DOI:10.13193/j.issn.1673-7717.2026.05.045

羌活化学成分及药理作用研究进展

曹雪叶[1],杜和艳[1],林鹏程[1],李生恩[2],周党卫[1]
(1. 青海民族大学药学院,青海 西宁 810007;2. 西宁市湟中区恩成药材种植专业合作社,青海 西宁 811600)

摘要:羌活用药已有上千年历史,其化学成分复杂,药理作用广泛。近年来,由于羌活具有良好的开发前景,国内外对该植物的化学成分和生理活性进行了大量的研究。对国内外关于羌活的文献进行研究与整理,综述了羌活化学成分中的挥发油类、香豆素类、糖及糖苷类、聚炔类、酚酸类、生物碱类等主要化学成分以及氨基酸类、黄酮类、甾体类等其他类化学成分,列出了每个主要化合物的中文名、英文名。基于羌活现代药理活性及中医药理论基础最新研究进展状况,整理了羌活在抗血栓、抗癫痫、抗抑郁、改善学习记忆障碍、抗氧化、治疗糖尿病以及抗炎、解热、镇痛、抗菌、抗病毒等多种生物活性及其有关的一些作用机制,以及一些关于羌活在临床领域的应用。为羌活更深层次的研究及合理开发利用提供参考,并为药效物质基础提供理论依据。

关键词:羌活;化学成分;药理作用;研究进展
中图分类号:R282.71 **文献标志码**:A **文章编号**:1673-7717(2026)05-0245-09

Research Progress on Chemical Constituents and Pharmacological Effects of Qianghuo(*Notopterygium incisum*)

CAO Xueye[1], DU Heyan[1], LIN Pengcheng[1], LI Sheng'en[2], ZHOU Dangwei[1]
(1. College of Pharmacy, Qinghai Minzu University, Xining 811600, Qinghai, China;
2. Encheng Medicinal Planting Professional Cooperative in Huangzhong District of Xining, Xining 811600, Qinghai, China)

Abstract: Qianghuo(*Notopterygium incisum*) has been used in medicine for thousands of years, and its chemical composition is complex with a wide range of pharmacological effects. In recent years, due to the favorable development prospect of Qianghuo (*Notopterygium incisum*), a great deal of research has been carried out at home and abroad on the chemical composition and physiological activity of this plant. In this paper, the literature on Qianghuo(*Notopterygium incisum*) at home and abroad was studied and organized, and the main chemical components of Qianghuo(*Notopterygium incisum*), such as volatile oils, coumarins, carbohydrates and glucosides, polyyneses, phenolic acids, alkaloids, and other chemical components, such as amino acids, flavonoids, steroids, etc., were reviewed, and the Chinese and English names of each main compound were listed. Based on the modern pharmacological activity of Qianghuo(*Notopterygium incisum*) and the latest research progress of the theoretical basis of Chinese medicine, the authors have compiled a wide range of biological activities of Qianghuo(*Notopterygium incisum*) in antithrombotic, antiepileptic, antidepressant, improvement of learning and memory disorders, antioxidant, treatment of diabetes mellitus, as well as anti-inflammatory, antipyretic, analgesic, antiseptic, antimicrobial, and antiviral activities and their related mechanisms of action, as well as some applications about Qianghuo(*Notopterygium incisum*) in the clinical field. It provides reference for the deeper research and rational development and utilization of Qianghuo(*Notopterygium incisum*) as well as the theoretical basis for its pharmacological material basis and development and utilization.

Keywords: Qianghuo(*Notopterygium incisum*); chemical composition; pharmacological effects; research progress

羌活为伞形科(Apiaceae Lindl)羌活属(*Notopterygium*)多年生草本植物,主要分布于青海、甘肃、西藏、陕西、四川等。其入药部位主要为羌活(*Notopterygium incisum* Ting ex H. T. Chang)或宽叶羌活(*Notopterygium franchetii* H. de Boiss.)的干燥根茎和根。在传统的历代本草著作中,羌活有着解表散寒、祛风胜湿、止痛、明目、疏肝等功效。现今,许多科研工作者对羌活进行了深入的研究,已有文献报道,其主要化学成分有挥发油、香豆素类、糖类等。药理作用显示,其具有抗炎、镇痛、解热、抗菌、抗心律失常等作用,本文对羌活化学成分及其药理作用加以综述。

1 羌活化学成分研究

羌活主要含挥发油、香豆素类化合物、其他为生物碱类、糖和糖苷类、有机酸及有机酸酯成分、聚烯炔、氨基酸类等成分。

1.1 挥发油 唐国琳等[1]采用水蒸气蒸馏、GC-MS、主成分分析法及聚类分析法,研究了不同产地宽叶羌活挥发油含量和成分,结果表明,宽叶羌活挥发油中含大量烯类、萜类化合物,主要成分含有 α-蒎烯、β-蒎烯、萜品烯等。LIANG T Y 等[2]提取的羌活的挥发油主要成分为 D-柠檬烯(18.42%)和γ-

基金项目:青海省林草局中央财政林草科技推广示范项目(2022TG02-10923);海晏县高寒地区特色农作物微生物菌肥的研制与示范项目(2024-NK-P11)
作者简介:曹雪叶(2000-),女,山东济宁人,硕士在读,研究方向:药物化学。
通讯作者:周党卫(1973-),男,陕西咸阳人,教授,硕士研究生导师,博士,研究方向:分子发育生物学。E-mail:dangweizhou@sina.com。

萜品烯(15.03%)。王小云等[3]采用水蒸气提取法获得新鲜羌活挥发油,利用GC-MS鉴定出91种化学成分,主要组分为D-柠檬烯(18.83%)、γ-松油烯(13.91%)、芹菜脑(13.16%)和胡萝卜次醇(7.69%)等。此外另有许多实验通过水蒸气蒸馏法提取,基于GC-MS分析方法,对羌活挥发油成分进行分析,得到羌活挥发油中不同数量、不同种类的化学成分[4-6]。主要成分具体见表1、图1。

表1 羌活中的主要挥发油类化合物

序号	中文名	英文名	文献
1	α-蒎烯	α-Pinene	[1-2]
2	β-蒎烯	β-Pinene	[1-2]
3	萜品烯	Terpinene	[1-2]
4	D-柠檬烯	D-Limonene	[1-2]
5	β-侧柏烯	β-thujene	[3]
6	α-水芹烯	α-phellandrene	[3]
7	β-月桂烯	β-myrcene	[3]
8	芹菜脑	Apiole	[3]
9	胡萝卜次醇	Carotol	[3]
10	1,7,7-三甲基双环[2.2.1]庚-2-烯	1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-ene	[3]
11	3-蒈烯	Car-3-ene	[3]
12	芳樟醇	Linalool	[3]
13	β-萜品醇	1-methyi-4-(prop-1-en-2-yl)cyclohexan-1-ol	[3]
14	D-香芹酮	D(+)-Carvone	[3]
15	α-红没药醇	α-Dragosantol	[3]
16	8β-乙酰氧基-4α,6α-二羟基-1α,5α(H)-愈创木烯	8β-acetoxy-4α,6α-dihydroxy-1α,5α(H)-guai-9-ene	[5]
17	8β-去乙酰氧基-4α,6α-二羟基-1α,5α(H)-愈创木烯	8-deacetoxy-4α,6α-dihydroxy-1α,5α(H)-guai-9-ene	[5]

1.2 香豆素类

李云霞[7]对中药羌活CO_2超临界提取物,采用硅胶柱层析分离,鉴定了异欧前胡素、佛手内酯、欧前胡素、羌活醇(NOT)等化合物。ZHENG X K等[8]对羌活的根和根茎进行植物化学研究后分离出6种新的香豆素Notoptetherins A F和20种已知类似物。WU S B等[9]还从羌活根茎氯仿提取物中首次分离出2种新的愈创烷倍半萜和2种新的呋喃香豆素。刘文武等[10]分离鉴定出4种角型吡喃香豆素,分别为中甸前胡素、丝立尼亭、拱当归素和(+)-cis-khellactone;4种线型呋喃香豆素,分别为佛手酚、羌活酚、紫花前胡苷元和水合氧化前胡素。宋金玉等[11]首次从羌活中鉴定出白花前胡乙素。HUO Y X等[12]从羌活中发现了3种具有抗炎活性的新型香豆素。主要成分具体见表2、图2。

1.3 糖及糖苷类 ZHANG S J等[13]开发了一种灵敏的柱前衍生化方法,通过荧光检测进行HPLC分析,在单糖分子中引入具有优异荧光特性的2-(12-benzo[b]acridin-5(12H)-yl)-acetohydrazide(BAAH),分析了从羌活根、茎和叶中获得的多糖组分单糖。结果表明,羌活多糖主要由d-半乳糖和d-葡萄糖组成,这是对羌活多糖组成的首次系统研究。王玉霞[14]通过对植物多糖的组成成分进行研究,发现主要成分为葡萄糖、果糖、半乳糖、阿拉伯糖、木糖、鼠李糖、岩藻糖、甘露糖、糖醛酸等。

表2 羌活中的主要香豆素类化合物

序号	中文名	英文名	文献
18	异欧前胡素	Isoimperatorin	[7]
19	欧前胡素	Ostruthin	[7]
20	佛手内酯	Bergapten	[7]
21	羌活醇	Notopterol	[7]
22	-	NotoptetherinA	[8]
23	-	NotoptetherinB	[8]
24	-	NotoptetherinC	[8]
25	-	NotoptetherinD	[8]
26	-	NotoptetherinE	[8]
27	-	NotoptetherinF	[8]
28	5-[(2E,5Z)-7-羟基-3,7-二甲基-2,5-八烯氧基]补骨脂	5-[(2E,5Z)-7-hydroxy-3,7-dimethyl-2,5-octadienoxy]psoralene	[9]
29	5-[(2,5)-环氧-3-羟基-3,7-二甲基-6-八烯氧基]补骨脂	5-[(2,5)-epoxy-3-hydroxy-3,7-dimethyl-6-octenoxy]psoralene	[9]
30	中甸前胡素	d-Laserpitin	[10]
31	佛手酚	Bergaptol	[10]
32	羌活酚	Notoptol	[10]
33	丝立尼亭	Selinidin	[10]
34	拱当归素	Archangelicin	[10]
35	凯诺内酯	(+)-cis-khellactone	[10]
36	紫花前胡苷元	Nodakenitin	[10]
37	水合氧化前胡素	oxypeucedanin hydrate	[10]
38	白花前胡乙素	Praeruptorin B	[11]
39	-	(E)-4-hydroxy-9-(7-methylocta-1,5,7-trien-3-yl)-7H-furo[3,2-g]chromen-7-one	[12]
40	-	(3R,5aS,13S,13aR)-3,13-dihydroxy-2,2,5a-trimethyl-3,4,5,5a,13,13a-hexahydro-2H,9H-oxepino[3,2-b]pyrano[3,2-g]chromen-9-one	[12]
41	-	2-(7-hydroxy-2-oxo-2H-chromen-6-yl)ethyl(E)-3-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)acrylate	[12]

张艳侠等[15]从宽叶羌活种子中,利用正、反相柱色谱及薄层制备色谱等方法分离鉴定出佛手酚葡萄糖苷、紫花前胡苷、胡萝卜苷等糖苷类化学成分。MA Z Z等[16]从川羌活中分离得到6′-O-β-D-glucosyl-7′-hydroxybergamottin等。MEI Y等[17]从羌活根茎甲醇提取物中分离出5种不同类型的糖苷。主要成分具体见表3、图3。

1.4 生物碱类 XU K等[18]从羌活的种子中分离出3种新生物碱,N-hexacosanoylanthranilic acid、N-octacosanoylanthranilic acid。主要成分具体见表4、图4。

1.5 聚烯炔类 有研究[19]从氯甲烷提取物中分离出六种聚乙炔8-acetoxyfalcarinol、falcarindiol等。LIU X等[20]从羌活的二氯甲烷层分离出11个聚炔类衍生物。迄今,已从羌活中分离鉴定出近50种烯炔化合物[21],其中包括4,5-dihydropanaxynol等[22]。主要成分具体见表5、图5。

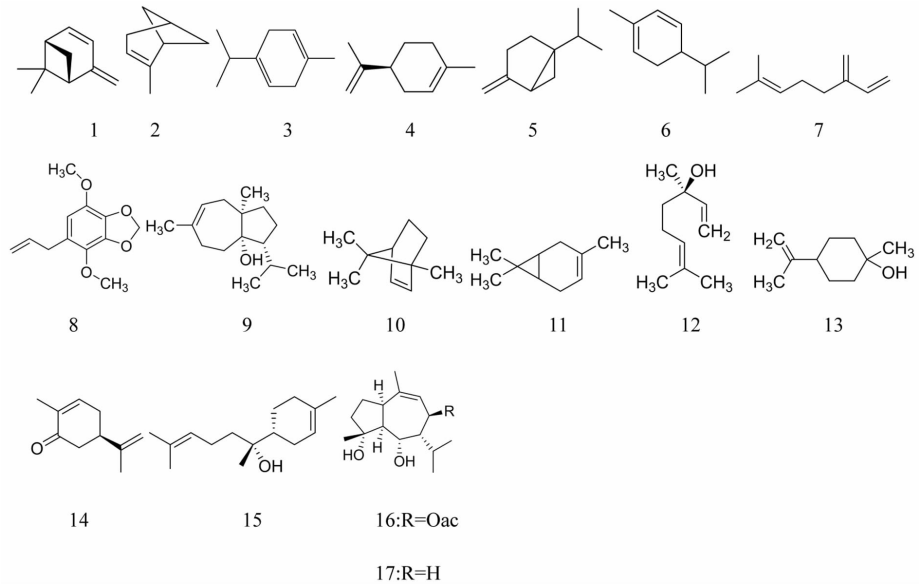


图1 羌活中主要的挥发油类化合物结构

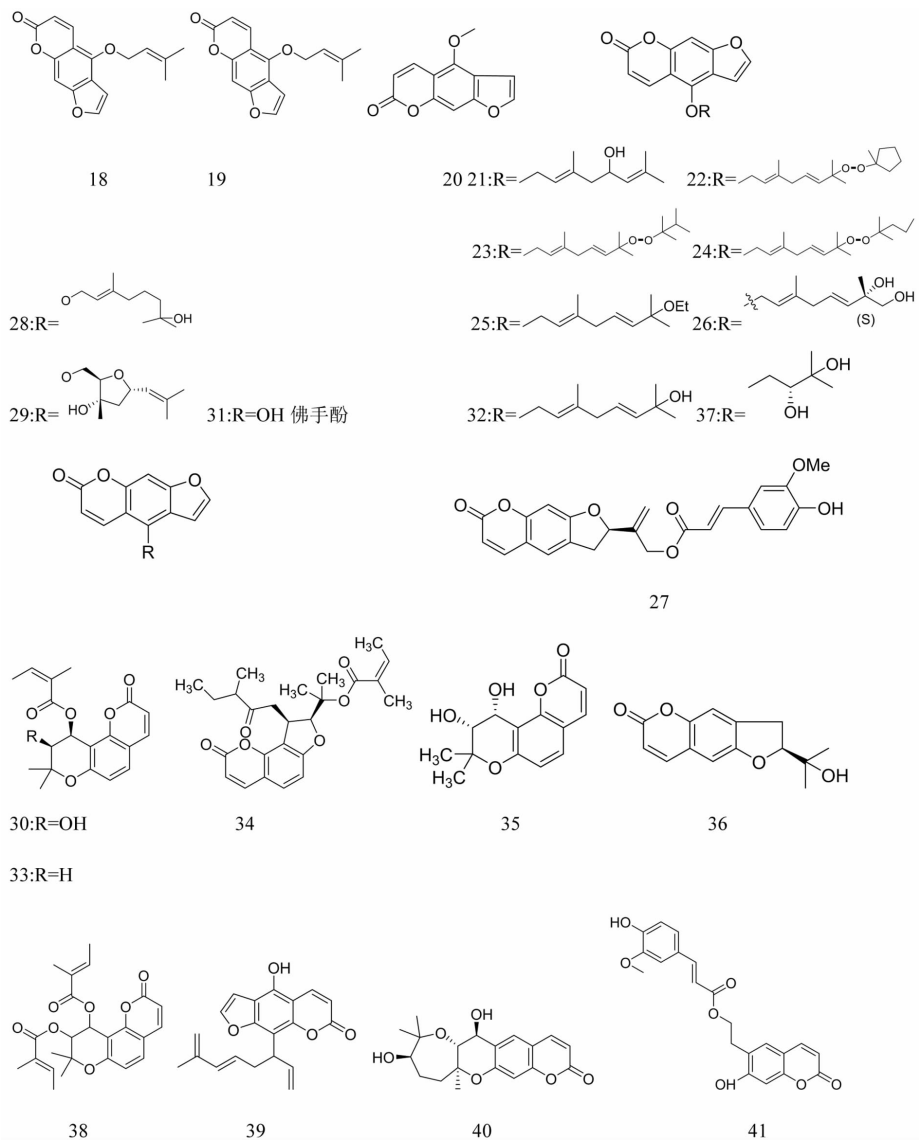


图2 羌活中的主要香豆素类化合物结构

表 3 羌活中的主要糖及糖苷类化合物

序号	中文名	英文名	文献
42	佛手酚 - O - β - D - 葡萄糖苷	bergaptolo - β - D - glucoryranoside	[15]
43	紫花前胡苷	Nodakenin	[15]
44	胡萝卜苷	Daucosterol	[15]
45	6′ - O - b - D - 葡萄糖基 - 7′ - 羟基佛手柑	6′ - O - b - D - glucosyl - 7′ - hydroxybergamottin.	[16]
46	孕甾 - 5 - 烯 - 3β,20(S) - 二醇 - 3 - O - 双 - β - D - 吡喃葡糖基 - (1→2,1→6) - β - D - 吡喃葡糖苷	pregn - 5 - en - 3β,20(S) - diol - 3 - O - bis - β - D - glucopyranosyl - (1→2,1→6) - β - D - glucopyranoside	[17]
47	橄榄二醛 8 - O - β - D - 葡萄糖苷	oleuropeic aldehyde 8 - O - β - D - glucopyranoside	[17]
48	2(R) - (3,4 - 二甲氧基苯基) - 丙基 - 1,3 - 二醇 - 1 - O - β - D - 葡萄糖苷	2(R) - (3,4 - dimethoxyphenyl) - propane - 1,3 - dio l - 1 - O - β - D - glucopyranoside	[17]
49	-	eudesman - 3α,4α,11 - triol - 11 - O - β - D - glucopyranoside	[17]
50	异紫花前胡内酯 - 11 - O - β - D - 葡萄糖苷(1→6) - β - D - 葡萄糖苷	marmesin - 11 - O - β - D - glucopyranosyl - (1→6) - β - D - glucopyranoside	[17]

1.6 酚酸类成分 WU X W 等[23]从羌活根和根茎甲醇提取物中分离出名为 44 - methyl - 3 - trans - hexenyl ferulate 的新型阿魏酸酯,以及 8 种已知的酚酸酯。ZHENG X K 等[24]实验分离出 14 种酚类成分,其中包括 Notopheninetol(A - E)等。宋金玉等[11]首次从羌活中鉴定出来 1,5 - Dicaffeoylquinic acid。主要成分具体见表 6、图 6。

1.7 其他类 羌活中成分复杂,不仅含有上述成分,还含有丙氨酸、甘氨酸、丝氨酸等近 20 种氨基酸[25]、二苯乙烯类[26]、酮类[27]以及木脂素类、甾体类[28-29]等成分。

2 药理活性

2.1 抗血栓活性 吕恩武等[30]选用 9 种常用中药,观察血栓形成过程中的 7 项指标,研究结果显示,9 种中药对血栓形成各阶段有不同程度抑制作用,尤其是木通、羌活、苏木、炙甘草对血小板聚集等 7 个指标均有显著抑制作用。

2.2 抗心律失常活性 羌活水溶部分对乌头碱引起的小鼠、大鼠及氯仿 - 肾上腺素所致家兔实验性心律失常均具有明显的对抗作用[31]。且有研究比较了 4 种羌活抗心律失常作用,发现 4 种羌活均可缩短乌头碱诱发的心律失常持续时间及延长其潜伏期[32]。口服羌活提取物能延迟乌头碱致大鼠心律失常出现时间,提高哇巴因致豚鼠室颤和心搏停止用量,降低缺血 - 再灌注诱发的室早、室速和室颤发生率,起到抗心律失常的保护作用[33]。魏鹏路等[34]基于网络药理学和分子对接技术得出羌活中的 β - 谷甾醇和印度楝榨素与关键靶点 PTGS2、HSP90AA1 结合能力较强,具有潜在抗心律失常作用。初步验证了羌活治疗心律失常“多成分 - 多靶点 - 多通路”的作用特点。

2.3 抗心脏功能障碍活性 王倩[35]在 H9c2 细胞中,P2X7R 在尿酸诱导的细胞焦亡与炎症因子白细胞介素(IL) - 1β 和 IL - 18 的产生中发挥重要作用。NOT 处理 C57BL/6J 小鼠,改善了高尿酸血症小鼠的心脏功能障碍与运动功能损伤即 NOT 可能部分通过调控 SOX4/P2X7R 通路抑制细胞焦亡与炎症因子 IL - 1β 和 IL - 18 的水平,对高尿酸血症小鼠发挥心脏保护作用。

2.4 抗癫痫活性 免疫组化(IHC)结果显示,羌活根提取物(NRE)小鼠海马和皮层中小胶质细胞和星形胶质细胞活化受到抑制。结果表明,NRE 可缓解癫痫,改善癫痫小鼠的认知功能,其机制可能是通过减少炎症和增强抗氧化防御[36]。

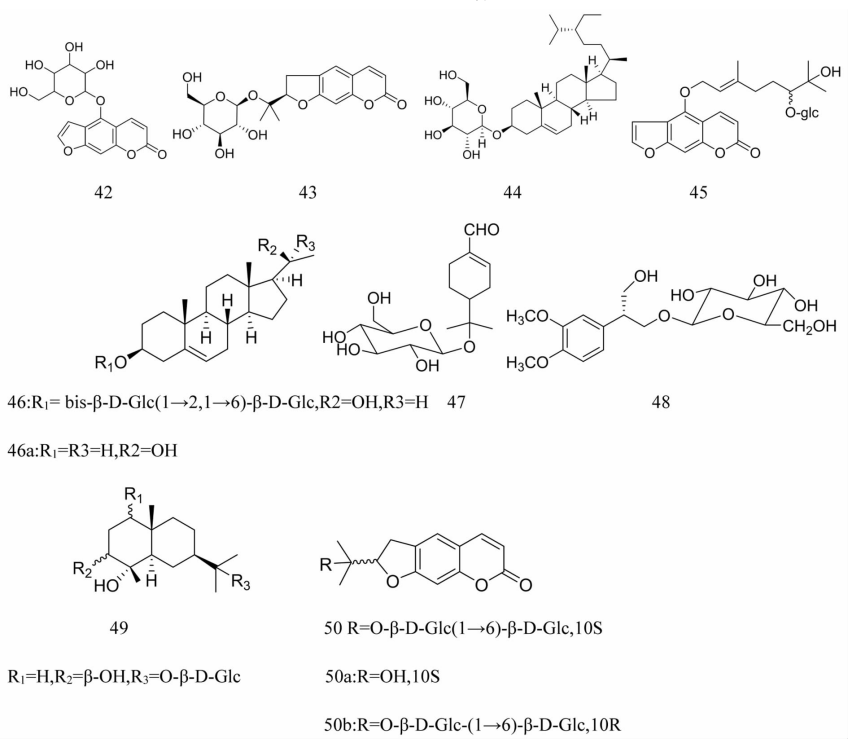
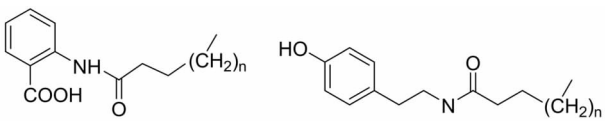


图 3 羌活中的主要糖及糖苷类化合物结构

表 4 羌活中的主要生物碱类化合物

序号	中文名	英文名	文献
51	N－己基二十二烷基氨基苯甲酸	N－hexacosanoylanthranilic acid	[18]
52	N－辛基三七氨基邻氨基苯甲酸	N－octacosanoylanthranilic acid	[18]
53	N－二十烷基酰基酪胺	N－eicosanoyltyramine	[18]



51:n=22 53:n=16

52:n=24

图 4 羌活中的主要生物碱类化合物结构

表 5 羌活中的主要聚炔类化合物

序号	中文名	英文名	文献
54	8－乙酰氧基镰叶芹二醇	8－acetoxyfalcarinol	[19]
55	9－环氧镰叶芹二醇	9－epoxyfalcarindiol	[19]
56	－	Crithmumdiol	[19]
57	9Z－庚二烯－4,6－二炔－1－醇	9Z－heptadecene－4,6－diyne－1－ol	[19]
58	2Z,9Z－庚二烯－4,6－二炔－1－醇	2Z,9Z－heptadecadiene－4,6－diyne－1－ol	[19]
59	镰叶芹二醇	Falcarindiol	[20－22]
60	镰叶芹醇	falcarinol	[20－22]
61	4,5－去氢炔醇	4,5－dihydropanaxynol	[22]
62	－	notoetherA	[20]
63	－	notoetherB	[20]
64	－	notoetherC	[20]
65	－	notoetherD	[20]
66	－	notoetherE	[20]
67	－	notoetherF	[20]
68	－	notoetherG	[20]
69	－	notoetherH	[20]
70	－	notoincisolA	[20]
71	－	notoincisolB	[20]
72	－	notoincisolC	[20]

2.5 抗抑郁活性 姚文娟等[37]利用脂多糖(LPS)诱导小鼠急性抑郁样模型,研究表明,模型组小鼠脑组织中 IL－1β 和 IL－6 表达均显著上升,IL－10 水平较空白对照组相比显著降低($P<0.05$),较模型组小鼠相比,羌活粗多糖(NIWP)低、中、高剂量组的小鼠脑组织中 IL－1β 和 IL－6 表达均显著下降,IL－10 表达有显著增加($P<0.05$)。NIWP 可通过调节氧化应激、抗炎及神经递质等多途径达到改善抑郁的作用。

2.6 改善学习记忆障碍活性 JIANG X W 等[38]首次报道了用慢病毒稳定 HEK APPswe293T 细胞的详细方案。研究发现,含 NOT、异欧前胡素和欧前胡素的羌活提取物能显著改善 AD 小鼠学习认知能力,其机制与 β 淀粉样蛋白和 Tau 蛋白有关。有结果显示[39],NRE 对 LPS/Aβ42 诱导的 BV2 细胞中 TNF－α 和 IL－1β 水平具有显著的抑制作用。在体内实验中,NRE 处理后,免疫荧光结果显示 APP/PS1 小鼠海马中活化的小胶质细胞数量显著减少。Sholl 分析显示 NRE 组小胶质细胞分支增加,表明 M1 小胶质细胞活化受到抑制。在尾静脉注射 LPS 的小鼠模型中,PCR 和 Western Blot 结果证实了 NRE 的抗炎作用,Nissl 染色显示 NRE 对神经元的保护作用,免疫荧光结果也表明 M1 小胶质细胞的激活受到抑制,即证明了 NRE 可通过 TLR4－NF－κB 通路缓解阿尔茨海默病的神经炎症。由大黄、厚朴、柑橘、羌活组成的三花汤(SHT)是治疗脑卒中的代表性方药。SHT 治疗缺血性脑卒中(ischemic stroke,IS)的研究结果表明,SHT 可以调节肠道菌群,抑制 IS 大鼠的促炎因子,减轻血脑屏障的炎症损伤,对大脑起到保护作用[40]。

表 6 羌活中的主要酚酸类化合物

序号	中文名	英文名	文献
73	4－甲基－3－反己烯基阿魏酸酯	4－methyl－3－trans－hexenylferulate	[23]
74	水杨酸苄酯	Benzylsalicylate	[23]
75	肉桂酸肉桂酯	bornylcinnamate	[23]
76	对羟基苯乙基茴香酸酯	p－hydroxyphenethyl anisate	[23]
77	(－)－降冰片基阿魏酸酯	(－)－bornylferulate	[23]
78	阿魏酸异丙酯	Isopropylferulate	[23]
79	反式－三烷基－4－羟基－3－甲氧基肉桂酸酯	trans－Triacontyl－4－hydroxy－3－methoxycinnamate	[23]
80	阿魏酸 4－甲氧基苯乙酯	4－methoxyphenethylferulate	[23]
81	阿魏酸苯乙酯	Phenethylferulate	[23]
82	1,5－O－二咖啡酰奎宁酸	1,5－Dicaffeoylquinic acid	[11]
83	－	Notopheninetol A	[24]
84	－	Notopheninetol B	[24]
85	－	Notopheninetols C	[24]
86	－	Notopheninetol D	[24]
87	－	Notopheninetol E	[24]

2.7 抗炎、解热、镇痛活性 吕娟等[41]基于网络药理学和分子对接技术,通过 KEGG 通路及 GO 生物富集,得出羌活、独活可能通过癌症通路、钙信号通路、雌激素信号通路、PI3K－AKT 信号通路、cAMP 信号通路等信号通路治疗类风湿关节炎。CHEN K T 等[42]研究表明,NOT 可显著降低发炎细胞中 IL－18 和肿瘤坏死因子(TNF)－α 水平,抑制炎症后活性氧(ROS)产生,并抑制 JAK2/STAT3 信号通路,使软骨细胞免受炎症。胃溃疡、腹泻、哮喘的缓解都与炎症因子的调节有关[43]。有研究发现[44],从羌活中提取的多糖在体外具有很强的抗氧化活性,在斑马鱼胚胎中具有很强的抗炎活性。HUO Y X 等[12]从羌活根部获得了 3 个以前未描述的新化合物,对 LPS 刺激的 RAW 264 中一氧化氮(NO)的产生和促炎因子(IL－1β、IL－6 和 TNF－α)有抑制作用。在体外,羌活还可抑制 LPS 刺激 RAW264.7 细胞产生 NO。在体内,羌活可缓解 AIA 大鼠脚趾发红和肿胀,减少血清中炎症因子释放,抑制 NF－κB 和 JAK/STAT3 信号通路的激活。羌活还可有效降低氧化应激,逆转肠道菌群失衡,促进产丁酸菌增殖,发挥抗 RA 活性[45]。ZHOU J P 等[46]揭示了 NOT 可以抑制破骨细胞生成,从而限制体内牙槽骨丢失。结果表明了 NOT 分别通过抑制和激活牙周组织中的 NF－κB 和 PI3K/AKT/Nrf2 信号通路来缓解牙周炎的可能性,表明其对牙周炎具有有效治疗的潜力。

九味羌活汤可抑制 2,4 二硝基酚所致大鼠及家兔体温增高,明显对抗醋酸所致小鼠的扭体次数增加,提高热板所致小鼠的痛阈值,抑制巴豆油所致小鼠耳的肿胀度、抑制醋酸所致小鼠腹腔毛热板所致痛阈值的影响血管通透性的增加[47]。羌活亦可缓解 CCl_4 和顺铂诱导的神经性疼痛小鼠模型中的寒冷异常性疼痛。通过直接调节 TRPA1 来缓解神经性疼痛诱导的

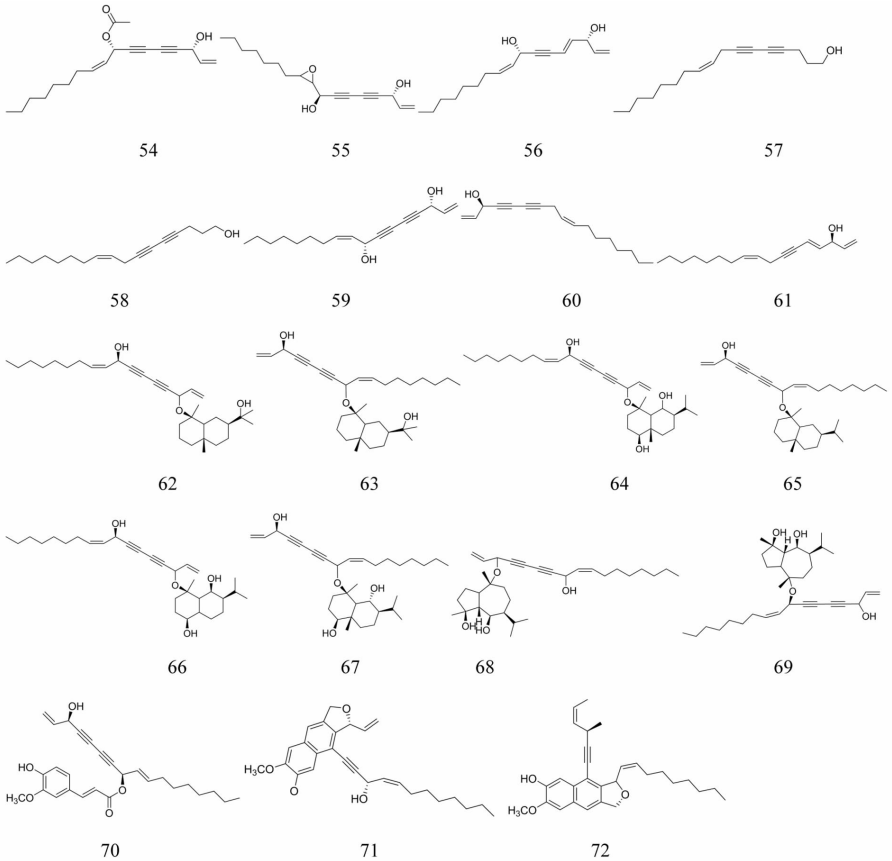
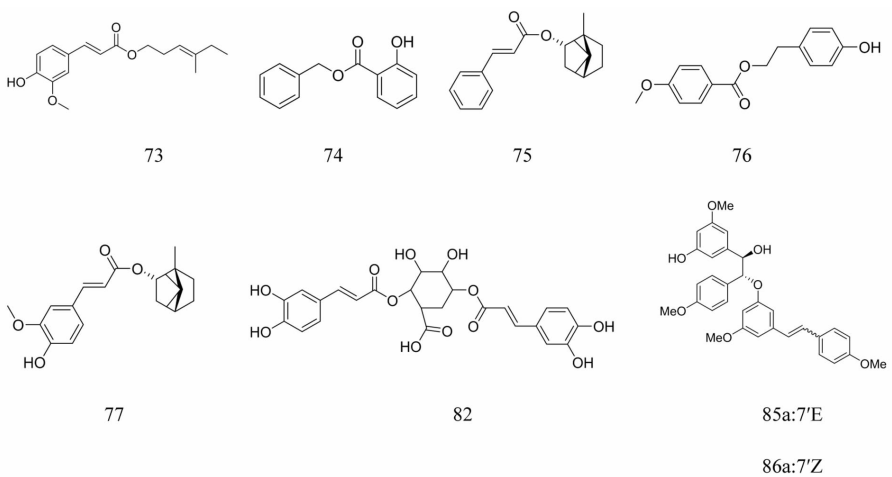
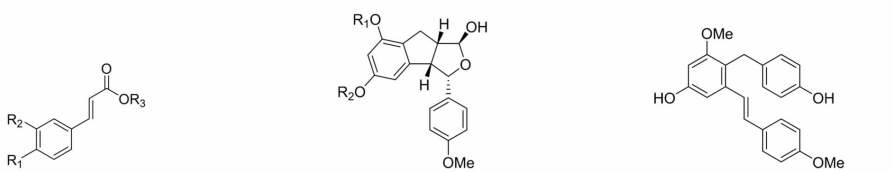


图5 羌活中的主要聚炔类化合物结构





78:R1=OMe R2=OH R3=isopropyl

79:R1=OMe R2=OH R3=n-triacontyl

80:R1=OMe R2=OH R3=4-methoxyphenethyl

81:R1=OMe R2=OH R3=phenethyl

83a:R_1=Me R_2=H

84b:R_1=H R_2=Me

87

图6 羌活中的主要酚酸类化合物结构

寒冷异常性疼痛。这突出了羌活对“分散感冒”的新机制[48]。羌活既有通行经脉之功以治本,又具止痛之效以治标,为治疗痛经之良药[49]。在临床上羌活不仅有很好的止痛作用,且止痒效果也佳,故重用羌活也可缓解瘙痒难忍症状[50]。

2.8 抗氧化活性 羌活在发挥抗炎作用,干扰 LPS 与 TLR4 共受体信号通路结合的同时,激活了抗氧化的 Nrf2 信号通路[51]。因为羌活挥发油中含有烯烃类物质和醇类物质,所以具有显著的清除 DPPH 自由基和 · OH 的能力[52]。刘文武等[10]通过 DPPH 法和 ABTS 法,表明羌活中佛手酚与羌活酚具有较强抗氧化能力。

2.9 抗癌细胞增殖活性 有研究表明,NOT 不仅通过抑制 STAT3 活性发挥抗胶质瘤作用,还通过调节 STAT3/NF - kB 通路抑制肿瘤相关炎症,改善荷瘤小鼠神经精神症状[53]。有研究使用 MTT 法,对两种人类癌细胞系(HepG - 2 和 MCF - 7)和一种大鼠癌细胞系(C6)进行测试。结果发现,羌活中与线性呋喃香豆素 C - 5 相连的亲脂性侧链上存在游离羟基对其体外抗增殖活性至关重要[54]。抑制 IL - 17 诱导的致癌途径是肺癌治疗的一种创新方法[55]。NOT 治疗显著降低了 IL - 17 激活的 AKT、JNK、ERK1/2 和 STAT3 的磷酸化。这反过来又导致 NF - κB 和 AP - 1 转录活性水平降低。结果表明,NOT 通过调节 EMT,抑制 MAPK、AKT、STAT3、AP - 1 和 NF - κB 信号通路,抑制 IL - 17 诱导的 A549 细胞的增殖和侵袭[56]。

HUANG T Y 等[57]在体外研究中表明,NOT 通过破坏 ATF4 表达、抑制 JAK2 激活、下调 GPX1 和 SOD1 表达,显著抑制人 HCC HepJ5 和 Mahlavu 细胞系生存能力、迁移能力和侵袭能力。NOT 还能剂量依赖性地抑制 HCC 细胞中 vimentin(VIM)、snail、b - catenin 和 N - cadherin 的表达。NOT 亦可直接结合 Janus 激酶(JAK)2 和 JAK3 激酶结构域,抑制 JAK/信号转导和转录激活因子(JAK - stat)的激活,导致炎症细胞因子和趋化因子的产生减少[58]。

2.10 抗菌、抗病毒活性 羌活挥发油中主要含有 α - 蒎烯、柠檬烯、β - 蒎烯等活性成分,且经研究证明 β - 蒎烯具有抑菌作用[59],柠檬烯有较好抑菌性,能有效抑制微生物增殖及预防食物变质,可部分代替化学抗菌剂[60],α - 蒎烯具有抗真菌、抗微生物活性、抗肿瘤、抗过敏等药理活性[61]。ZHANG P S 等[62]研究表明,镰叶芹二醇对铜绿假单胞菌多种毒力因子具有有效抑制活性。在烧伤小鼠模型中,镰叶芹二醇治疗显著降低了感染铜绿假单胞菌的小鼠的死亡率。基于生物测定引导分离,将羌活对苹果果实病原体的抗真菌成分进行研究,表明其具有开发成生物杀菌剂的巨大潜力[63]。有学者[64]研究了羌活(NI)地上部分精油(EO)的组成、抗菌活性和细胞毒性、抑菌活性和抑菌机制,研究表明,NI - EO 对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抑菌带直径分别为 14.63 mm 和 11.25 mm,最低抑菌浓度分别为 3.75 μL/mL 和 7.5 μL/mL。NI - EO 不仅通过破坏细菌细胞壁完整性和细胞膜通透性导致细胞内生物大分子泄漏和细胞变形,而且还会降解成熟的生物膜。NI - EO 的低毒性在牛乳腺上皮细胞的实验中得到证实。这些结果表明,NI - EO 具有良好的抗菌活性和低水平的细胞毒性[65]。

郭振环等[66]表明羌活中有效活性成分阿魏酸可抑制猪细小病毒(PPV)在 PK - 15 细胞中的增殖,降低 PPV 感染细胞激活炎症因子表达水平,具有良好抗炎和抗病毒活性。郭晏华[67]研究表明,羌活 3 个剂量 SFE - CO_2 提取物,均能直接杀灭小鼠肺内的流感病毒,降低肺内流感病毒的血凝滴度和感染力。不仅如此,NOT 的抗炎、抗刺激、抗血栓、抗氧化作用的临床研究使该化合物成为抗 COVID - 19 的候选药物[68]。张玉兰等[69]以羌活胜风汤为基本方,辨证加味用于治疗病毒性角膜炎 32 例,总有效率达到 93.8%。此外,羌活还用于治疗霉菌性阴道炎、外阴炎,其效甚佳[70]。

2.11 抗糖尿病活性 韩洁[71]通过测定 α - 葡萄糖苷酶抑制活性,针对从羌活中分离得到的活性化合物研究了其降糖尿病活性。聚乙炔类化合物对于血糖的降低有明显作用[72],由于 PPARγ 是与脂质和碳水化合物代谢相关的许多通路的关键调控因子,该核受体是治疗Ⅱ型糖尿病和代谢综合征的重要药理靶点。羌活中镰叶芹二醇型聚乙炔通过激活 PPARγ,发挥降血糖功效。PPARγ 激动剂可作为一些慢性疾病的实验性药物的研究,如动脉粥样硬化和癌症等[19]镰叶芹二醇型聚乙炔是一类新型天然部分 PPARγ 激动剂,具有作为药物先导物或膳食补充剂的潜力。

2.12 抗肺动脉高压活性 研究表明,NOT 可抑制肺动脉平滑肌细胞的增殖和迁移,降低 IL - 1β 和 IL - 6 的表达,从而减轻野百合碱(MCT)诱导的 PAH 大鼠血管重塑,从而降低右心室收缩压(RVSP),降低大鼠死亡率。这些结果对应用 NOT 治疗 PAH 提供了证据[73]。

2.13 抗骨质疏松 有学者[74]通过探究羌活提取物对去卵巢(OVX)大鼠骨质疏松症(OP)的影响,发现羌活提取物不同剂量依赖性地抑制 L4 椎骨和股骨的骨密度(BMD)降低,表明羌活提取物对骨质疏松有潜在作用。在 CHEN D L 等[75]的研究中发现,NOT 通过抗酒石酸盐酸性磷酸酶(TRAcP)染色和羟基磷灰石再吸收测定,在调节 RANKL 活化破骨细胞形成和骨吸收功能方面起到抑制剂作用。NOT 可以通过减弱 RANKL 介导的 MAPK、NF - κB、钙和 NFATc1 信号转导途径,并在体外增强 Nrf2/Keap1/ARE 通路中的 ROS 清除酶来阻止破骨细胞生成和骨吸收活性,并在体内抑制 OVX 诱导的骨质流失。综上所述,NOT 可被确定为一种天然且新颖的溶骨性疾病治疗方法。GUO L Y 等[76]使用斑马鱼 AD/OP 合并症模型,研究蛇床子素(OST)和 NOT 的组合是否可以产生协同抗 AD 和/或 OP 效应。此外,$CuSO_4$ - 诱导炎症斑马鱼模型用于研究 OST 和 NOT 的组合是否产生协同抗炎作用,从而产生协同抗 AD 和/或 OP 作用。

2.14 其他活性 除上述作用外,羌活还有其他一些药理作用,如抗缺血缺氧性脑血管疾病[77]、抗心肌缺血[78]、抗腹泻[79]、治疗中风偏瘫[80]、白癜风[81]等。羌活可抑制肾上腺素引发的小鼠肠系膜微静脉及微动脉收缩,有缩血管作用,且具有提高免疫力、抗感染等作用[82]。陈晓莹等[83]研究了羌活在阳痿治疗中之妙用,重在其“辛、温”的药性特点:其辛能祛湿邪、行肝郁、散瘀血,温以振阳气、通郁阳,从而达到起痿用事的目的。羌活还能对抗肾上腺素引起的小鼠肠系膜微动脉、微静脉收缩,起扩张血管作用[84]。LIU P 等[26]使用 Cytoscape 3.9.0 构建药物 - 靶标 - 疾病网络并筛选枢纽基因。揭示了羌活的活性代谢产物和参与治疗阻塞性睡眠呼吸暂停综合征(OSAS)的枢纽基因,采用免疫共沉淀(CoIP)和 Western blotting 评估 PTGS2 在 HBE 细胞中的泛素化。结果表明羌活对治疗 OSAS 具有潜在的治疗作用。为植物药的后续开发提供了基础。

3 总结与展望

羌活,在传统中草药文献和《中华人民共和国药典》中,主要用于风寒感冒、头痛项强、风湿痹痛。随着现代学者们对羌活的不断研究,羌活主要化学成分包括挥发油、香豆素、聚烯炔、糖及糖苷类等。现代药理研究已证明羌活具有抗炎、解热、镇痛、抗血栓、抗菌、抗病毒、抗心律失常、抗氧化、抗癌细胞增殖等多种生物活性。羌活在我国药用历史悠久,尽管当前关于

羌活化学成分和药理活性的研究有许多，但仍需深入研究其发挥疗效的活性成分或成分群，探究羌活起效过程中的关键作用靶点、路径和环节，将成为羌活药用的主要研究方向。

参考文献

[1] 唐国琳，高天元，吴情梅，等. 不同产地羌活挥发油成分的GC－MS分析[J]. 北方园艺，2019(3)：132－137.
[2] LIANG T Y，ZHANG J，HUO G G，et al. Constituents，antibacterial effect，and cytotoxicity of essential oil from aerial parts of notopterygium incisum[J]. Current Microbiology，2023，80(8)：243.
[3] 王小云，脱聪聪，黄志芸，等. 新鲜羌活挥发油的成分分析以及抗氧化和抑菌活性探究[J]. 食品与发酵工业，2021，47(5)：193－200.
[4] 白娟. 新鲜羌活挥发油提取及其化学成分分析[J]. 化工设计通讯，2023，49(11)：105－107.
[5] 杜鹏，邹俊波，张小飞，等. 基于水蒸气蒸馏法提取羌活挥发油的提取动力学考察[J]. 中国药师，2019，22(6)：1003－1006.
[6] 周瑶，丁旭，脱聪聪，等. 云南宽叶羌活挥发油成分的GC－MS分析及应用前景探讨[J]. 生物学通报，2021，56(4)：47－50.
[7] 李云霞. 中药羌活质量标准的规范化研究[D]. 沈阳：辽宁中医学院，2004.
[8] ZHENG X K，CHEN Y M，MA X L，et al. Nitric oxide inhibitory coumarins from the roots and rhizomes of Notopterygium incisum[J]. Fitoterapia，2018，131：65－72.
[9] WU S B，ZHAO Y，FAN H，et al. New guaiane sesquiterpenes and furanocoumarins from Notopterygium incisum[J]. Planta medica，2008，74(15)：1812－1817.
[10] 刘文武，蒋晓文，张帅，等. 羌活中香豆素类化学成分及其抗氧化活性研究[J]. 中草药，2019，50(6)：1310－1315.
[11] 宋金玉，连云岚，郑锌，等. 基于高分辨质谱定性分析羌活指纹图谱中的特征峰[J]. 中国医药工业杂志，2024，55(4)：545－556，590.
[12] HUO Y X，LIU D M，CHEN H Y，et al. Three new coumarins from Notopterygium incisum with potential anti－inflammatory activity[J]. Journal of Asian natural products research，2024，27(1)：11－13.
[13] ZHANG S J，LI C L，ZHOU G Y，et al. Determination of the carbohydrates from Notopterygium forbesii Boiss by HPLC with fluorescence detection[J]. Carbohydrate Polymers，2013，97(2)：794－799.
[14] 王玉霞. 羌活叶多糖的提取及抗氧化活性研究[D]. 雅安：四川农业大学，2022.
[15] 张艳侠，蒋舜媛，徐凯节，等. 宽叶羌活种子的化学成分[J]. 中国中药杂志，2012，37(7)：941－945.
[16] MA Z Z，XU W，LIU C L，et al. Novel coumarin glycoside and phenethyl vanillate from Notopterygium forbesii and their binding affinities for opioid and dopamine receptors[J]. Bioorganic & Medicinal Chemistry，2007，16(6)：3218－3223.
[17] MEI Y，XIONG J，ZHAO Y，et al. Glycosides from the methanol extract of Notopterygium incisum[J]. Planta medica，2011，77(17)：1939－1943.
[18] XU K，JIANG S，SUN H，et al. New alkaloids from the seeds of Notopterygium incisum[J]. Nat Prod Res，2012，26(20)：1898－1903.
[19] ATANASOV A G，BLUNDER M，FAKHRUDIN N，et al. Polyacetylenes from Notopterygium incisum－－new selective partial agonists of peroxisome proliferator－activated receptor－gamma[J]. PloS one，2013，8(4)：e61755.
[20] LIU X，KUNERT O，BLUNDER M，et al. Polyyne hybrid compounds from Notopterygium incisum with peroxisome proliferator－activated receptor gamma agonistic effects[J]. Journal of natural products，2014，77(11)：2513－2521.
[21] 彭任. 羌活的化学成分及质量评价方法研究[D]. 南京：南京中医药大学，2021.
[22] MARTINA B，LIU X，KUNERT O，et al. Polyacetylenes from Radix et Rhizoma Notopterygii incisi with an inhibitory effect on nitric oxide production in vitro[J]. Planta medica，2014，80(5)：415－418.
[23] WU X W，WEI W，YANG X W，et al. Anti－inflammatory phenolic acid esters from the roots and rhizomes of notopterygium incisium and their permeability in the human caco－2 monolayer cell model[J]. Molecules，2017，22(6)：935.
[24] ZHENG X K，WEN R，LIU Y A N，et al. Nitric oxide inhibitory phenolic constituents isolated from the roots and rhizomes of Notopterygium incisum[J]. Bioorganic Chemistry，2022，128：106060.
[25] 樊菊芬，孙思亭，秦舜华. 羌活化学成分的研究(Ⅲ)——糖、氨基酸和有机酸的分析[J]. 中药通报，1986(9)：44－46.
[26] LIU P，TANG W，ZHAO D，et al. Active metabolites and potential mechanisms of Notopterygium incisum against obstructive sleep apnea Syndrome (OSAS)：network analysis and experimental assessment[J]. Frontiers in Pharmacology，2023，14：1185100.
[27] 汤露环，吴梦茹，陈妍妍，等. 羌活抗类风湿性关节炎活性成分及作用机制的研究进展[J]. 中草药，2024，55(9)：3137－3145.
[28] 余春. 宽叶羌活化学成分和抗海洋污损活性研究[D]. 昆明：云南中医学院，2014.
[29] 张硕，孙玄静，顾向浩，等. 独活寄生汤内服联合中药外洗治疗类风湿关节炎肝肾亏虚证的疗效观察[J]. 实用中医内科杂志，2024，38(1)：110－113.
[30] 吕恩武，倪祖梅，贺文杰，等. 九种中药的抗血栓形成作用[J]. 中西医结合杂志，1981(2)：101－103.
[31] 秦彩玲，焦艳. 羌活水溶部分的抗心律失常作用[J]. 中药通报，1987(12)：47－49，62.
[32] 朱晓鸥，褚荣光. 四种羌活抗心律失常作用比较[J]. 中国中药杂志，1990(6)：46－48，65.
[33] 路新强，胡燕，肖文彬. 羌活提取物对实验性心律失常的保护作用[J]. 军事医学科学院院刊，1992(4)：272－274.
[34] 魏鹏路，邢文龙，李享，等. 基于网络药理学和分子对接技术探讨羌活对心律失常的作用机制[J]. 世界中西医结合杂志，2022，17(3)：439－446.
[35] 王倩. 羌活醇抑制细胞焦亡改善高尿酸血症小鼠心脏损伤的机制研究[D]. 武汉：华中科技大学，2023.
[36] ZHOU L，GAO Y，LU H，et al. Notopterygium incisum root extract (NRE) alleviates epileptiform symptoms in PTZ－induced acute seizure mice[J]. CNS Neurol Disord Drug Targets，2023，22(5)：774－783.
[37] 姚文娟. 羌活粗多糖改善小鼠抑郁样行为的作用研究[D]. 长春：吉林大学，2023.
[38] JIANG X W，LIU W W，WU Y T，et al. Notopterygium incisum extract (NRE) rescues cognitive deficits in APP/PS1 Alzhneimer's disease mice by attenuating amyloid－beta，tau，and neuroinflammation pathology[J]. Journal of Ethnopharmacology，2020，249：112433.
[39] ZHU H L，LIU J，ZHOU J Y，et al. Notopterygium incisum roots extract (NRE) alleviates neuroinflammation pathology in Alzheimer's disease through TLR4－NF－κB pathway[J]. J Ethnopharmacol，2024，335：118651.
[40] LUO S，CHEN Y，ZHAO R，et al. Application of omics technology to investigate the mechanism underlying the role of San Hua Tang in regulating microglia polarization and blood－brain barrier protection following ischemic stroke[J]. Journal of ethnopharmacology，2023，314：116640.
[41] 吕娟，孙广瀚，万磊，等. 基于网络药理学和分子对接探究“羌

活-独活"治疗类风湿关节炎作用机制[J]. 云南中医中药杂志,2024,45(5):60-66.
[42] CHEN K T, YEH C T, YADAV V K, et al. Notopterol mitigates IL-1β-triggered pyroptosis by blocking NLRP3 inflammasome via the JAK2/NF-kB/hsa-miR-4282 route in osteoarthritis[J]. Heliyon, 2024, 10(6):612-615.
[43] BEIRANVAND M. A review of the most common in vivo models of stomach ulcers and natural and synthetic anti-ulcer compounds: A comparative systematic study[J]. Phytomedicine Plus,2022,2(2):32-35.
[44] WANG W X,LIU J J. Efficient extraction, antioxidant activities and anti-inflammation of polysaccharides from Notopterygium franchetii Boiss[J]. Carbohydrate Polymers,2020,248:116783.
[45] MENG Y,QI F,YING J,et al. Structure characterization and Anti-Rheumatoid arthritis activity of a polysaccharide from Notopterygium incisum[J]. Molecular nutrition & food research, 2023, 67(15):e2200713.
[46] ZHOU J P,SHI P L,MA R,et al. Notopterol inhibits the NF-κB pathway and activates the PI3K/Akt/Nrf2 pathway in periodontal tissue[J]. Journal of immunology,2023,211(10):112-115.
[47] 卿玉玲,田军. 九味羌活汤解热镇痛作用研究[J]. 中药药理与临床,2006(Z1):21-23.
[48] RUAN Y L,JIN X,JI H W,et al. Water extract of Notopterygium incisum alleviates cold allodynia in neuropathic pain by regulation of TRPA1[J]. Journal of ethnopharmacology,2022,305:116065.
[49] 赵秀芳. 羌活治疗痛经[J]. 中医药研究,2002(2):26.
[50] 成秀梅. 羌活治疗油风[J]. 中医杂志,1999(10):584.
[51] Hsieh W T. Imperatorin Interferes with LPS Binding to the TLR4 Co-Receptor and Activates the Nrf2 Antioxidative Pathway in RAW264.7 Murine Macrophage Cells[J]. Antioxidants, 2021, 10(3): 362.
[52] 王兵,陈虎林,宋功如. 小青龙汤合九味羌活汤治疗寒湿犯肺型慢性阻塞性肺疾病疗效[J]. 辽宁中医杂志,2024,51(11):127-130.
[53] ZHOU Z J,ZHOU Y,HUANG Z X,et al. Notopterol improves cognitive dysfunction and depression-like behavior via inhibiting STAT3/NF-κB pathway mediated inflammation in glioma-bearing mice[J]. International immunopharmacology,2023,118:110041.
[54] WU S B,PANG F,WEN Y,et al. Antiproliferative and apoptotic activities of linear furocoumarins from Notopterygium incisum on cancer cell lines[J]. Planta medica,2010,76(1):82-85.
[55] WU F,XU J J,HUANG Q,et al. The role of interleukin-17 in lung cancer[J]. Mediators of inflammation,2016,2016:8494079.
[56] INTHANON S, DEJKRIENGKRAIKUL P, YODKEEREE S. Notopterol suppresses IL-17-induced proliferation and invasion of A549 lung adenocarcinoma cells via modulation of STAT3, NF-κB, and AP-1 activation[J]. International Journal of Molecular Sciences,2023,24(20):2015-2018.
[57] HUANG T Y, YANG C K, CHEN M Y, et al. Furanocoumarin notopterol: inhibition of hepatocellular carcinogenesis through suppression of cancer stemness signaling and induction of oxidative stress-associated cell death[J]. Nutrients,2023, 15:2447.
[58] WANG Q, ZHOU X, YANG L, et al. The natural compound notopterol binds and targets JAK2/3 to ameliorate inflammation and arthritis[J]. Cell Reports,2020,32(11):108158.
[59] 尚春雨. β-蒎烯对柑橘青霉病菌的抑菌机理研究[D]. 武汉:华中农业大学,2017.
[60] 郝静梅,盛冉,孙志高,等. 柠檬烯抗菌性研究进展[J]. 食品与发酵工业,2017,43(2):274-278.
[61] 杨梦蝶,许秋香,叶连宝,等. α-蒎烯衍生物的合成、抗肿瘤细胞活性筛选和计算机辅助药物设计的研究[J]. 中国中药杂志,2018,43(5):1001-1007.
[62] ZHANG P S,WU Q L,CHEN L,et al. Virulence-inhibiting herbal compound falcarindiol significantly reduced mortality in mice infected with pseudomonas aeruginosa[J]. Antibiotics,2020,9(3):136.
[63] LIN X,ZHOU Y M,ZHANG X F,et al. Notopterygium incisum extract and associated secondary metabolites inhibit apple fruit fungal pathogens[J]. Pesticide Biochemistry and Physiology,2018,150:59-65.
[64] 赖斌,周小文,庞智晖,等. 基于网络药理学分析关节康片组药"红花-独活-羌活"治疗骨关节炎分子作用机制研究[J]. 辽宁中医杂志,2021,48(10):149-154.
[65] ZIELI'NSKA-BAJET M, FEDER-KUBIS J. Monoterpenes and their derivatives—recent development in biological and medical applications[J]. Mol Sci,2020, 21:7078.
[66] 郭振环,李向辉,张志强,等. 羌活活性成分阿魏酸对猪细小病毒增殖及炎症因子表达的影响[J]. 动物医学进展,2022,43(3):48-52.
[67] 郭晏华. 中药羌活抗病毒有效部位新药的开发研究[D]. 沈阳:辽宁中医学院,2002.
[68] KHANAMIRI F N, GHASEMNEJAD M B. A hypothesis that Notopterol may be effective in COVID-19 via JAK/STAT and other signaling pathways[J]. Journal of basic and clinical physiology and pharmacology,2022,34(3):405-407.
[69] 张玉兰,李连照. 羌活胜风汤治疗病毒性角膜炎[J]. 中西医结合眼科杂志,1995(4):218-219.
[70] 金志春,张敦兰. 羌活治疗霉菌性阴道炎外阴炎[J]. 中医杂志,1999(10):584.
[71] 韩洁. 羌活的化学成分及生物活性研究[D]. 西安:西安理工大学,2024.
[72] CHIEN S C, YOUNG P H, HSU Y J, et al. Anti-diabetic properties of three common Bidens pilosa variants in Taiwan[J]. Phytochemistry, 2009, 70(10): 1246-1254.
[73] HUANG L,LI H Y,HUANG S Q,et al. Notopterol attenuates monocrotaline-induced pulmonary arterial hypertension in rat[J]. Frontiers in Cardiovascular Medicine,2022,9:859422.
[74] 杨成美,郭晋敏,姚天明. 羌活的临床应用及药理活性研究进展[J]. 实用中医内科杂志,2022,36(4):25-28.
[75] CHEN D L,WANG Q Q,LI Y,et al. Notopterol attenuates estrogen deficiency-induced osteoporosis via repressing RANKL signaling and reactive oxygen species[J]. Frontiers in Pharmacology,2021,12:664836.
[76] GUO L Y,WANG T,MA H X,et al. Synergistic effect of osthole and notopterol combination against Alzheimer's disease and osteoporosis by applying zebrafish AD/OP comorbidity model[J]. European journal of pharmacology,2024,979:176829.
[77] 李芸达,颜祖弟,黄涛,等. 羌活不同提取物对小鼠脑缺血缺氧的保护作用[J]. 中国医院药学杂志,2015,35(4):296-299.
[78] 马丽梅,杨军丽. 羌活药材的化学成分和药理活性研究进展[J]. 中草药,2021,52(19):6111-6120.
[79] 李涛,谢慧春,于伟,等. 羌活提取物的抗腹泻作用[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版),2014,42(5):60-64.
[80] 李华中. 羌活临床应用[J]. 四川中医,2001(7):23.
[81] 顾仲明. 九味羌活汤治疗白癜风[J]. 浙江中医杂志,2002(7):37.
[82] 王世荣. 中药羌活的药理作用及应用分析[J]. 世界最新医学信息文摘,2015,15(60):2-6.
[83] 陈晓莹,何昶昊,张晓萌,等. 风药羌活治疗阳痿功用探析[J]. 环球中医药,2024,17(1):95-97.
[84] 张明发,沈雅琴. 羌活药理学研究[J]. 中国执业药师,2008(5):28-30.