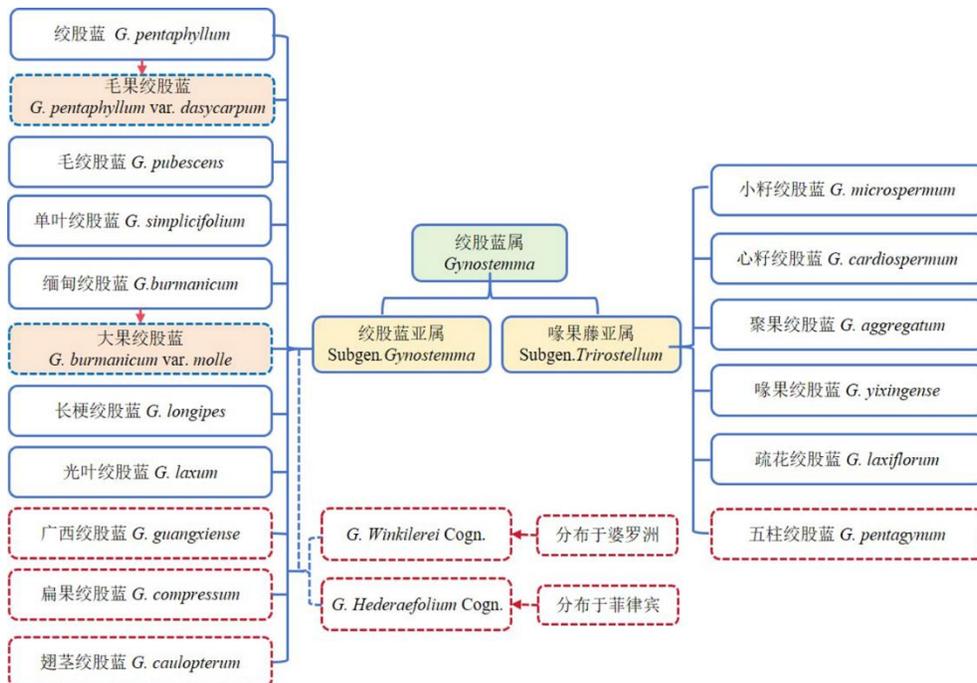


图 1 绞股蓝属植物系统学分类

Fig. 1 Systematic classification of *Gynostemma* plants

表1 绞股蓝资源中国特有种

Table 1 Endemic resources of *G. pentaphyllum* in China

产地	种
云南特有种	缅甸绞股蓝、小籽绞股蓝、毛果绞股蓝、聚果绞股蓝
贵州特有种	翅茎绞股蓝
广西特有种	扁果绞股蓝、广西绞股蓝
安徽特有种	疏花绞股蓝、歙县绞股蓝

长环境中多存在其他类伴生植物,如乌菟莓、茜草、荨麻属、蓼属及悬钩子属<sup>[16]</sup>。由于分布范围广,生存环境类型复杂多变,导致在形态特征上容易出现交叉和过渡变化,易产生交叉品种。在品种区分时,存在一定的难度,因此物种鉴定时可结合中、英文版植物志、现代 DNA 技术或所含化学成分、药理等方法综合研究评价予以区分归类。

## 2 绞股蓝化学成分

绞股蓝中含有绞股蓝皂苷类、黄酮类、多糖类、有机酸类、甾醇类及微量元素等成分。普遍认为绞股蓝药理作用最具代表性的成分是皂苷类、黄酮类及多糖类。

### 2.1 皂苷类成分

绞股蓝皂苷类是绞股蓝中最主要的成分,属于达玛烷型三萜皂苷类,存在 *R*-和 *S*-构型。1976 年日本学者揭示了绞股蓝中含人参二醇和 2 $\alpha$ -二羟基人参二醇,开启绞股蓝皂苷成分研究的先河<sup>[10]</sup>。先后有文献根据苷元结构相似程度总结归纳了绞股蓝中含有的皂苷成分结构规律,如沈宏伟等<sup>[17]</sup>总结归纳为 11 类、李齐<sup>[18]</sup>根据三萜皂苷母核苷元和侧链连接的糖基归纳 14 类和其他类,史琳<sup>[8]</sup>将皂苷类成分归纳为 16 类。此外,最新文献报道从绞股蓝茶

中分离鉴定了 16 个甜味皂苷成分<sup>[19]</sup>,根据苷元链接的侧链划分为 4 类,如 gypenoside YN1~YN3、gypenoside YN4、gypenoside YN5~YN9 及 gypenoside YN10~YN16,经研究这些皂苷成分具备潜在的天然甜味剂的属性。郑伟<sup>[20]</sup>总结出已报道的绞股蓝成分达到 501 个,其中三萜皂苷类 434 个,随后采用二维色谱及离子淌度质谱对不同产地绞股蓝进行成分分析,结果显示从福建绞股蓝中鉴定出三萜皂苷成分 176 个,从陕西长梗绞股蓝根、茎、叶 3 个部位共鉴定出成分 396 个,最终从 2 种绞股蓝中共鉴定出 586 个成分,并揭示了绞股蓝中含有大量酸性皂苷成分,后续可在此基础上展开绞股蓝质量指标成分的筛选、药效成分、新品种开发等丰富的研究。

### 2.2 黄酮类成分

绞股蓝黄酮类是绞股蓝中重要的皂苷类成分的具有生物活性的成分群。从报道文献分析,目前对黄酮类成分在单体制备、分离及药理药效方面研究较少,报道的单体黄酮成分主要包括芦丁、商陆苷、商陆素、芦丁及槲皮素等 20 余种<sup>[21-25]</sup>,见表 2。侯冬岩等<sup>[26]</sup>采用三波长-光谱法揭示不同产地绞股蓝的黄酮含量存在差异。刘飞等<sup>[27]</sup>研究显示绞股蓝黄酮含量与其生长期、生长环境因素有关。黄酮类成分作为中药材主要的天然生物活性成分群,有必要进一步深入研究和成分开发。

### 2.3 多糖类成分

绞股蓝多糖 (*Gynostemma pentaphyllum* polysaccharide, GPP) 是绞股蓝中另一类含量较多的化学成分,随着中药材中多糖的发现和药效证实,GPP 具有极高的开发研究和应用价值。绞股蓝的叶

表2 绞股蓝中主要的黄酮类成分

Table 2 Main flavonoids in *G. pentaphyllum*

编号	中文名称	文献	编号	中文名称	文献
1	槲皮素-3- <i>O</i> -(2",6"- $\alpha$ -L-二鼠李糖基)- $\beta$ -D-吡喃半乳糖苷	21	12	异鼠李素-3- <i>O</i> - $\beta$ -D-芸香糖	22
2	槲皮素-3- <i>O</i> -(2",6"- $\alpha$ -L-二鼠李糖基)- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷	21	13	山柰酚-3- $\beta$ -D- <i>O</i> -芸香糖	22
3	槲皮素-3- <i>O</i> -(2"- $\alpha$ -L-鼠李糖基)- $\beta$ -D-吡喃半乳糖苷	21	14	紫云英苷	23
4	槲皮素-3- <i>O</i> -(2"- $\alpha$ -L-鼠李糖基)- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷	21	15	槲皮素	24
5	芦丁	21	16	商陆素	24
6	商陆苷	21	17	山柰酚	24
7	喙果黄素	21	18	异鼠李素	24
8	槲皮素-3- <i>O</i> - $\beta$ -D-葡萄糖	21	19	鼠李柠檬素-3- <i>O</i> - $\beta$ -D-葡萄糖苷	22
9	4'- <i>O</i> -甲基-山柰酚-3- <i>O</i> -芸香糖	22	20	异槲皮苷	23
10	金丝桃苷	21	21	野黄芩苷	25
11	山柰酚-3- <i>O</i> -2'-反式香豆酰基-3'- <i>O</i> - $\beta$ -D-葡萄糖芸香苷	22	22	3'-甲基鼠李素	25

和茎中均检测到葡萄糖、果糖、低聚糖和半乳糖等成分,不同部位 GPP 含量存在较大的差异<sup>[28]</sup>。宋淑亮等<sup>[29]</sup>从绞股蓝中分离纯化得到 3 组均一多糖,并对其中一组进行初步结构分析,结果显示含量高达 78%。吴秀丽等<sup>[30]</sup>研究了 8 个不同产地的 GPP 含量,结果表明 GPP 含量不尽相同,陕西地区的含量最高。习南等<sup>[31]</sup>研究发现,以醇碱提取法提取的 GPP 含量和质量分数最高;绞股蓝超微粉中的多糖含量显著高于绞股蓝饮片。周宝珍<sup>[32]</sup>对 GPP 分析得到了精制多糖,表明该糖的组成成分为鼠李糖、阿拉伯糖、木糖、甘露糖、葡萄糖和半乳糖,其中半乳糖含量最高<sup>[33-39]</sup>。目前对 GPP 成分的研究集中在分离、纯化、化学成分及生物活性上,对其结构解析、多糖构效关系、作用机制的研究相对较少<sup>[40]</sup>。

### 2.4 有机酸类成分

有机酸类成分是绞股蓝中另一类次生代谢产物,广泛存在于植物根、茎、叶,特别是果实中的具有酸性的有机化合物,参与植物生命代谢的全周期。研究证明有机酸类成分具有一定的生物活性,可有效抑制细菌生长,从而达到抗菌作用,可促进胆汁分泌,缓解炎症,降低血糖水平,抵抗氧化反应,并调节机体免疫功能<sup>[41]</sup>。从报道文献、绞股蓝配方颗粒中整理出 11 个明确的成分<sup>[42-43]</sup>,见表 3。

表 3 绞股蓝中主要的有机酸类化合物

Table 3 Main organic acids of *G. pentaphyllum*

编号	名称	文献	编号	名称	文献
23	新绿原酸	42	29	对香豆酸	42
24	绿原酸	42	30	阿魏酸	42
25	香草酸	42	31	异阿魏酸	42
26	隐绿原酸	43	32	鞣花酸	42
27	咖啡酸	42	33	原儿茶酸	43
28	丁香酸	42			

### 2.5 甾醇类成分

甾醇类成分是一类来自于植物或真菌的天然活性物质,其结构与胆固醇相似,在植物或真菌中合成。甾醇类成分具有许多重要的生物活性,如降胆固醇、抗炎、抗肿瘤、抗菌等,其中降胆固醇作用尤为明显。研究表明甾醇类成分可以显著降低血清总胆固醇、血清三酰甘油 (triglyceride, TG)、肝脂水平和动脉粥样硬化指数,促进胆固醇排出,增加小鼠粪便胆固醇含量,被称为“胆固醇的克星”<sup>[44]</sup>。绞股蓝中的该类成分被开发成保健品,其基本骨架

是由 17 个碳原子组成的四环结构。当前已从绞股蓝中分离到 18 种甾醇成分见表 4,此后对绞股蓝中甾醇类成分的研究暂无进展。

表 4 绞股蓝中主要的甾醇类成分

Table 4 Main sterols in *G. pentaphyllum*

编号	名称	文献
34	(24S)-5 $\alpha$ -cholesta-5,22-dien-3 $\beta$ -ol	8
35	(24R)-5 $\alpha$ -cholesta-5,22-dien-3 $\beta$ -ol	8
36	24,24-dimethyl-5 $\alpha$ -cholesta-7-en-3 $\beta$ -ol	8
37	(24E)-24,24-dimethyl-5 $\alpha$ -cholesta-7,22-dien-3 $\beta$ -ol	8
38	24,24-dimethyl-5 $\alpha$ -cholesta-7,25-dien-3 $\beta$ -ol	8
39	(24S)-14 $\alpha$ -methyl-5 $\alpha$ -ergost-9(11)-en-3 $\beta$ -ol	8
40	(24R)-14 $\alpha$ -methyl-5 $\alpha$ -ergost-9(11)-en-3 $\beta$ -ol	8
41	24,24-dimethyl-5 $\alpha$ -cholestan-3 $\beta$ -ol	8
42	24 $\alpha$ /R-ethyl-5 $\alpha$ -cholestan-3 $\beta$ -ol	8
43	(24R)-5 $\alpha$ -stigmast-7-en-22-yn-3 $\beta$ -ol	8
44	24,24-dimethyl-5 $\alpha$ -cholest-7-en-22-yn-3 $\beta$ -ol	8
45	24,24-dimethyl-5 $\alpha$ -cholest-7,25-dien-22-yn-3 $\beta$ -ol	8
46	14 $\alpha$ -methyl-5 $\alpha$ -ergosta-9(11),24(18)-dien-3 $\beta$ -ol	8
47	4 $\alpha$ ,14 $\alpha$ -dimethyl-5 $\alpha$ -ergosta-7,9(11),24(28)-trien-3 $\beta$ -ol	8
48	(24E,24R)-5 $\alpha$ -stigmasta-7,22-dien-3 $\beta$ -ol	8
49	菠菜甾醇	8
50	豆甾醇	8
51	$\beta$ -谷甾醇	8

### 2.6 氨基酸类成分

绞股蓝中含有 18 种氨基酸,含苏氨酸、赖氨酸、苯丙氨酸等 8 种必需氨基酸。此外,绞股蓝还含有 9 种丰富的药用氨基酸和与环境因子有关的增香剂氨基酸。梁晓庆<sup>[45]</sup>发现各部位总氨基酸和必需氨基酸含量由高到低依次是叶>种子>根状茎>茎>根,叶中必需氨基酸含量是茎中的 3 倍。曹静亚等<sup>[46]</sup>采用柱前衍生反相高效液相色谱法测定绞股蓝中 17 种游离氨基酸的含量,结果显示游离氨基酸总量为 39.8 mg/g,占人体必需氨基酸的 36.6%。在氨基酸摄入方面,绞股蓝具有一定的研究开发价值。

### 2.7 无机元素与其他成分

无机盐类和维生素类成分被认为是绞股蓝在营养成分。绞股蓝含有丰富的微量元素和常量元素可达 23 种,Cu、Ca、Zn、Fe、Mg 等是人体必需的微量元素,Zn 和 Se 等元素具有调节代谢、抗癌、抗衰老的功效,而陕西平利县绞股蓝因含有 Se 被誉为含 Se 绞股蓝<sup>[47]</sup>。彭小列等<sup>[48]</sup>对陕西省平利县绞股蓝、引种贵州大学广西绞股蓝和湖南吉首大学

五柱绞股蓝中所含的 10 种微量元素进行分析,结果显示 3 种绞股蓝中 K 的含量最高, Mg 次之, P 则低于 Fe。其余微量元素的含量依次为 Zn、Mn、Cu、Ni、B、Li。其中 P、K、Zn 元素在幼嫩部分的含量高于成熟部分,其他元素则在成熟部分的含量高于幼嫩部分。杨国珍等<sup>[49]</sup>研究发现叶中 Mg 的含量大于芽中的含量,而芽中 Zn 的含量大于叶中的含量。以上表明不同绞股蓝、不同部位,其微量元素含量存在差异。此外,绞股蓝中还有维生素、磷脂、蛋白质、生物碱等有效成分。也有部分文献对其维生素等成分进行研究,其中维生素有 B6、B12、B1、B2、D3、E、K3 及 Vc 等,这些维生素可以调节维护人体新陈代谢功能,其次这些成分使绞股蓝具有免疫调节、抗氧化、抗衰老等功效<sup>[50]</sup>。

### 3 绞股蓝化学成分表征及质量评价

随着分析设备和技术的不断升级,用于绞股蓝的分析检测方法主要有紫外-可见分光光度法(visible spectrophotometry, UV)、高效液相色谱法(high performance liquid chromatography, HPLC)、超高效液相色谱法(ultra performance liquid chromatography, UPLC)、液相色谱-质谱法(liquid chromatography-mass spectrometry, LC-MS)及气相色谱-质谱法(gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)等。其中 UPLC 法、LC-MS 法加快和推进了绞股蓝化学成分定性定量和开发应用的进程。

目前绞股蓝质量评价标准不一,前期主要以 UV 法测定绞股蓝总皂苷、总黄酮及总多糖的含量为主,后续发展主要以 HPLC 法测定单体皂苷成分、黄酮成分及特征或指纹图谱为主。近年来运用 LC-MS 法、GC-MS 法测定多成分或未知成分定性定量逐渐增加。检测的成分主要有芦丁、槲皮素、绞股蓝皂苷 A、绞股蓝皂苷 XLIX、七叶胆苷 XVII 等。从成分特有性、有效性、可测性出发,酚酸类、黄酮类、皂苷类均具备可测性,如原儿茶酸、芦丁、商陆苷、商陆素、槲皮素、绞股蓝皂苷 A 及绞股蓝皂苷 XLIX。但从文献中检测结果分析,绞股蓝中黄酮成分芦丁、槲皮素能稳定存在于各种绞股蓝中,而绞股蓝皂苷 A、绞股蓝皂苷 XLIX、七叶胆苷 XVII 等并不能存在于某一产地或某一品种的绞股蓝中且含量相对较低。绞股蓝皂苷类、黄酮类等成分的含量和组成比例往往与其品种、产地、生长环境、采收期、加工方式等均存在较大的关联,同时

受提取方式、定性定量分析方法的影响,一直未统一限定。同时,对不同基原、产地、野生与栽培化学成分区别差异,目前仍缺乏合适的指标或分析方法予以区分,因此,亟需建立有效、可控的绞股蓝质量评价标准。本文将已报道的文献从被测成分、色谱柱类型及长度、流动相体系、检测波长角度进行整理<sup>[42,51-74]</sup>,见表 5,有助于全面了解绞股蓝化学成分分析标准的技术特点,为后续统一标准提供质量控制方法的科学探索与实践提供参考。

## 4 绞股蓝的药理作用

研究表明绞股蓝具有降糖、调脂、保肝、抗氧化、抗肿瘤及增强免疫力等药理作用。绞股蓝药理药效一直都处于研究的热点范畴,近年来研究基本集中在绞股蓝皂苷(gypenoside saponins, GPs)及 GPP 的药理作用。

### 4.1 抗动脉粥样硬化

动脉粥样硬化引发的动脉血管狭窄及斑块的破裂可造成心肌梗死、冠心病等严重心脑血管疾病的发生。研究表明 GPs 具有防治动脉粥样硬化作用,动脉粥样硬化的研究处于现阶段 GPs 研究的热点。此外,绞股蓝中的野黄芩苷、胆固醇、菜油甾醇、谷甾醇、3'-甲基鼠李素及绞股蓝皂苷 XLIX 均有防治动脉粥样硬化的作用。GPs 可通过调节过氧化物酶体增殖物激活受体  $\gamma$  (peroxisome proliferator activated receptor  $\gamma$ , PPAR $\gamma$ ) 与 Wnt 经典途径改善大鼠动脉粥样硬化<sup>[25,75-77]</sup>。此外,动脉粥样硬化伴有炎症发生并影响 Toll 样受体 4 (Toll-like receptor 4, TLR4)、髓样分化因子 88 (myeloid differentiation factor 88, MyD88)、核因子- $\kappa$ B (nuclear factor- $\kappa$ B, NF- $\kappa$ B) 和 p65 信号通路表达,与肝脏脂质、线粒体相关。GPs 可通过 miR-210/铁硫簇组装蛋白途径,调控线粒体能力代谢,缓解动脉粥样硬化斑块形成,进而防治动脉粥样硬化<sup>[78]</sup>。文献提示 GPs 可能通过影响长链非编码 RNA TUG1/miR-26a 干扰线粒体凋亡改善 ApoE<sup>-/-</sup>动脉粥样硬化小鼠肝脏脂质沉积,进而防治动脉粥样硬化(图 2)<sup>[79]</sup>。GPs 能够使高脂饮食诱导 ApoE<sup>-/-</sup>小鼠致动脉粥样硬化伴骨质疏松骨密度增加、骨小梁增多,且能调节骨代谢水平。同时可能通过调控生物节律相关蛋白,缓解动脉粥样硬化斑块的形成<sup>[80]</sup>。

### 4.2 抗骨质疏松

在机体发生动脉粥样硬化同时伴随着骨质疏松的发生。研究发现 GPs 可能通过调节脂质水平、提

表 5 绞股蓝中单体成分检测条件

Table 5 Detection conditions of monomer components of *G. pentaphyllum*

测定对象	检测成分	流动相	波长/nm	文献
有机酸类	没食子酸、新绿原酸、绿原酸、咖啡酸、香草酸、丁香酸、对香豆酸、异阿魏酸、芥子酸、鞣花酸、水杨酸、肉桂酸	甲醇-0.5%磷酸溶液	280	42
皂苷类	绞股蓝皂苷 (XLIX, A)	乙腈-水	203	51
总皂苷类	人参皂苷 Rb <sub>1</sub>	—	550	52
黄酮类	芦丁、槲皮素、山柰酚	乙腈-0.01%磷酸溶液	368	53
黄酮类	芦丁、槲皮素、山柰素	乙腈-0.05%磷酸溶液	368	54
糖类	蔗糖	乙腈-超纯水, 等度	—	55
总黄酮及糖类	芦丁、D-无水葡萄糖	—	510、620	56
皂苷类	绞股蓝皂苷 (XLVI, LVI)	乙腈-0.1%甲酸溶液	—	57
皂苷类	人参皂苷 (CK、F <sub>2</sub> 、Rb <sub>1</sub> 、Rb <sub>3</sub> 、Rd、Rg <sub>2</sub> 、Rg <sub>3</sub> 、Rg <sub>5</sub> 、Rg <sub>6</sub> 、Rh <sub>4</sub> 、Rh <sub>8</sub> )、绞股蓝皂苷 (A、XLVI、XLIX)、三七皂苷 F <sub>8</sub> 和越南人参皂苷 R <sub>8</sub>	乙腈-0.1%甲酸溶液	—	58
皂苷类	人参皂苷 (Rb <sub>1</sub> 、Rb <sub>3</sub> 、Rd)、绞股蓝皂苷 (A、XVII、XLIX)	乙腈-0.3%甲酸溶液	203	59
皂苷类	绞股蓝皂苷 (L、LI、LVI、XLVI)、damulin (A、B) 及人参皂苷 (S-Rg <sub>3</sub> 、R-Rg <sub>3</sub> 、Rd)	乙腈-0.1%甲酸溶液	—	60
皂苷类及黄酮类	槲皮素、芦丁、绞股蓝皂苷 (A、XLIX)	乙腈-0.5%乙酸溶液	—	61
挥发性成分	醛类、酸类、酚类、酯类、腈类、杂环化合物、酮类、醇类和烃类及其衍生物	程序升温	—	62
黄酮类	槲皮素、商陆素和山柰素	甲醇-0.4%磷酸溶液	370	63
皂苷类	七叶胆苷 XLVI、人参皂苷 Rb <sub>3</sub>	乙腈-水	203	64
有机酸及黄酮类	原儿茶素、对羟基苯甲酸、芦丁、异槲皮苷、槲皮素、山柰酚	乙腈-1%甲酸溶液	254、350	65
皂苷类	绞股蓝皂苷 XLIX	乙腈-水	—	66
皂苷类	绞股蓝皂苷 (XLIX、XLVI、A、XVII)	乙腈-水	203	67
皂苷类	人参皂苷 (Rb <sub>1</sub> 、Rb <sub>3</sub> 、Rc、Rd)	乙腈-水	203	68
皂苷类	人参皂苷 (Rb <sub>1</sub> 、Rb <sub>3</sub> 、Rd、Re、F <sub>2</sub> )、绞股蓝皂苷 (A、XLIX、XVII)	乙腈-0.3%甲酸溶液	203	69
黄酮类	芦丁和槲皮素	乙腈-0.2%磷酸溶液	360	70
皂苷类	人参皂苷 Rb <sub>1</sub> 、绞股蓝皂苷 (A、XLIX)、七叶胆苷 XVII	乙腈-0.5%醋酸溶液	—	71
挥发性成分	共有成分: 萘、6,10,14-三甲基-2-十五烷酮、邻苯二甲酸二异丁酯	程序升温	—	72
重金属	重金属铅、铬、汞、砷、铜、镉	—	—	73
脂溶性成分	根状茎、地上茎、叶、种子中分别鉴定出 9、5、13、5 种	程序升温	—	74

升骨密度、改善骨小梁数量及形态、维持骨组织中钙磷稳定及减缓骨组织中的骨转化, 进而同时对骨质疏松及动脉粥样硬化发挥防治作用。同时还发现 GPs 通过网膜素-1 调控, 可提高细胞增殖活力、促进成骨分化 (图 2) [81]。

### 4.3 抗视网膜病变

GPs 对大鼠糖尿病、慢性高眼压引起的视网膜病变均有一定的保护作用。在此方面的研究报道文献较少, 研究指出其可能的通路分别与抑制炎症反应及 NF-κB 信号通路和抑制信号转导和转录激活因子 3 (signal transducer and activator of transcription 3, STAT3) 和 Janus 激酶 2 (Janus kinase 2, JAK2)

的 mRNA 表达有关[82-83]。

### 4.4 调血脂、降血压

绞股蓝及 GPs 对高血脂症有治疗作用, 同时还调血脂、降血压。年霞等[84]通过网络药理学和分子对接技术, 成功的预测了绞股蓝抗高血脂症的作用机制和槲皮素、山柰酚、豆甾醇和 GPs 等 27 个有效成分对接的作用靶点, 阐明绞股蓝治疗高脂血症作用机制主要涉及细胞对激素、无机物和脂多糖应答等生物过程, 并通过脂质与动脉粥样硬化、晚期糖基化终产物受体 (receptor of advanced glycation endproducts, RAGE) 信号通路和胰岛素抵抗等通路共同发挥作用, 分子对接结果也进一步表明, 潜在

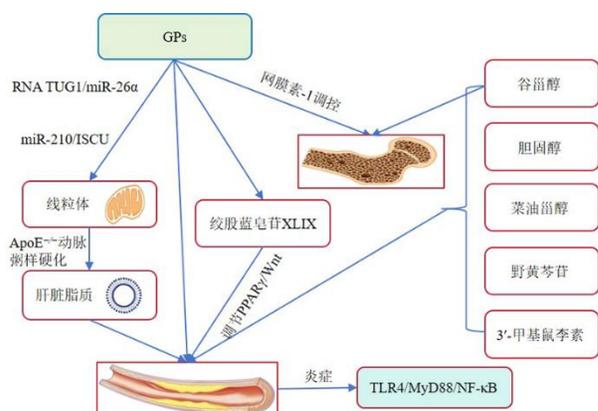


图 2 绞股蓝抗骨质疏松、动脉粥样硬化作用

Fig. 2 Anti-osteoporosis and anti-atherosclerosis effects of *G. pentaphyllum*

活性成分和 V-Rel 网状内皮增生病毒癌基因同源物 A (v-rel reticuloendotheliosis virus oncogene homolog A, RELA)、肿瘤坏死因子 (tumor necrosis factor, TNF)、蛋白激酶 B (protein kinase B, Akt)、p53 等关键靶蛋白均具有较好的亲和作用。杨艳萍等<sup>[85]</sup>通过研究高胆固醇血症模型小鼠主要尿蛋白 (urine protein, *Mups*) 基因表达的影响, 发现 GPs 对高胆固醇血症模型小鼠肝组织中基因的表达具有一定的调控作用, 可通过回调尿蛋白 *Mup4*、*Mup5*、*Mup21* 基因的过表达来降低模型小鼠的糖脂水平。GPs 及其醋酸乙酯、正丁醇提取物可预防高糖高脂诱导的大鼠血压的增高。GPs 可能通过降低内皮素 (endothelin, ET)、血管紧张素 II (angiotensin II, Ang II) 含量和升高一氧化氮含量来发挥对大鼠的降压作用<sup>[86]</sup>。

#### 4.5 对肠道及肠道菌群作用

研究表明 GPs 对葡聚糖硫酸钠 (dextran sulfate sodium, DSS) 诱导的小鼠溃疡性结肠炎有一定的保护作用, 能调控肠道菌群<sup>[87]</sup>。龚红<sup>[88]</sup>通过对 GPs 改善肠道屏障功能的研究发现, GPs 能促进黏蛋白 2 (mucin 2, MUC2) 的分泌和紧密连接闭合蛋白、闭锁小带蛋白-1 (zonula occludens-1, ZO-1) 的表达, 增强 DSS 诱导的小鼠溃疡性结肠炎黏膜屏障功能, 从而减轻小鼠肠黏膜损伤。GPs 饮食还能干预小鼠肥胖、高脂血症大鼠脂质代谢调控及肠道菌群, 结果表明 GPs 饮食干预能够显著降低高脂饮食诱导的小鼠体质量、体脂率的生长, 及脂肪细胞体积的增大; 同时降低血清中低密度脂蛋白胆固醇 (low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、丙氨酸氨基转移酶 (alanine aminotransferase, ALT) 和瘦

素的含量, 提高高密度脂蛋白胆固醇 (high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C) 的含量<sup>[89-90]</sup>。小鼠粪便 16S rRNA 高通量测序结果表明 GPs 能够提高小鼠肠道菌群的  $\alpha$ -多样性, 对肠道菌群中的颤螺旋菌科属、别普雷沃菌属、狄氏副拟杆菌属、毛螺菌属和伯克氏菌属的相对丰度较高。绞股蓝总皂苷元具有明确的调血脂效应, 其调血脂作用机制可能与抑制肝脏胆固醇合成、促进胆固醇分解、阻止脂质过氧化、降低炎症因子水平及降低肠道菌群厚壁菌门 (firmicutes) 和拟杆菌门 (bacteroidetes) 比值和改变肠道菌群丰度和组成等方面作用有关<sup>[91]</sup>。

#### 4.6 保肝

##### 4.6.1 肝损伤保护作用

肾损伤是肝硬化的常见并发症, 影响患者死亡率及肝移植后慢性肾脏病的发病率。万俊阳等<sup>[92]</sup>通过调控铁死亡途径对 ApoE<sup>-/-</sup>小鼠肝脏脂质沉积的影响及机制研究揭示 ig GPs 后, 小鼠肝组织中总胆固醇 (total cholesterol, TC)、TG 和过氧化脂质 (lipid peroxidation, LPO) 水平显著降低, 谷胱甘肽水平显著升高; p53 蛋白和 mRNA 的表达降低, 谷胱甘肽过氧化物酶 4 (glutathione peroxidase 4, GPX4)、溶质载体 (solute carrier, xCT) mRNA 表达升高。肝细胞体积大小有所恢复, 细胞内脂肪空泡显著减少, 脂质沉积情况减轻, 肝窦狭窄有所缓解。表明 GPs 可明显改善肝脏脂质沉积和降低肝脏脂质过氧化反应, 这一过程可能与抑制肝细胞铁死亡有关。另外在探究 GPs 对高胆固醇血症的治疗作用及其初步机制, 结果显示, GPs 能显著降低血清 LDL-C、TC、TG 水平和 ALT、天冬氨酸氨基转移酶 (aspartate aminotransferase, AST)、碱性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP) 的含量, 提高血清 HDL-C 浓度, 并显著降低前蛋白转化酶枯草溶菌素 9 (proprotein convertase subtilisin/kexin type 9, PCSK9) 的分泌量。表明 GPs 对高脂饮食诱导的高胆固醇血症具有较好的调节作用, 可能与抑制 PCSK9 分泌、增强 PPAR 表达有关, 且 GPs 能有效减少高血脂造成的肝肾损伤和脂质过氧化损伤<sup>[93-94]</sup>。此外, GPP 对小鼠具有肝脏氧化损伤的保护能力, 对热应激、D-半乳糖致衰老小鼠肝脏抗氧化能力效果明显<sup>[95]</sup>。王欣雨<sup>[96]</sup>研究发现 GPP 可以改善热应激小鼠体质量下降、肝脏指数下降、肝脏功能指标上升, 并有效缓解热应激对肝脏形态结构的损伤, 这与上调热休克蛋白表达和激活核因子 E2 相关因子 2 (nuclear

factor E2 related factor 2, Nrf2) 信号通路有关。而张润祥等<sup>[97]</sup>研究发现 GPP 100 mg/kg 可以有效提高 D-半乳糖致衰老小鼠肝脏的抗氧化能力, 延缓衰老。

此外, 急性酒精性肝损伤是指人在短时间内大量饮酒, 导致肝细胞损伤、腹水、出血, 甚至肝衰竭的现象。研究表明绞股蓝水提醇沉液对川楝子诱导的小鼠急性肝损伤有一定的保护作用, 一定剂量川楝子连续给药可导致 ICR 小鼠慢性肝损伤, 影响肝细胞内抗氧化系统, 绞股蓝与川楝子配伍有减少脂质过氧化产物、抗肝损伤的作用。其作用机制是 GPs 通过激活 Nrf2/NF- $\kappa$ B 信号通路有关<sup>[98-99]</sup>。此外, GPs 可加重对乙酰氨基酚对小鼠的肝毒性, 表明使用绞股蓝总皂苷时不能与对乙酰氨基酚共用<sup>[100]</sup>。

**4.6.2 非酒精性脂肪肝病 (non-alcoholic fatty liver disease, NAFLD)** NAFLD 是一种以乏力、消化不良、肝区隐痛及肝脾肥大等为主要临床表现的代谢性疾病。绞股蓝总皂苷是一个有效治疗 NAFLD 的候选药物。钟方为等<sup>[101]</sup>探究绞股蓝总皂苷对高脂饮食诱导的大鼠 NAFLD 症状的影响及其相关作用机制时发现绞股蓝总皂苷能抑制高脂饮食诱导的 NAFLD 大鼠体质量过度增长, 降低肝脏质量, 显著降低血清中 TC、TG、LDL-C、AST 和 ALT 水平, 升高血清中 HDL-C 水平; 缓解高脂饮食导致的肝脏损伤, 主要表现为显著降低肝脏中 TC、TG、丙二醛、白细胞介素-6 (interleukin-6, IL-6) 的含量, 显著提高肝脏中过氧化氢酶 (catalase, CAT) 和超氧化物歧化酶 (superoxide dismutase, SOD) 的水平; 改善高脂饮食导致的肠道菌群紊乱, 恢复肠道菌群多样性, 提高拟杆菌门的相对丰度, 降低厚壁菌门的相对丰度及厚壁菌门与拟杆菌门的比值, 促进有益菌 *Akkermansia*、*Bacteroides*、*Parabacteroides* 的增殖, 抑制有害菌 *Desulfovibrio*、*Escherichia-Shigella*、*Helicobacter* 的生长; 并且能够显著提高短链脂肪酸 (乙酸、丙酸和丁酸) 的含量。该研究表明绞股蓝总皂苷可通过调节肠道菌群和短链脂肪酸代谢来改善高脂饮食诱导的大鼠 NAFLD。经绞股蓝总皂苷对 NAFLD 小鼠肝脏脂质代谢物的干预, NAFLD 小鼠脂肪酸、单半乳糖基二脂酰甘油 (digalactosyldiacylglycerol, MGDG)、血清前白蛋白 (serum prealbumin, PA) 等共 17 种肝脏脂质代谢物发生显著变化<sup>[102]</sup>。绞股蓝总皂苷可有效抑制 NAFLD 大鼠氧化应激反应及肝细胞凋亡, 恢复其

肝功能<sup>[103]</sup>。GPs 辅助治疗 NAFLD 能有效降低肝功能恶化与肝纤维化趋势, 缓解临床症状, 从而提高总体预后<sup>[104]</sup>。绞股蓝可有效调节机体血脂代谢水平、抑制脂肪的从头合成及氧化分解、改善肥胖和胰岛素抵抗、抗炎、抗氧化应激等, 治疗 NAFLD 具有多靶点的优势。皂苷、多糖、黄酮类等绞股蓝的主要活性成分单独作用或相互作用均可能与 NAFLD 的改善相关, 但现有的研究仅从单个作用机制入手, 缺乏绞股蓝治疗 NAFLD 的整体作用及多靶点机制评估, 故今后应加强基于中药整体调节、多靶点特性的研究, 深入挖掘整体治疗效应及机制, 进一步探索中药有效成分的提取及各成分间的交互关系网络<sup>[105]</sup>。

**4.6.3 肝纤维化 (hepatic fibrosis, HF)** HF 是各种慢性肝损伤的病理过程, 治疗不及时, 可能导致肝硬化或肝癌产生。而这一过程与 JAK/STAT 信号通路与 HF 的发生发展密切相关<sup>[106]</sup>。研究发现绞股蓝总皂苷对格氏眼病眼眶成纤维细胞炎症和纤维化反应的影响<sup>[107]</sup>, 生物信息学分析证实 Gyps 可通过抗炎和抗纤维化作用保护眼部成纤维细胞 (eye fibroblasts, OFs), 还可通过酶消化法提取高纯度的 OFs, 并可利用免疫组化检测波形蛋白表达阳性、酸性钙结合蛋白 (acidic calcium-binding proteins, S100 $\beta$ )、肌红蛋白、己烯雌酚和角蛋白 17 表达阴性的方式进行鉴定。Gyps 或许可通过作用于 NF- $\kappa$ B 信号通路介导的抗炎作用和转化生长因子- $\beta$  (transforming growth factor- $\beta$ , TGF- $\beta$ )/Smads 的抗纤维化作用对眼病起到治疗作用。GPs 可显著抑制 TGF- $\beta$ 1 诱导的正常大鼠肾 NRK-49F 细胞活化, 减少细胞外基质的异常沉积而引起抗肾间质纤维化作用, 其抑制作用呈剂量依赖性; 其作用机制可能与上调 miR-3588、miR-378a-5p 表达, 下调 miR-135b-5p、miR-3068-5p 表达进而引起下游通路中相关靶基因表达改变有关, 其中 miR-378a-5p/PI3K/Akt 可能是其发挥抗肾间质纤维化的重要作用通路之一<sup>[108]</sup>。四氯化碳/2-乙酰氨基苄 (2-acetamidofluorene, 2-AAF) 诱导大鼠 HF 的胆管反应与 GPs 干预作用机制<sup>[109]</sup>主要包括: (1) 在 HF 进展阶段, GPs 可抑制肝祖细胞的激活与增殖; (2) 四氯化碳/2-AAF HF 模型大鼠中, GPs 通过抑制肝祖细胞发生胆管反应而发挥抗 HF 的作用; (3) GPs 抑制肝祖细胞发生胆管反应可能与其抑制细胞所分泌的局域性蛋白质配体 (hedgehog signaling

pathway, Hh) 信号通路活化有关。

绞股蓝总皂苷对二甲基亚硝酸胺 (N-nitrosodimethylamine, DMN) 诱导的纤维化大鼠肝细胞凋亡的影响<sup>[110]</sup>, 抑制线粒体通路介导的肝细胞凋亡是绞股蓝总皂苷防治 DMN 诱导的大鼠 HF 的重要机制之一。绞股蓝总皂苷通过促进卵圆细胞向肝细胞分化, 抑制其向肌成纤维细胞分化可能是其发挥抗 HF 作用机制之一<sup>[111]</sup>。提示绞股蓝总皂苷有可能成分为治疗 HF 的药物。

#### 4.7 免疫调节

免疫调节作用是 GPP 重要的生物活性之一。研究结果发现 GPP 能够增强小鼠巨噬细胞的免疫功能, 缓解体力疲劳, 并能增强小肠抗氧化性和非特异性免疫能力。王欣雨等<sup>[112]</sup>对 GPP 对于巨噬细胞免疫功能进行研究。结果表明 GPP 通过刺激小鼠腹腔巨噬细胞增殖, 提高小鼠腹腔巨细胞的吞噬能力, 促进巨噬细胞因子一氧化氮、乳酸脱氢酶 (lactate dehydrogenase, LDH)、TNF- $\alpha$  和 IL-1 $\beta$  的分泌, 可上调钙调蛋白 (calmodulin, CaM) 和 G 蛋白刺激  $\alpha$  亚基蛋白 (G protein stimulates  $\alpha$  subunit, Gsa) 基因的表达, 从而增强巨噬细胞的免疫功能<sup>[113]</sup>。GPP 缓解小鼠体力疲劳试验揭示 GPP 可显著延长小鼠负重游泳时间, 提高血清乳酸脱氢酶活力和机体内糖原积累量, 降低小鼠血清中乳酸和尿素氮含量<sup>[114]</sup>。因此, GPP 可作为一种功能性原料以减缓高强度运动引起的体力疲劳。此外, 不同剂量的 GPP 均对热应激小鼠小肠氧化应激具有一定保护作用, 能缓解小鼠小肠各段形态结构损伤, 增强小肠抗氧化性和非特异性免疫能力<sup>[115]</sup>。

#### 4.8 对生殖系统作用

GPP 能促进小鼠卵巢发育, 同时对卵母细胞, 雄性小鼠睾丸氧化损伤有保护作用。GPP 对断乳雌

性小鼠卵巢发育的影响揭示在不同剂量的 GPP 均可促进小鼠体重增加, 使小鼠阴道开放时间提前, 卵巢和子宫指数增加, 促进小鼠卵母细胞中促性腺激素释放激素 (gonadotropin-releasing hormone, GnRH)、卵泡刺激素 (follicle-stimulating hormone, FSH)、黄体生成素 (luteinising Hormone, LH) 和雌二醇 (estradiol, E<sub>2</sub>) 的分泌, 抑制前列腺素 (prostaglandin, PG) 的分泌, 促进卵巢原始卵泡、初级卵泡、次级卵泡和黄体的生长发育, 使小鼠卵巢皮质厚度显著增加<sup>[116]</sup>。唐非台等<sup>[117]</sup>研究 GPP 对 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 致体外成熟小鼠卵母细胞氧化损伤及凋亡的影响, 研究结果表明 GPP 可以上调 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 损伤小鼠卵母细胞中抗凋亡基因 B 淋巴细胞瘤-2 (B-cell lymphoma-2, Bcl-2) 的表达水平, 下调促凋亡相关基因 Bcl-2 相关 X 蛋白 (Bcl-2 associated X protein, Bax)、Caspase-9 的表达水平, 有效抑制 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 致氧化应激小鼠中卵母细胞的凋亡。此外, GPP 可以改善热应激导致的睾丸组织损伤和细胞凋亡, 保护雄激素受体蛋白 (androgen receptor, AR) 的正常表达, 丙二醛含量显著降低, GSH-Px 含量、CAT 活力、SOD 活力显著升高, 抗氧化酶活力恢复, 提示 GPP 对热应激引起的睾丸氧化损伤具有一定的保护作用, 其机制见图 3。

#### 5 绞股蓝单体皂苷药理作用

绞股蓝总皂苷、多糖药理作用报道较多, 但从绞股蓝中分离的单体皂苷成分鲜有报道, 如绞股蓝皂苷 (XVII、A、XLIX、L、LI、XLVI、TN-1) 等, 且这些成分存在药理作用, 本文根据已报道的皂苷成分在药理药效方面进行了梳理, 见表 6。

#### 6 结语与展望

本文梳理了绞股蓝资源分布、化学成分, 其主要含有皂苷、黄酮、多糖、有机酸类、甾醇类成分

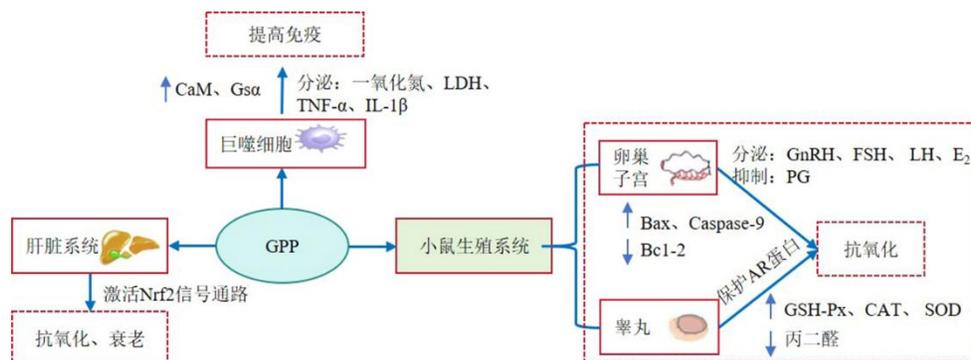


图3 GPP作用机制

Fig. 3 Mechanism of GPP

表 6 绞股蓝中单体皂苷成分药理药效

Table 6 Pharmacological efficacy of monomer saponins of *G. pentaphyllum*

皂苷单体	研究对象	剂量	结论	文献
绞股蓝皂苷 XVII	C57BL/6 小鼠	2.5~10 mg·kg <sup>-1</sup>	具有抗抑郁作用	118
	雌性 SD 大鼠	25~100 mg·kg <sup>-1</sup>	有助于改善急性脊髓损伤大鼠的修复	119
	雌性 SD 大鼠	10~50 mg·kg <sup>-1</sup>	对大鼠脊髓损伤后的炎症反应及细胞凋亡	120
绞股蓝皂苷 A	人肝癌 HepG2 细胞	90~150 μmol·L <sup>-1</sup>	对癌症细胞具有显著的抑制作用	121
	人脐静脉内皮细胞	100 μg·mL <sup>-1</sup>	具有防治 RELA 的作用	122
绞股蓝皂苷 L	骨关节炎软骨细胞损伤模型	20~100 μg·mL <sup>-1</sup>	调控对骨关节炎软骨细胞损伤	123
	卵巢癌细胞	—	可抑制卵巢癌细胞增殖与迁移	124
绞股蓝皂苷 LI	人食管癌 EC109 细胞	0~200 μmol·L <sup>-1</sup>	对 EC109 细胞生长的抑制作用	125
绞股蓝皂苷 XLVI 转化成 TN-1	体外抗肝癌活性研究	—	提高绞股蓝皂苷 XLVI 的抗肝癌活性	126
绞股蓝皂苷 XLIX	雄性 SD 大鼠	4 mg·kg <sup>-1</sup>	改善胰岛素抵抗	127
	Wistar 雄性大鼠	50~150 mg·kg <sup>-1</sup>	改善糖尿病大鼠肾小球功能	128
	C57BL/6 小鼠	0~128 μmol·L <sup>-1</sup>	对急性肾损伤的保护作用	129

及其他有效成分,检测方法。绞股蓝具有降糖、调脂、保肝、抗氧化、抗肿瘤及增强免疫力等药理作用,为进一步研究及开发提供了新的思路。

绞股蓝品种丰富,资源分布广泛,主分布于秦岭以南广大地区。绞股蓝易栽培,随着绞股蓝的资源开发利用,需求不断增加,多地建立种植基地。部分地区引进并选育了适合当地环境种植的栽培品种或品系,其主产区有秦巴山区、四川、广西及湖南等地。然而,各地引进的品种或品系各不相同,如秦巴山区以绞股蓝及其多倍体绞股蓝为主、野生分布以长梗绞股蓝为主,四川、湖南、广西栽培以甜味品种或品系为主。因品种和产地间的差异,导致绞股蓝在化学成分组成和含量方面存在差异,尤其是皂苷类成分差异较为明显。在质量控制方面,存在一定的难度。因此在绞股蓝产品开发及质量方法的制定时应首先明确其基原、规范其产地来源,不可一概而论。绞股蓝皂苷极其复杂、多样,虽绞股蓝含有上百种皂苷成分,但因绞股蓝品种、产地、部位所含皂苷成分的差异,其次同分异构体多,含量极其低,不利于制备分离、投入成本高等因素,因此无稳定衡量绞股蓝质量的皂苷类指标成分。文献中缺乏对绞股蓝的质量控制的研究,皂苷单体结构、含量均不明确。

目前市场开发了绞股蓝食品、药品、保健茶、保健饮料及化妆品等,药物类有片剂、冲剂、胶囊、口服液、糖丸等;食品类有饮料、袋装茶、补肾酒等;化妆品类有护肤品、护发素等。这些产品畅销国内、外,出口美国、日本等国家和地区,绞股蓝有着较高

的市场应用前景和开发价值。然而,在应用方面市场上存在多种基原绞股蓝混淆、混用现象。

未来绞股蓝研究可从以下几个方面发展:(1)采用形态、DNA 鉴定等手段对绞股蓝种属更完善的系统分类。绞股蓝属我国有 9 种 2 变种,种类多,目前明确入药食用的有绞股蓝和长梗绞股蓝,其他种的习性、种植及产量研究较少,后续加强其他种特性、种植要求、资源分布及种间鉴别方面研究。(2)明确各种间的化学成分、药效等物质基础研究。由于绞股蓝品种复杂,截至目前仍未分析出绞股蓝特异性成分。后续可以品种为单位,寻找品种间的共通点及异同点,分类获取特异性成分,以期对不同种绞股蓝资源合理利用。另绞股蓝多糖类成分作用机制、黄酮类的药理药效研究均较少,后续应加强其药理药效基础研究。(3)加大其质量控制研究。绞股蓝中的次生代谢物种类繁多,功能复杂,一些特定结构的化合物含量差异极大且含量极低。从品种、地缘、采收期入手,利用多指标分析、生物评价等技术建立多角度、综合的质量评价方法。开发出具备特异性、可测性等质量评价方法,以期规范绞股蓝市场。(4)精准解析绞股蓝皂苷及多糖的生物活性机制、构效关系及药动学行为。目前关于多糖类构效关系研究较少,后续着力于其构效关系及药理作用机制研究,将皂苷类和多糖类开发成为保肝、提高免疫等系列方面的理想辅助药物。(5)大力推动其功能性食品和医药产品的研发,目前药理研究基于皂苷类及多糖类研究,应用于市场的成熟绞股蓝药品较为单一,后续可开发中药成品并且积

极开展安全科学的临床试验。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

#### 参考文献

- [1] 骆文婷, 刘雪峰, 李霞, 等. 绞股蓝及其制剂的研究概况 [J]. 西北药学杂志, 2020, 35(2): 309-312.
- [2] 马文竹. 绞股蓝的历史沿革与应用价值 [J]. 实用医技杂志, 2020, 27(11): 1544-1545.
- [3] 曾迪, 周昌园, 龙健, 等. 基于脂质组学的绞股蓝总苷调血脂作用研究 [J]. 中草药, 2023, 54(4): 1149-1156
- [4] 范冬冬, 匡艳辉, 向世颢, 等. 绞股蓝化学成分及其药理活性研究进展 [J]. 中国药学杂志, 2017, 52(5): 342-352.
- [5] 金亭亭, 孙兆林, 江蔚新. 绞股蓝化学成分及药理作用研究进展 [J]. 亚太传统医药, 2014, 10(16): 30-32.
- [6] 王绍辉, 陈道金, 刘同祥. 绞股蓝化学成分、药理作用及其体内代谢的研究进展 [J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2015, 17(11): 2389-2393.
- [7] 陈建国. 绞股蓝与其混淆品乌菟莓的本草考释 [J]. 中草药, 1990, 21(9): 40.
- [8] 史琳. 绞股蓝的化学成分研究 [D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2010.
- [9] 徐家振. 平利绞股蓝 [M]. 西安: 陕西师范大学出版总社, 2016, 163-169.
- [10] Nagai M, Izawa K, Nagumo S, et al. Two glycosides of a novel dammarane alcohol from *Gynostemma pentaphyllum* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1981, 29(3): 779-783.
- [11] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志 (第38卷) [M]. 北京: 科学出版社, 1986: 265-277.
- [12] 黄盼盼. 绞股蓝药材与配方颗粒质量标准研究 [D]. 杭州: 浙江中医药大学, 2019.
- [13] 袁志鹰, 谢梦洲, 黄惠勇. 绞股蓝植物资源、化学成分及药理研究进展 [J]. 亚太传统医药, 2019, 15(7): 190-197.
- [14] 田耀平. 绞股蓝药材的品种来源及资源分布 [J]. 铜仁职业技术学院学报: 自然科学版, 2008, 6(6): 15-16.
- [15] 苏海伦. 绞股蓝谱系地理学及绞股蓝属系统发育研究 [D]. 西安: 西北大学, 2020.
- [16] 王翀. 绞股蓝属遗传多样性与亲缘地理学研究 [D]. 西安: 西北大学, 2008.
- [17] 沈宏伟, 肖彦春, 车仁国, 等. 绞股蓝化学成分研究的现状 [J]. 时珍国医国药, 2008, 19(7): 1561-1564.
- [18] 李齐. 长梗绞股蓝大极性部位化学成分研究 [D]. 广州: 广东药科大学, 2021.
- [19] Zhang H X, Wang Z Z, Du Z Z. Sensory-guided isolation and identification of new sweet-tasting dammarane-type saponins from Jiaogulan (*Gynostemma pentaphyllum*) herbal tea [J]. *Food Chem*, 2022, 388: 132981.
- [20] 郑伟. 基于二维色谱及离子淌度质谱的中药绞股蓝成分分析 [D]. 北京: 军事科学院, 2023.
- [21] 藺曼. 壮药“国虾薄”(绞股蓝) 黄酮及其对 LLC-PK1 细胞氧化损伤的保护作用 [D]. 北京: 中央民族大学, 2019.
- [22] 王振兴, 杨金梅, 张志斌, 等. 绞股蓝的化学成分及其生物活性研究进展 [J]. 南方农业学报, 2023, 54(6): 1741-1752.
- [23] 段宇. 绞股蓝化学成分及血中移行成分分析 [D]. 北京: 中央民族大学, 2022.
- [24] 张欣怡, 夏明明. 绞股蓝化学成分的降血脂机制研究进展 [J]. 光明中医, 2020, 35(8): 1271-1272.
- [25] 首朝曦, 张吉涛, 吴宁, 等. 绞股蓝总皂苷通过 PPAR- $\gamma$  与 Wnt 途径影响大鼠动脉粥样硬化及部分有效成分预测 [J]. 贵州医科大学学报, 2024, 49(7): 957-965.
- [26] 侯冬岩, 回瑞华, 关崇新. 绞股蓝中总黄酮的分析研究 [J]. 沈阳师范大学学报: 自然科学版, 2003, 21(1): 39-42.
- [27] 刘飞, 方磊, 李佳, 等. 葫芦科药用植物黄酮类化合物化学成分与药理研究进展 [J]. 山东中医药大学学报, 2016, 40(4): 380-384.
- [28] 罗巅辉, 王昭晶. 绞股蓝多糖的研究进展 [J]. 生物技术通讯, 2005, 16(6): 703-704.
- [29] 宋淑亮, 吉爱国, 梁浩, 等. 绞股蓝多糖的分离纯化及其对神经细胞谷氨酸损伤的保护作用 [J]. 天然产物研究与开发, 2008, 20(2): 229-232.
- [30] 吴秀丽, 马泽刚, 钟辉云. 8 个不同产地绞股蓝多糖含量的测定 [J]. 南方农业, 2018, 12(9): 102.
- [31] 习南, 康佳, 李瑞娟, 等. 不同处理条件下绞股蓝多糖含量的测定与比较 [J]. 中兽医学杂志, 2015(2): 6-9.
- [32] 周宝珍. 绞股蓝多糖的提纯、结构分析及其抗氧化活性研究 [D]. 西安: 陕西师范大学, 2011.
- [33] 李珊. 绞股蓝多糖提取工艺优化、结构及其活性研究 [D]. 天津: 天津科技大学, 2020.
- [34] 尚平平. 绞股蓝多糖的分离纯化、结构分析及生物活性研究 [D]. 上海: 上海交通大学, 2014.
- [35] 郭晓波, 严薇, 高向东, 等. 绞股蓝多糖的理化性质及体外抗氧化活性研究 [J]. 药物生物技术, 2013, 20(3): 229-233.
- [36] 王峰. 绞股蓝多糖结构分析、抑菌性能及其应用研究 [D]. 南宁: 广西大学, 2013.
- [37] 尚晓娅, 张媛, 白艳玲, 等. 绞股蓝多糖体外抗氧化活性研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2013, 25(4): 450-454.
- [38] 陈克克, 王喆之. 绞股蓝多糖的组成分析及其对质粒 DNA 的保护作用 [J]. 中成药, 2009, 31(1): 92-95.
- [39] 王昭晶, 罗巅辉. 碱提绞股蓝水溶性多糖的研究 [J]. 食品研究与开发, 2006, 27(5): 92-94.

- [40] Ji X L, Shen Y B, Guo X D. Isolation, structures, and bioactivities of the polysaccharides from *Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino: A review [J]. *Biomed Res Int*, 2018, 2018: 6285134.
- [41] 袁志敏, 崔克强, 赵士粤, 等. 山楂有机酸研究进展 [J]. *果树资源学报*, 2024, 5(3): 104-108.
- [42] 王珂, 周琼, 李建科. HPLC 法同时检测陕西平利绞股蓝中 13 种酚酸含量 [J]. *湖北农业科学*, 2024, 63(5): 182-186.
- [43] 王永丽, 黄广建, 刘从进, 等. UHPLC-Q-Exactive Orbitrap HRMS 分析黄连解毒汤的化学成分及大鼠组织分布 [J]. *中草药*, 2022, 53(22): 6985-7000.
- [44] 谢建华, 郭小妹, 袁兰兰, 等. 甾醇类化合物降低高胆固醇 HepG2 细胞内胆固醇的作用机制 [J]. *食品科学*, 2023, 44(5): 68-74.
- [45] 梁晓庆. 绞股蓝蛋白质、氨基酸含量测定及其相关性分析 [D]. 西安: 陕西师范大学, 2012.
- [46] 曹静亚, 张丽先, 范毅, 等. 柱前衍生反相高效液相色谱法测定绞股蓝茶叶中 17 种游离氨基酸含量 [J]. *氨基酸和生物资源*, 2016, 38(3): 16-20.
- [47] 熊辅信, 寸树芬. 中药现代研究荟萃 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 2002: 657-658.
- [48] 彭小列, 王婷, 罗准, 等. 绞股蓝属三种植物的营养成分分析 [J]. *山地农业生物学报*, 2017, 36(1): 89-91.
- [49] 杨国珍, 舒琪, 吴巧, 等. 火焰原子吸收法测定绞股蓝中 Mg、Zn 的含量 [J]. *广东微量元素科学*, 2016, 23(7): 6-9.
- [50] 李群峰. 绞股蓝的化学成分与药理作用研究进展 [J]. *光明中医*, 2009, 24(12): 2396-2398.
- [51] 陈晗, 杨悠悠, 赵青余, 等. SPE-HPLC-UV 法测定绞股蓝提取物中皂苷的含量 [J]. *中国饲料*, 2024(3): 125-129.
- [52] 许芳瑞, 刘新艳, 刘茜, 等. 绞股蓝中总皂苷含量测定方法 [J]. *食品工业*, 2023, 44(4): 138-141.
- [53] 臧淦荣, 向文, 王莉, 等. 绞股蓝中黄酮类成分 HPLC 指纹图谱研究 [J]. *浙江中医杂志*, 2022, 57(12): 920-923.
- [54] 向文, 陈敏, 沈丽, 等. 绞股蓝中非皂苷类成分 HPLC 指纹图谱研究及含量测定 [J]. *中国药师*, 2022, 25(9): 1651-1656.
- [55] 马倩, 杜雨. 高效液相色谱法检测绞股蓝茶中的蔗糖含量 [J]. *现代食品*, 2022, 28(16): 200-202.
- [56] 卢泽雨, 吴芳蕾, 韦晓敏, 等. 药用和茶饮绞股蓝中总黄酮及多糖含量分析 [J]. *亚太传统医药*, 2022, 18(8): 101-106.
- [57] 卢彭信, 李港, 郑伟, 等. 超高效液相色谱-电雾式检测器测定福建产绞股蓝中绞股蓝皂苷 XLVI 和 LVI [J]. *色谱*, 2022, 40(9): 833-842.
- [58] 温秀萍, 翁艳鸿, 陈祖倩, 等. UPLC-MS/MS 法同时测定绞股蓝中 16 个皂苷类成分的含量 [J]. *药物分析杂志*, 2022, 42(2): 198-210.
- [59] 李玲, 金李峰. HPLC 法同时测定绞股蓝中 6 个皂苷类成分的含量 [J]. *中药材*, 2021, 44(8): 1931-1934.
- [60] 段宇, 杨静, 谢金伯, 等. 基于 UPLC-Q-Trap-MS 技术的热处理前后绞股蓝中 9 种皂苷成分同时定量分析 [J]. *中国中药杂志*, 2021, 46(20): 5314-5319.
- [61] 王源源, 丁鹏. 基于 HPLC-UV-ELSD 指纹图谱法同时测定绞股蓝中 4 种成分及不同产地药材质量评价 [J]. *中医药导报*, 2021, 27(5): 61-64.
- [62] 王忠泽, 杨宇涵, 张红霞, 等. 五个不同产地绞股蓝茶挥发物及香气成分研究 [J]. *天然产物研究与开发*, 2020, 32(10): 1717-1729.
- [63] 吕海涛, 潘从蕾, 单虎. 绞股蓝中槲皮素、商陆素和山奈素的提取工艺优化 [J]. *食品工业*, 2019, 40(9): 40-44.
- [64] 黄盼盼, 马临科, 唐登峰, 等. HPLC 测定绞股蓝中七叶胆苷 XLVI 和人参皂苷 Rb<sub>3</sub> 含量 [J]. *中国现代应用药学*, 2019, 36(12): 1529-1532.
- [65] 邓俊琳, 朱永清, 夏陈, 等. 绞股蓝中 6 种多酚化合物的 HPLC 检测及其醇提液的抗氧化活性 [J]. *食品科学*, 2019, 40(14): 265-269.
- [66] 胡晓安, 高翔, 胡萌萌, 等. 高效液相色谱-蒸发光散射法测定绞股蓝中绞股蓝皂苷 XLIX 含量 [J]. *中国药业*, 2019, 28(5): 36-38.
- [67] 龙凌云, 刘玉玲, 殷帅, 等. 高效液相色谱法测定绞股蓝提取物中的皂苷成分 [J]. *食品安全质量检测学报*, 2018, 9(14): 3794-3800.
- [68] 马泽刚, 黄春花, 钟辉云, 等. HPLC 法测定 8 个不同产地绞股蓝中 4 种人参皂苷类成分的含量 [J]. *食品研究与开发*, 2018, 39(13): 126-130.
- [69] 蒋慧宣, 陈黎文, 徐茂保, 等. HPLC 法同时测定绞股蓝药材中 8 种皂苷的含量 [J]. *广州中医药大学学报*, 2018, 35(2): 324-328.
- [70] 彭亮, 李诒光, 陈杰, 等. HPLC 测定不同产地、不同品种绞股蓝中芦丁和槲皮素的含量 [J]. *中国实验方剂学杂志*, 2016, 22(6): 45-47.
- [71] 李浩飞. RP-HPLC-ELSD 同时测定绞股蓝中各成份含量 [J]. *中国卫生产业*, 2015, 12(15): 5-8.
- [72] 周宝珍. 不同叶片数绞股蓝中挥发性成分的 SPME-GC-MS 分析 [J]. *陕西农业科学*, 2015, 61(9): 23-28.
- [73] 苏翼雄, 龙海荣, 谷筱玉, 等. ICP-MS 法测定绞股蓝茶中 6 种有害重金属含量 [J]. *亚太传统医药*, 2015, 11(11): 30-31.
- [74] 彭飞, 陆洋, 习伟佳, 等. 四倍体绞股蓝脂溶性成分的 GC-MS 分析 [J]. *陕西农业科学*, 2015, 61(2): 13-15.
- [75] 崔馨月, 贾连群, 杨关林, 等. 绞股蓝总苷对骨质疏松合并动脉粥样硬化小鼠的防治作用 [J]. *中华中医药*

- 学刊, 2022, 40(9): 193-196.
- [76] 杨佳鑫, 马粉花, 张吉涛, 等. 绞股蓝总皂苷抑制大鼠动脉粥样硬化炎症反应并影响 TLR4/MyD88/NF- $\kappa$ B 信号通路表达 [J]. 基因组学与应用生物学, 2022, 41(1): 193-202.
- [77] 孔源, 王莹, 姜瑾, 等. 绞股蓝总皂苷对高脂诱导 ApoE<sup>-/-</sup>小鼠致动脉粥样硬化伴骨质疏松骨密度、骨小梁及骨代谢的影响 [J]. 辽宁中医药大学学报, 2021, 23(12): 26-30.
- [78] 高浩, 陈丝, 王杰, 等. 绞股蓝总皂苷通过 miR-210/ISCU 途径调节线粒体能量代谢对 ApoE<sup>-/-</sup>AS 小鼠的影响及机制 [J]. 中国老年学杂志, 2024, 44(7): 1693-1697.
- [79] 宋囡, 曹慧敏, 陈丝, 等. 绞股蓝皂苷调控长链非编码 RNA TUG1/miR-26a 干扰线粒体凋亡对 ApoE<sup>-/-</sup>AS 小鼠肝脏脂质沉积的影响及机制研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2021, 33(7): 1178-1185.
- [80] 宋囡, 陈宁, 曹慧敏, 等. 绞股蓝总皂苷调控生物节律相关蛋白对 ApoE<sup>-/-</sup>小鼠动脉粥样硬化的影响 [J]. 中华中医药学刊, 2021, 39(8): 248-251.
- [81] 刘明. 基于网膜素-1 调控探讨绞股蓝皂苷对激素诱导的 MC3T3-E1 细胞成骨分化的影响 [D]. 广州: 广州中医药大学, 2022.
- [82] 雷雨馨. 绞股蓝总皂苷对糖尿病大鼠视网膜病变 NF- $\kappa$ B 信号通路的影响 [D]. 唐山: 华北理工大学, 2023.
- [83] 王贤婧, 胡蓉, 喻娟, 等. 绞股蓝皂苷对慢性高眼压 SD 大鼠模型中视网膜 *STAT3* 和 *JAK2* mRNA 表达的影响 [J]. 亚太传统医药, 2022, 18(6): 39-43.
- [84] 年霞, 宋延平, 韩曼, 等. 基于网络药理学和分子对接探究绞股蓝抗高脂血症的作用机制 [J]. 特产研究, 2023, 45(2): 26-34.
- [85] 杨艳萍, 杜艺玫, 秦琳, 等. 绞股蓝总皂苷对高胆固醇血症模型小鼠主要尿蛋白基因表达的影响研究 [J]. 中国药房, 2020, 31(15): 1809-1815.
- [86] 马泽刚, 辛超, 吴秀丽, 等. 绞股蓝总皂苷及其不同提取物对实验性高血压大鼠的降压作用 [J]. 广东医学, 2023, 44(2): 168-172.
- [87] Shu X, Chen R, Yang M L, et al. *Gynostemma pentaphyllum* and gypenoside-IV ameliorate metabolic disorder and gut microbiota in diet-induced-obese mice [J]. *Plant Foods Hum Nutr*, 2022, 77(3): 367-372.
- [88] 龚红. 绞股蓝皂苷通过改善肠道屏障功能减轻 DSS 诱导的小鼠溃疡性结肠炎 [D]. 衡阳: 南华大学, 2022.
- [89] 刘嘉平, 王博, 张晓伟, 等. 绞股蓝皂苷饮食干预小鼠肥胖及肠道菌群研究 [J]. 中国食品学报, 2022, 22(7): 88-96.
- [90] Li Y, Ouyang Q, Li X, et al. The role of *Gynostemma pentaphyllum* in regulating hyperlipidemia [J]. *Am J Chin Med*, 2023, 51(4): 953-978.
- [91] 陈秋义. 绞股蓝总皂苷元对高脂血症大鼠脂质代谢调控及肠道微生态的影响 [D]. 遵义: 遵义医科大学, 2023.
- [92] 万俊阳, 宋囡, 张明香, 等. 绞股蓝皂苷调控铁死亡途径对 ApoE<sup>-/-</sup>小鼠肝脏脂质沉积的影响及机制研究 [J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2022, 24(3): 1158-1165.
- [93] Xie P, Luo H T, Pei W J, et al. Saponins derived from *Gynostemma pentaphyllum* regulate triglyceride and cholesterol metabolism and the mechanisms: A review [J]. *J Ethnopharmacol*, 2024, 319(Pt 1): 117186.
- [94] 邓萌玥, 杨长鑫, 冯宝文, 等. 绞股蓝总皂苷最佳治疗剂量筛选及其降脂保肝肾作用和机制研究 [J]. 中国新药杂志, 2024, 33(5): 458-468.
- [95] 张颖蕾, 陈蕾晓, 李国艳, 等. 绞股蓝多糖对热应激小鼠睾丸氧化损伤的保护作用 [J]. 畜牧与兽医, 2023, 55(11): 45-50.
- [96] 王欣雨. 绞股蓝多糖对热应激小鼠肝脏氧化损伤的保护作用 [D]. 南宁: 广西大学, 2023.
- [97] 张润祥, 白玉婷, 张颖蕾, 等. 绞股蓝多糖对 D-半乳糖致衰老小鼠肝脏抗氧化能力的影响 [J]. 中国畜牧兽医, 2022, 49(2): 462-470.
- [98] 南瑛, 张薇, 常晋瑞, 等. 绞股蓝皂苷通过 Nrf2/NF- $\kappa$ B 信号通路发挥抗小鼠急性酒精性肝损伤作用 [J]. 中国药理学通报, 2019, 35(1): 40-45.
- [99] 彭心怡, 倪锴文, 丁阳阳, 等. 绞股蓝水提醇沉液抗川楝子致小鼠慢性肝损伤的实验研究 [J]. 浙江中西医结合杂志, 2018, 28(10): 818-820.
- [100] 白庆云, 兰海辉. 绞股蓝皂苷对对乙酰氨基酚诱导的小鼠急性肝损伤的影响 [J]. 宜春学院学报, 2018, 40(9): 17-20.
- [101] 钟方为, 李庚喜, 曾立. 基于肠道菌群和短链脂肪酸代谢探讨绞股蓝总皂苷改善大鼠非酒精性脂肪肝病的实验研究 [J]. 中国中药杂志, 2022, 47(9): 2500-2508.
- [102] 李德周, 奚瑛斐, 辛鑫, 等. 绞股蓝总皂苷对非酒精性脂肪性肝病小鼠肝脏脂质代谢物的干预作用 [J]. 新中医, 2023, 55(16): 1-9.
- [103] 蔡宇, 周红俐, 段文涛, 等. 绞股蓝总皂苷对非酒精性脂肪肝大鼠氧化应激及肝细胞凋亡的影响 [J]. 中国临床药理学杂志, 2020, 36(10): 1256-1259.
- [104] 黎展桃, 谢杏榕. 绞股蓝皂苷对非酒精性脂肪肝患者肝纤维化及肝功能的影响 [J]. 中医药导报, 2015, 21(12): 70-73.
- [105] 贾宁, 方丽, 石书龙, 等. 绞股蓝对非酒精性脂肪性肝病的作用机制 [J]. 中医学报, 2021, 36(1): 99-102.
- [106] 邓斯铭, 刘礼剑, 黎丽群, 等. 中药活性成分及复方调控 JAK/STAT 信号通路改善肝纤维化的研究进展 [J]. 中国药房, 2024, 35(15): 1923-1927.

- [107] 李昊宇. 绞股蓝总皂苷对 Graves'眼病眼眶成纤维细胞炎症和纤维化反应的影响 [D]. 南宁: 广西中医药大学, 2020.
- [108] 张澜. 基于 microRNAs 的绞股蓝皂苷抗肾间质纤维化作用机制研究 [D]. 北京: 北京中医药大学, 2020.
- [109] 陈佳美. 四氯化碳/2-乙酰氨基苄诱导大鼠肝纤维化的胆管反应与绞股蓝总皂苷干预作用机制 [A] // 中国中西医结合学会 2017 年第五次世界中西医结合大会论文摘要集 (下册) [C]. 广州: 2017 年第五次世界中西医结合大会, 2017: 2.
- [110] 陈亮, 田华捷, 冯琴, 等. 绞股蓝总皂苷对 DMN 诱导的纤维化大鼠肝细胞凋亡的影响 [A] // 中国中西医结合学会肝病专业委员会第二十四次全国中西医结合肝病学术会议论文汇编 [C]. 沈阳: 第二十四次全国中西医结合肝病学术会议, 2015: 2.
- [111] 李雪微, 慕永平, 陈高峰, 等. 绞股蓝总皂苷调控肝脏卵圆细胞分化取向的抗肝纤维化作用 [A] // 中国中西医结合学会肝病专业委员会第二十四次全国中西医结合肝病学术会议论文汇编 [C]. 沈阳: 第二十四次全国中西医结合肝病学术会议, 2015: 1.
- [112] 王欣雨, 金鑫, 杜倩笙, 等. 绞股蓝多糖提高小鼠腹腔巨噬细胞免疫功能 [J]. 湖北农业科学, 2024, 63(6): 151-155.
- [113] Yue S R, Tan Y Y, Zhang L, et al. *Gynostemma pentaphyllum* polysaccharides ameliorate non-alcoholic steatohepatitis in mice associated with gut microbiota and the TLR2/NLRP3 pathway [J]. *Front Endocrinol*, 2022, 13: 885039.
- [114] 王乐, 闫宇壮, 徐磊, 等. 绞股蓝多糖缓解小鼠体力疲劳试验 [J]. 食品工业, 2023, 44(1): 148-151.
- [115] 白玉婷. 绞股蓝多糖对热应激小鼠小肠氧化应激损伤的保护作用 [D]. 南宁: 广西大学, 2022.
- [116] 白熙, 刘新勇, 黎木兰, 等. 绞股蓝多糖对断乳雌性小鼠卵巢发育的影响 [J]. 中国兽医科学, 2021, 51(4): 518-527.
- [117] 唐非台, 刘可可, 杜倩笙, 等. 绞股蓝多糖对 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 致体外成熟小鼠卵母细胞氧化损伤及凋亡的影响 [J]. 中国兽医科学, 2024, 54(11): 1532-1539.
- [118] 张曼曼. 补体 C3aR 介导的突触修剪在小鼠抑郁样行为中的作用及绞股蓝皂苷 XVII 的干预研究 [D]. 泉州: 华侨大学, 2023.
- [119] 涂少臣. 绞股蓝皂苷 XVII 对急性脊髓损伤大鼠的神经保护及细胞凋亡的影响 [J]. 福建医药杂志, 2023, 45(4): 125-126.
- [120] 孙天宇. 探究绞股蓝皂苷 XVII 对大鼠脊髓损伤后的炎症反应及细胞凋亡的影响 [D]. 洛阳: 河南科技大学, 2022.
- [121] Hussain S S. 绞股蓝皂苷对人肝癌和七叶胆皂苷 XVII 对宫颈癌细胞体外抗癌活性及其机理 [D]. 合肥: 合肥工业大学, 2020.
- [122] 孙晓宁, 宋囡, 杨潇, 等. 绞股蓝皂苷 A 通过调节线粒体功能改善 ox-LDL 诱导的 EA.hy926 细胞损伤的机制研究 [J]. 中华中医药学刊, 2020, 38(1): 77-80.
- [123] 牛帅帅, 孙卓伟, 王承群. 绞股蓝皂苷 A 调控 lncRNA TTTY15/miR-335-5p 通路对骨关节炎软骨细胞损伤的影响及机制 [J]. 河北医药, 2022, 44(7): 981-985.
- [124] 孙小扉, 宋囡. 基于 PANDORA-seq Small RNA 测序探究绞股蓝皂苷 L 介导 PIWI/piRNA 对卵巢癌的影响及机制 [A] // 2024 中国肿瘤标志物学术大会暨 CACA 整合肿瘤学高峰论坛暨第十七届肿瘤标志物青年科学家论坛暨中国肿瘤标志物产业创新大会论文集 [C]. 南京: 中国肿瘤标志物学术大会, 2024: 2.
- [125] 赵敏彤, 齐彦爽, 郝林瑶, 等. 绞股蓝皂苷 LI 与顺铂联用对食管癌 EC109 细胞生长的抑制作用 [J]. 中国药理学与毒理学杂志, 2022, 36(10): 746-753.
- [126] 郑志忠, 郑溢, 明艳林. 绞股蓝皂苷 TN-1 的酶法转化制备及抗肝癌活性研究 [A] // 中国第十三届中国中西医结合基础理论学术年会暨县乡中医药一体化管理基层医生培训班会议资料 [C]. 成都: 中国中西医结合基础理论学术年会, 2017: 2.
- [127] 石书龙. 2 型糖尿病胰岛素抵抗中医证型的聚类分析及绞股蓝皂苷 XLIX 改善胰岛素抵抗的初步研究 [D]. 济南: 山东中医药大学, 2020.
- [128] 赵璐, 孙俊波, 魏桂梅. 绞股蓝皂苷 XLIX 改善糖尿病大鼠肾小球功能的机制研究 [J]. 现代预防医学, 2017, 44(11): 2060-2064.
- [129] 臧洪梅. 绞股蓝皂苷 XLIX 对急性肾损伤的保护作用及体内药动力学研究 [D]. 合肥: 安徽医科大学, 2019.

[责任编辑 赵慧亮]