

松针化学成分、药理作用及其临床应用研究进展

陈子聿^{1,2}, 乔小涵^{1,2}, 陈金鹏^{2,3,4}, 盖晓红^{2,3,4}, 刘毅^{2,3,4}, 任涛^{2,3,4}, 田成旺^{2,3,4*}

1. 天津中医药大学, 天津 301617

2. 天津药物研究院, 天津 300462

3. 天津市中药质量标志物重点实验室, 天津 300462

4. 释药技术与药代动力学国家重点实验室, 天津 300462

摘要: 松针作为一种传统中药, 应用历史悠久, 具有祛风燥湿、杀虫止痒等功效。松针为松科植物如马尾松 *Pinus massoniana*、油松 *P. tabuliformis*、红松 *P. koraiensis* 等的针状叶。松针中含有萜类、黄酮类、木脂素类、糖类等多种化学成分, 具有抗氧化、降血糖、调血脂、抗肿瘤、抗菌、抗病毒等药理作用。基于近年的文献报道, 对松针化学成分、药理作用及临床应用进行整理和总结, 为松针的深入研究和开发利用提供参考。

关键词: 松针; 萜类; 黄酮类; 抗氧化; 抗肿瘤; 临床应用

中图分类号: R282.710.5 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2022)24-7941-14

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2022.24.032

Research progress on chemical constituents, pharmacological effects and clinical application of pine needles

CHEN Zi-yu^{1,2}, QIAO Xiao-han^{1,2}, CHEN Jin-peng^{2,3,4}, GAI Xiao-hong^{2,3,4}, LIU Yi^{2,3,4}, REN Tao^{2,3,4}, TIAN Cheng-wang^{2,3,4}

1. Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 301617, China

2. Tianjin Institute of Pharmaceutical Research, Tianjin 300462, China

3. Tianjin Key Laboratory of Quality Marker of Traditional Medicine, Tianjin 300462, China

4. State Key Laboratory of Drug Delivery and Pharmacokinetics, Tianjin 300462, China

Abstract: As a kind of traditional Chinese medicine, pine needles have a long history of application and have the effect of dispelling wind, dryness and dampness, killing insects and relieving itching. Pine needles are needle-like leaves of many varieties of Pinaceae, such as *Pinus massoniana*, *P. tabuliformis*, *P. koraiensis* and so on. Pine needles contain many kinds of chemical constituents, such as terpenoids, flavonoids, lignans, sugars and so on, which have the pharmacological effects of anti-oxidation, reducing blood sugar, regulating blood lipid, anti-tumor, anti-bacteria, anti-virus and so on. Based on recent literature reports, the chemical constituents, pharmacological effects and clinical application of pine needles are collated and summarized to provide reference for in-depth research, development and utilization of pine needles.

Key words: pine needles; terpenoids; flavonoids; anti-oxidation; anti-tumor; clinical application

松针又名松叶、猪鬃松叶、松毛、山松须。始载于《名医别录》,“味苦,温。主治风湿痹疮气,生毛发,安五脏,守中,不饥,延年”。《本草纲目》中松针有“去风脚痹,杀米虫”的记载。李萍^[1]结合历代本草附图及对药用松针资源的实际调查,以

及《中国植物志》《四川植物志》松属有关种的特点,认为松针是松科松属植物的多个品种,即马尾松 *Pinus massoniana* Lamb.、油松 *P. tabuliformis* Carr.、华山松 *P. armandii* Franch.、云南松 *P. yunnanensis* Franch.、黑松 *P. thunbergii* Parl.、大别山五针松 *P.*

收稿日期: 2022-07-22

基金项目: 中医药国际合作专项(0610-2140NF020630)

作者简介: 陈子聿, 硕士研究生, 研究方向为药物分析与质量标志物。E-mail: a850386877@126.com

*通信作者: 田成旺, 博士, 研究员, 主要从事中药新药研发及中药质量标准、药效物质基础研究。E-mail: tiancw@tjipr.com

dabeshanensis Cheng et Law、红松 *P. koraiensis* Sieb. et Zucc.、新疆五针松 *P. sibirica* Du Tour、樟子松 *P. sylvestris* var. *mongolica* Litv.、黄山松 *P. taiwanensis* Hayata 等针状叶, 相关研究多选择莽草酸、槲皮素、山柰酚等化合物对松针进行质量评价^[2-7]。松针中含有萜类、黄酮类、木脂素类、糖类等多种化学成分, 具有抗氧化、降血糖、调血脂、抗肿瘤、抗菌、抗病毒等药理作用, 本文对松针化学成分、药理作用及临床应用的研究进展进行综述, 为松针的深入研

究提供参考依据。

1 化学成分

1.1 萜类及其含氧衍生物

利用水蒸气蒸馏法提取松针中的挥发油, 并通过气相色谱-质谱联用技术 (gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS) 分析发现其成分主要为萜类化合物, 包括 α -蒎烯、 β -蒎烯、莰烯等^[1,8-12], 不同品种间萜类成分有所不同, 具体成分见表 1, 化合物结构见图 1。

表 1 松针中的萜类及其含氧衍生物

Table 1 Terpenoids and their oxygen-containing derivatives from pine needles

分类	编号	中文名称	英文名称	马尾松	油松	华山松	红松	樟子松	雪松	文献
单萜及其含氧衍生物	1	三环萜	tricyclene	+	+	+	+			1,9
	2	α -蒎烯	α -pinene	+	+	+	+	+	+	1,8-11
	3	莰烯	camphene	+	+	+	+	+	+	1,8-12
	4	桉烯	sabinene	+	+	+	+			1,8,9
	5	β -蒎烯	β -pinene	+	+	+	+	+	+	1,8-12
	6	柠檬烯	limonene		+	+			+	1,11
	7	β -水芹烯	β -phellandrene	+			+	+		1,9-10
	8	萜品油烯	terpinolene	+		+		+		1,10
	9	1,3,3-三甲基三环[2.2.1.0(2,6)]庚烷	1,3,3-trimethyltricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane				+			9
	10	3-萜烯	3-carene				+	+		9-10
	11	α -萜品烯	α -terpinene				+			9
	12	右旋萜二烯	<i>D</i> -limonene				+	+		9-10
	13	γ -萜品烯	γ -terpinene				+		+	9,11
	14	4-萜烯	4-carene				+			9
	15	(1 <i>R</i>)-2,6,6-三甲基二环[3.3.1]庚-2-烯	(1 <i>R</i>)-2,6,6-trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-ene					+		10
	16	2,2-二甲基-3-亚甲基二环[2.2.1]庚烷	2,2-dimethyl-3-methylenebicyclo[2.2.1]heptane					+		10
	17	左旋- β -蒎烯	1- β -pinene					+		10
	18	β -侧柏烯	β -thujene						+	11
	19	α -水芹烯	α -phellandrene						+	11
	20	松香芹酮	pinocarvone	+	+	+				1
	21	对伞花烃-8-醇	para-cymen-8-ol		+	+				1
	22	马鞭草烯酮	verbenone	+	+	+				1
	23	α -樟油烯醛	α -campholenaldehyde	+						1
	24	反式松香芹醇	<i>trans</i> -pinocarveol	+	+	+				1,12
	25	反式马鞭草烯醇	<i>trans</i> -verbenol	+	+	+				1
	26	桃金娘烯醇	myrtenol	+	+	+				1
	27	反式-(+)-松香芹酮	<i>trans</i> -(+)-carveol		+					1
	28	水芹醛	phellandral	+						1

续表 1

分类	编号	中文名称	英文名称	马尾松	油松	华山松	红松	樟子松	雪松	文献
单萜及其	29	樟脑	camphor					+		10
含氧衍	30	6-桉烯醇	6-camphenol						+	11
生物	31	茴香醇	fenchol	+					+	1,11
	32	4-萜品醇	4-terpineol	+	+	+	+		+	1,9,11
	33	α -萜品醇	α -terpineol	+	+	+	+		+	1,9,11
	34	2-茨醇	2-borneol				+			9
	35	1-松油醇	1-terpinenol						+	11
	36	1,2-二甲基-3-(1-甲乙烯基)环戊醇	1,2-dimethyl-3-(1-methylethenyl)cyclopentanol						+	11
	37	龙脑	borneol		+				+	11-12
	38	乙酸冰片酯	bornyl acetate	+	+		+		+	8-9,11-12
	39	乙酸松油酯	terpinyl acetate				+			9
	40	左旋乙酸冰片酯	l-bornyl acetate	+	+	+		+		1,10
倍半萜及其含氧衍生物	41	α -葑烯	α -cubebene	+	+	+	+		+	1,8-9,11
	42	α -衣兰烯	α -ylangene	+						1
	43	可巴烯	copaene	+	+	+		+		1,10
	44	β -波旁烯	β -bourbonene	+	+	+		+	+	1,10-11
	45	β -榄香烯	β -elemene	+	+	+		+		1,10
	46	长松叶烯	isolongifolene	+	+	+				1
	47	β -石竹烯	β -caryophyllene	+	+	+	+	+	+	1,8-12
	48	β -葑烯	β -cubebene	+	+	+		+		1,10
	49	α -佛手柑油烯	α -bergamotene	+						1
	50	α -石竹烯	α -caryophyllene	+	+	+	+	+	+	1,8-11
	51	D-杜鹃烯	D-germacrene	+	+	+				1
	52	β -蛇床烯	β -selinene	+	+	+				1
	53	双环杜鹃烯	bicyclogermacrene	+		+				1
	54	α -蛇床烯	α -selinene		+					1
	55	α -衣兰油烯	α -muurolene	+	+	+	+	+		1,9-10
	56	γ -葑烯	γ -cadinene	+	+	+	+	+		1,9-10
	57	δ -葑烯	δ -cadinene	+	+	+	+			1,9
	58	α -葑烯	α -cadinene	+	+	+				1
	59	双环[4.4.0]癸-1-烯,2-异丙基-5-甲基-9-亚甲基	bicyclo[4.4.0]dec-1-ene,2-isopropyl-5-methyl-9-methylene	+						8
	60	β -胡椒烯	β -copaene	+						8
	61	长叶烯	longifolene				+			9
	62	(+)-香橙烯	(+)-aromadendrene				+	+	+	9-11
	63	异香橙烯	alloaromadendrene	+	+	+				1
	64	β -杜松烯	β -cadinene				+			9
	65	大根香叶烯 D	germacrene D				+			9
	66	大根香叶烯 B	germacrene B				+			9
	67	α -柏木烯	α -cedrene				+			9

续表 1

分类	编号	中文名称	英文名称	马尾松	油松	华山松	红松	樟子松	雪松	文献
倍半萜及	68	γ -榄香烯	γ -elemene					+		10
其含氧	69	β -衣兰油烯	β -muurolene					+		10
衍生物	70	(-)- β -芹子烯	(-)- β -selinene					+		10
	71	(-)- α -芹子烯	(-)- α -selinene					+		10
	72	γ -衣兰油烯	γ -muurolene					+	+	10-11
	73	衣兰烯	ylangene						+	11
	74	异喇叭烯	isoledene						+	11
	75	雪松烯	cedrene						+	11
	76	匙叶桉油烯醇	spathulenol	+	+	+		+		1,10
	77	氧化石竹烯	caryophyllene oxide	+	+	+	+		+	1,9,11
	78	环氧化蛇麻烯 II	humulene epoxide II				+			9
	79	绿花倒提壶醇	viridiflorol		+	+				1
	80	α -萜澄茄醇	α -cadinol			+	+	+	+	1,9-11
	81	τ -萜澄茄醇	τ -cadinol	+	+	+		+		1,10
	82	1-羟基-1,7-二甲基-4-异丙基-2,7-环癸二烯	1-hydroxy-1,7-dimethyl-4-isopropyl-2,7-cyclodecadiene				+			9
	83	(-)-蓝桉醇	(-)-globulol				+			9
	84	库贝醇	cubenol				+	+	+	9-11
	85	香榧醇	torreyol					+		10
	86	α -红没药醇	α -bisabolol						+	11
	87	表蓝桉醇	epiglobulol						+	11
二萜及其	88	西松烯	cembrene				+			9
含氧衍	89	去氢松香酸	dehydroabietic acid	+	+					1
生物	90	泪柏醚	manoyl oxide	+	+	+				1
	91	山达海松酸甲酯	methyl sandaracopimarate	+	+	+				1

“+”表示松针中含有该化合物

“+” indicates the compound is present in pine needles

1.2 黄酮类

通过研究雪松松针醋酸乙酯部位化学成分发现,其中含有大量的黄酮类化合物,主要为杨梅素、槲皮素、山柰酚及其苷类^[13]。刘东彦等^[14]采用硅胶、Sephadex LH-20 等柱色谱方法对雪松松针醋酸乙酯萃取部位中黄酮类化学成分进行分离和纯化,得到 5 个化合物(92~96)。其中 92 为新化合物,将其命名为雪松酮 A,其余化合物为首次从雪松属针叶中分离得到。钟胜佳^[15]从油松松针的乙醇提取物中分离出 8 个黄酮类化合物(97~104),其中化合物 97~100 为新化合物,化合物 101、103 为首次从松属植物中分离得到,化合物 102、104 为首次从油松中分离得到。张春磊等^[16]从油松松叶 80%乙醇提取物醋酸乙酯萃取部位分离并鉴定了 9 个黄酮类化合物

(105~113),其中化合物 105~106 为新化合物,所有化合物均为首次从油松中分离得到。高岩等^[17]从红松松针中分离鉴定得到 7 个黄酮类化合物(97、98、108、111、114~116),其中化合物 114~116 为首次从松属植物中分离得到,其余化合物为首次从红松中分离得到。各成分具体信息见表 2,具体结构见图 2。

1.3 木脂素类

张静娇等^[18]利用反复硅胶、聚酰胺、ODS、Sephadex LH-20 柱色谱等方法对红松松针 80%乙醇提取物进行分离纯化,共分离得到 8 个木脂素类化合物(117~124),均为首次从红松中分离得到。李师等^[19]从雪松松针 95%乙醇提取物的正丁醇萃取物中分离得到 2 个木脂素类化合物(125、126),均

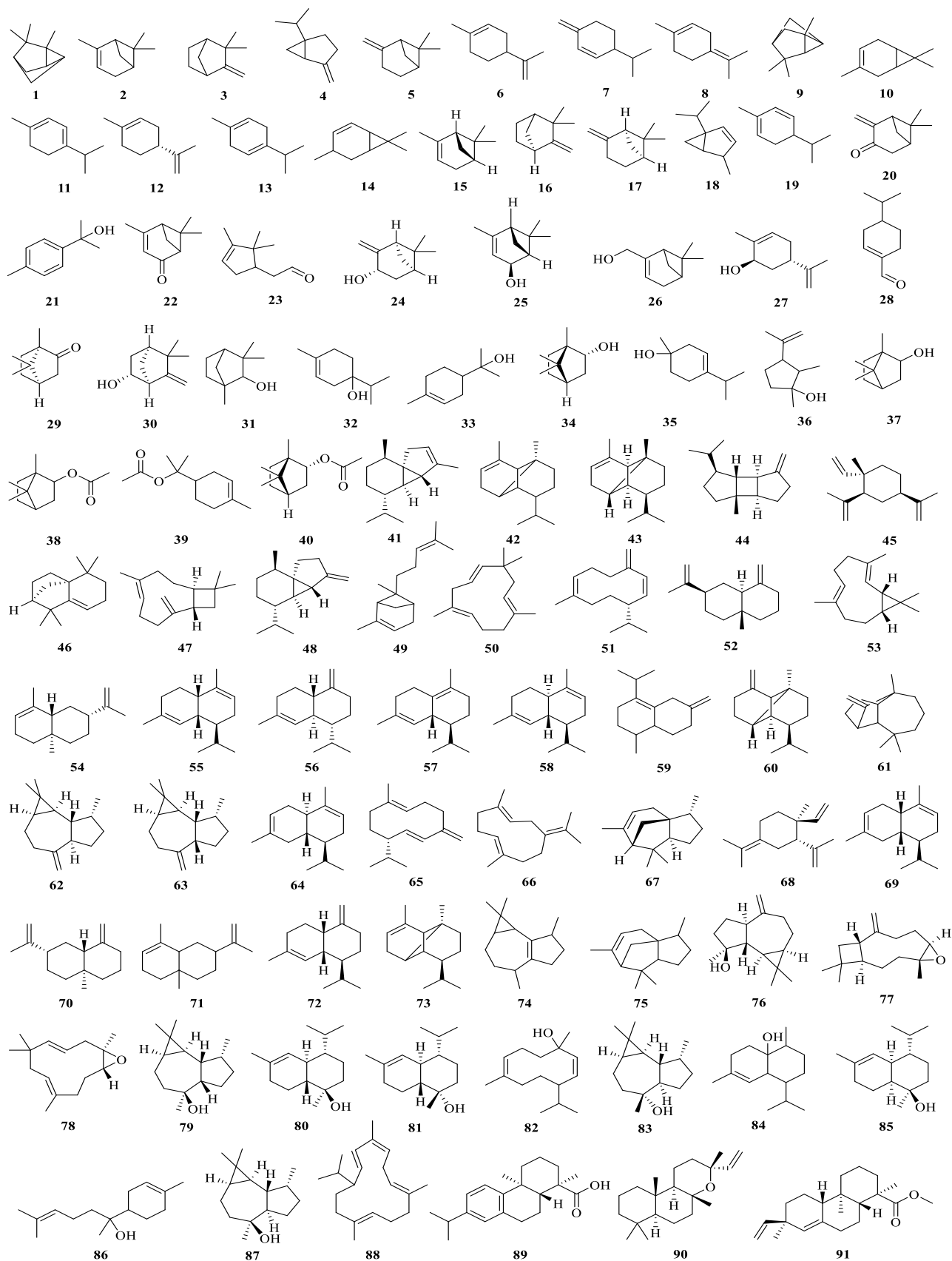


图1 松针中萜类及其含氧衍生物的化学结构

Fig. 1 Chemical structures of terpenoids and their oxygen-containing derivatives in pine needles

表2 松针中的黄酮类化合物
Table 2 Flavonoids in pine needles

编号	中文名称	英文名称	文献
92	3',5'-二甲氧基杨梅素-3-O-(6"-O-乙酰基)- α -D-吡喃葡萄糖苷	3',5'-dimethoxymyricetin-3-O-(6"-O-acetyl)- α -D-glucopyranoside	14
93	杨梅素	myricetin	14
94	2R,3R-二氢杨梅素	2R,3R-dihydromyricetin	14
95	槲皮素	quercetin	14
96	2R,3R-二氢槲皮素	2R,3R-dihydroquercetin	14
97	山柰酚-3-O-(5"-O-反式阿魏酰基)- α -L-呋喃阿拉伯糖苷	kaempferol-3-O-(5"-O-E-feruloyl)- α -L-arabinofuranoside	15,17
98	山柰酚-3-O-(5"-O-反式对肉桂酰基)- α -L-呋喃阿拉伯糖苷	kaempferol-3-O-(5"-O-E-p-coumaroyl)- α -L-arabinofuranoside	15,17
99	山柰酚-3-O-(5"-O-顺式对肉桂酰基)- α -L-呋喃阿拉伯糖苷	kaempferol-3-O-(5"-O-Z-p-coumaroyl)- α -L-arabinofuranoside	15
100	山柰酚-3-O-(3"-O-反式对肉桂酰基)-(6"-O-乙酰基)- β -D-吡喃葡萄糖苷	kaempferol-3-O-(3"-O-E-p-coumaroyl)-(6"-O-acetyl)- β -D-glucopyranoside	15
101	山柰酚-3-O-(3"-O-反式对肉桂酰基)-(6"-O-反式阿魏酰基)- β -D-吡喃葡萄糖苷	kaempferol-3-O-(3"-O-E-p-coumaroyl)-(6"-O-E-feruloyl)- β -D-glucopyranoside	15
102	山柰酚-3-O-(3",6"-二-反式对肉桂酰基)- β -D-吡喃葡萄糖苷	kaempferol-3-O-(3",6"-di-O-E-p-coumaroyl)- β -D-glucopyranoside	15
103	山柰酚-3-O-(3"-O-反式对肉桂酰基)- β -D-吡喃葡萄糖苷	kaempferol-3-O-(3"-O-E-p-coumaroyl)- β -D-glucopyranoside	15
104	异鼠李素-3-O- β -D-吡喃葡萄糖苷	isorhamnetin-3-O- β -D-glucopyranoside	15
105	5,7,4'-三羟基-3-甲氧基-6-甲基黄酮-7-O- β -D-葡萄糖苷	5,7,4'-trihydroxy-3-methoxy-6-methylflavonol-7-O- β -D-glucopyranoside	16
106	3,5,7,4'-四羟基-6-甲基黄酮-7-O- β -D-葡萄糖苷	3,5,7,4'-tetrahydroxy-6-methylflavonol-7-O- β -D-glucopyranoside	16
107	3,5,7,4'-四羟基-6-甲基黄酮-3-O- β -D-葡萄糖苷	3,5,7,4'-tetrahydroxy-6-methylflavonol-3-O- β -D-glucopyranoside	16
108	5,7,8,4'-四羟基-3-甲氧基-6-甲基黄酮-8-O- β -D-葡萄糖苷	5,7,8,4'-tetrahydroxy-3-methoxy-6-methylflavonol-8-O- β -D-glucopyranoside	16-17
109	3,5,6,7,4'-五羟基黄酮-3-O- β -D-葡萄糖苷	3,5,6,7,4'-pentahydroxyflavone-3-O- β -D-glucopyranoside	16
110	杨梅素-3-O- β -D-葡萄糖苷	myricetin-3-O- β -D-glucopyranoside	16
111	山柰酚-3-O- β -D-葡萄糖苷	kaempferol-3-O- β -D-glucopyranoside	16-17
112	山柰酚-3-O- α -L-鼠李糖苷	kaempferol-3-O- α -L-rhamnopyranosid	16
113	柚皮素-7-O- β -D-葡萄糖苷	naringenin-7-O- β -D-glucopyranoside	16
114	蛇葡萄素-4'-O- β -D-吡喃葡萄糖苷	ampelopsin-4'-O- β -D-glucopyranoside	17
115	槲皮素-3-O- α -L-呋喃阿拉伯糖苷	quercetin-3-O- α -L-arabinofuranoside	17
116	山柰酚-3-O- α -L-呋喃阿拉伯糖苷	kaempferol-3-O- α -L-arabinofuranoside	17

为首次从该属植物中分离得到。王东东^[20]从雪松松针二氯甲烷提取物中分离得到丁香脂素(127)。各成分具体信息见表3,具体结构见图3。

1.4 其他

各品种松针中均含有脂肪族化合物^[1,8-12],具体信息见表4,具体结构见图4。此外,杨永安等^[21]通过傅里叶变换红外光谱仪测定赤松、黄山松、马尾

松、雪松松针的光谱图,推断其中含有多糖类、氨基酸类等化学成分。杜鹃等^[22]利用火焰原子吸收光谱法分析长白山红松松针,发现其中含有Fe、K等7种金属元素。

2 药理作用

2.1 抗氧化

文献报道,马尾松松针醋酸乙酯、正丁醇、水

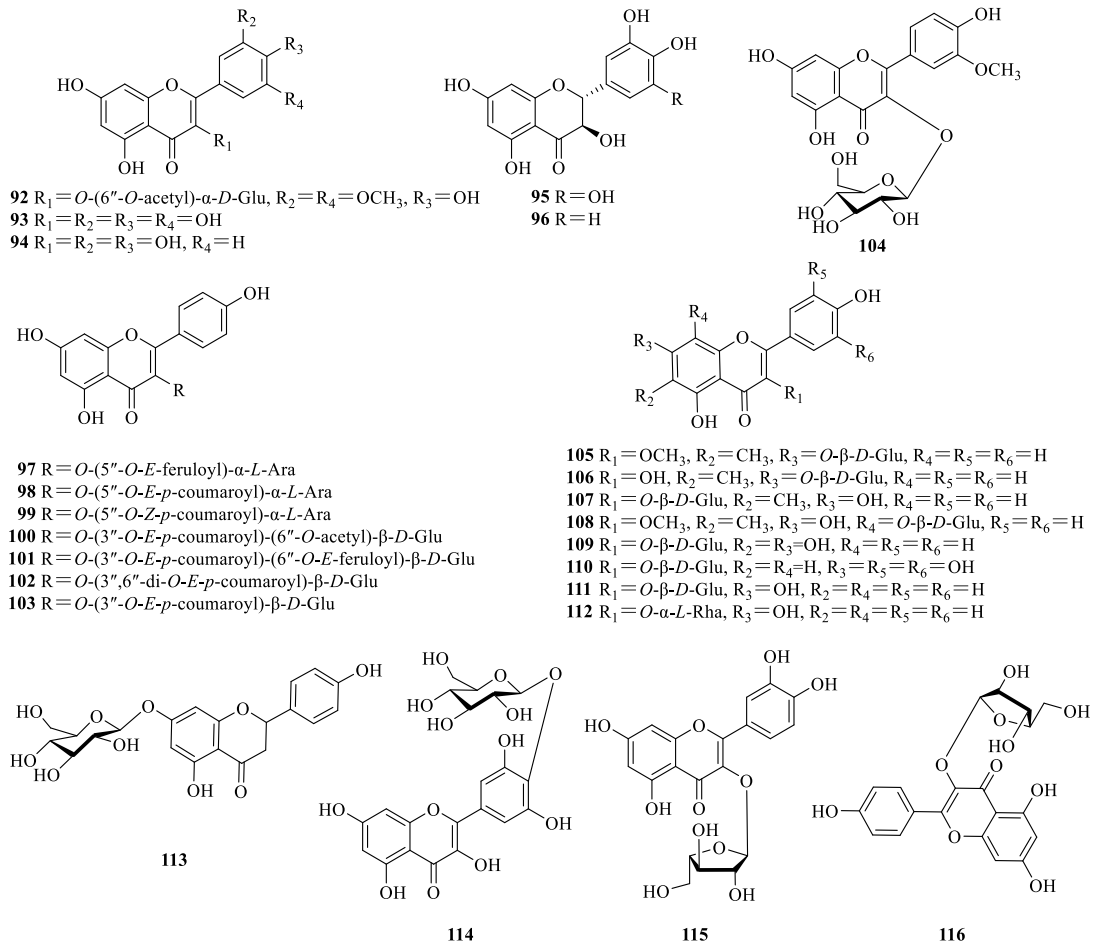


图2 松针中的黄酮类化合物的化学结构

Fig. 2 Chemical structures of flavonoids in pine needles

表3 松针中的木脂素类化合物

Table 3 Lignans in pine needles

编号	中文名称	英文名称	文献
117	(+)-异落叶松脂素-9-O-β-D-吡喃木糖苷	(+)-isolaricresinol-9-O-β-D-xylopyranoside	18
118	(+)-异落叶松脂素-9-O-β-D-吡喃葡萄糖苷	(+)-isolaricresinol-9-O-β-D-glucopyranoside	18
119	7S,8R-苏式-3',4,9'-三羟基-3-甲氧基-7,8-二氢苯并呋喃-1'-丙醇基新木脂素-9-O-α-L-吡喃鼠李糖苷	7S,8R-threo-3',4,9'-trihydroxy-3-methoxy-7,8-dihydro-benzofuran-1'-propanol base neolignan-9-O-α-L-rhamnopyranoside	18
120	7S,8R-苏式-3',9,9'-三羟基-3-甲氧基-7,8-二氢苯并呋喃-1'-丙醇基新木脂素-4-O-α-L-吡喃鼠李糖苷	7S,8R-threo-3',9,9'-trihydroxy-3-methoxy-7,8-dihydro-benzofuran-1'-propanol base neolignan-4-O-α-L-rhamnopyranoside	18
121	7R,8S-赤式-4,7,9-三羟基-3,3'-二甲氧基-8-O-4'-新木脂素-9'-O-α-L-吡喃鼠李糖苷	7R,8S-erythro-4,7,9-trihydroxy-3,3'-dimethoxy-8-O-4'-neolignan-9'-O-α-L-rhamnopyranoside	18
122	7S,8S-苏式-4,7,9-三羟基-3,3'-二甲氧基-8-O-4'-新木脂素-9'-O-α-L-吡喃鼠李糖苷	7S,8S-threo-4,7,9-trihydroxy-3,3'-dimethoxy-8-O-4'-neolignan-9'-O-α-L-rhamnopyranoside	18
123	7S,8S-苏式-3',4,7,9-四羟基-3-甲氧基-8-O-4'-新木脂素-9'-O-α-L-吡喃鼠李糖苷	7S,8S-threo-3',4,7,9-tetrahydroxy-3-methoxy-8-O-4'-neolignan-9'-O-α-L-rhamnopyranoside	18
124	7R,8S-赤式-3',4,9,9'-四羟基-3-甲氧基-8-O-4'-新木脂素-7-O-β-D-吡喃葡萄糖苷	7R,8S-erythro-3',4,9,9'-tetrahydroxy-3-methoxy-8-O-4'-neolignan-7-O-β-D-glucopyranoside	18
125	7S,8R-9,9'-二羟基-3,3'-二甲氧基-7,8-二氢苯并呋喃-1'-丙醇基新木脂素-4-O-β-D-葡萄糖苷	7S,8R-9,9'-dihydroxy-3,3'-dimethoxy-7,8-dihydro-benzofuran-1'-propanol base neolignan-4-O-β-D-glucoside	19
126	7R,8R-3',9,9'-三羟基-3-甲氧基-7,8-二氢苯并呋喃-1'-丙醇基新木脂素-4-O-α-L-鼠李糖苷	7R,8R-3',9,9'-trihydroxy-3-methoxy-7,8-dihydro-benzofuran-1'-propanol base neolignan-4-O-α-L-rhamnoside	19
127	丁香脂素	syringaresinol	20

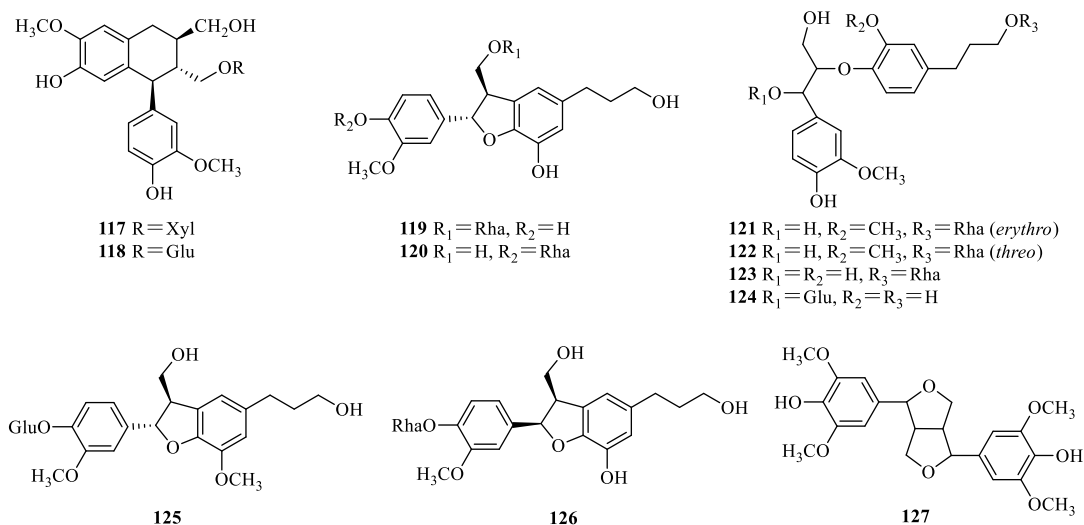


图3 松针中木脂素类化合物的化学结构

Fig. 3 Chemical structures of lignans in pine needles

表4 松针中的脂肪族化合物

Table 4 Aliphatic compounds in pine needles

编号	中文名称	英文名称	马尾松	油松	华山松	红松	樟子松	雪松	文献
128	β-月桂烯	β-myrcene	+	+	+	+		+	1,8-9,11
129	罗勒烯	ocimene		+	+	+		+	1,9,11
130	(Z)-3,7-二甲基-1,3,6-十八烷三烯	(Z)-3,7-dimethylocta-1,3,6-triene					+		10
131	2,4-癸二烯醛	2,4-decadienal	+						8
132	芳樟醇	linalool	+						8
133	(S)-芳樟醇	(S)-linalool				+			9
134	香茅醇	citronellol					+		10
135	乙酸沉香酯	linalyl acetate	+	+					1
136	反式-β-金合欢烯	trans-β-farnesene				+			9
137	β-甜橙醛	β-sinensal	+						8
138	橙花叔醇	nerolidol	+	+	+				1
139	乙酸金合欢酯	farnesyl acetate	+		+				1
140	新植二烯	neophytadiene	+		+				1
141	叶绿醇	phytol	+	+	+				1

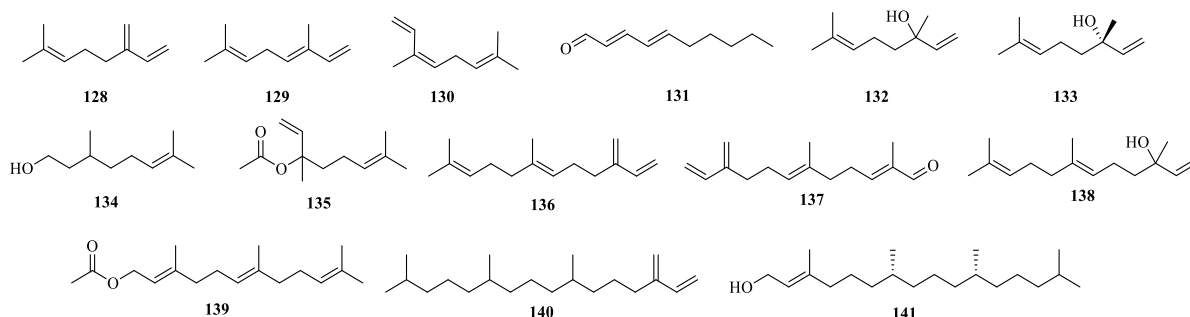


图4 松针中脂肪族化合物的化学结构

Fig. 4 Structures of aliphatic compounds in pine needles

萃取物和马尾松松针挥发油均具有一定的抗氧化活性^[23-24]。朱红柳等^[25]研究马尾松松针 85%乙醇提取物对双氢睾酮诱导的雄激素性脱发 (androgenetic alopecia, AGA) 型小鼠的干预作用, ig 马尾松针提取物 4、8、12 mg/kg, 结果表明该提取物呈剂量相关性促进 AGA 小鼠的毛发生长。马尾松松针 85%乙醇提取物能够降低组织内活性氧和丙二醛含量, 呈剂量相关性促进核因子 E2 相关因子 2 (nuclear factor E2 related factor 2, Nrf2)、醌氧化还原酶 1、血红素加氧酶-1 mRNA 与蛋白的表达, 抑制 Kelch 样 ECH 相关蛋白 1、转化生长因子- β 1 mRNA 与蛋白的表达, 从而推测该提取物促进 AGA 小鼠毛发的生长可能与激活 Nrf2 抗氧化反应元件信号通路, 改善氧化应激水平有关。

有研究发现, 雪松松针总多酚纯化后抗氧化能力强于纯化前^[26], 可能是粗多糖中的半乳糖醛酸含量高于纯化多糖, 推测松针多糖抗氧化能力可能取决于其中的半乳糖醛酸含量或多糖半乳糖醛酸复合物协同作用的结果^[27]。

松针提取物可以通过减轻脂质过氧化、提高抗氧化酶活性, 改善机体的抗氧化能力^[28-29]。松针原青花素在小鼠血清中具有抗氧化能力, 且存在一定的量效关系^[30]。松针总黄酮能够抑制脂质过氧化反应和自由基产生^[31], 黄酮类化合物通过酚羟基与自由基反应形成稳定的半醌式自由基结构而产生抗氧化活性, 其活性强弱与羟基能否形成稳定的自由基结构有关, B 环上邻二酚羟基是决定黄酮类化合物抗氧化活性的主要因素^[32]。

2.2 降血糖

研究发现, 松针 20%乙醇提取物对由肾上腺素和四氧嘧啶引起的高血糖小鼠以及 2 型糖尿病大鼠均有降低血糖的作用, 且呈剂量相关性^[33-34]。周俊华等^[35]在模拟人体 pH 值的环境下, 利用紫外动力学法、圆二色谱法研究松针原花青素对 α -葡萄糖苷酶的抑制作用。结果显示松针原花青素是一种可逆的非竞争型 α -葡萄糖苷酶抑制剂, 表明其能够抑制 α -葡萄糖苷酶对底物的催化, 使其催化活性降低, 从而达到降血糖的目的。

2.3 调血脂

有研究显示, 马尾松松针多糖能显著提高高脂饮食诱导小鼠的血清脂质水平, 包括总胆固醇、三酰甘油、低密度脂蛋白胆固醇 (low density lipoprotein cholesterol, LDL-C) 和高密度脂蛋白胆固醇 (high

density lipoprotein cholesterol, HDL-C), 提高总抗氧化能力及抗氧化酶 (超氧化物歧化酶、谷胱甘肽过氧化物酶、过氧化氢酶) 水平, 降低高脂饮食诱导小鼠丙二醛含量, 提示马尾松松针多糖可用于提高抗氧化能力和改善高脂血症^[36]。方颖莹等^[37]通过 ig 脂肪乳剂制备“过食膏粱厚味”型高尿酸血症型大鼠模型, 松针提取物 10.0、5.0、2.5 g/kg 均能显著降低高尿酸血症大鼠血清中血清尿酸、血清肌酐、血尿素氮、丙氨酸转氨酶、血清总胆固醇、LDL-C 水平, 降低血清和肝组织黄嘌呤氧化酶、腺苷脱氨酶活性, 升高肝组织次黄嘌呤-鸟嘌呤磷酸核糖转移酶活性, 并且升高尿酸、尿肌酐、尿量、24 h 尿酸排泄量、尿酸排泄分数、尿酸清除率、肌酐清除率, 表明其能有效降低该模型大鼠尿酸的生成并促进其排泄, 且具有保肝、调血脂的功能。黄静等^[38]通过建立高脂模型大鼠, 松针提取物 100、300 mg/kg 可显著降低高脂血症大鼠血清中总胆固醇、三酰甘油、LDL-C 水平, HDL-C 水平较用药前升高, 且能明显抑制细胞间黏附分子-1 表达, 表明松针提取物能显著改善高脂血症大鼠的血脂代谢, 并能降低细胞间黏附分子-1 表达, 从而抑制炎症反应, 保护内皮血管。

2.4 抗肿瘤

汤红琴等^[39]建立荷 S₁₈₀ 实体瘤小鼠模型, ig 松针石油醚提取物 0.5、1.0、2.0 g/kg 连续 10 d, 考察松针石油醚提取物的体内抗肿瘤作用。结果显示, 石油醚提取物可显著抑制 S₁₈₀ 肿瘤的生长, 且给药组肿瘤组织 B 淋巴细胞瘤-2 (B-cell lymphoma-2, Bcl-2) 表达显著降低, Bcl-2 相关 X 蛋白 (Bcl-2 associated X protein, Bax) 表达显著增强, 提示松针石油醚提取物可能是通过改变 Bcl-2/Bax 异源二聚体的调控平衡来诱导肿瘤细胞凋亡的, 由此推测松针石油醚提取物的抗肿瘤作用可能是通过选择性杀死肿瘤细胞、诱导肿瘤细胞凋亡来实现的。郑光耀等^[40]利用 S₁₈₀ 荷瘤小鼠探究松针叶绿素-胡萝卜素软膏的抗肿瘤作用及其对小鼠免疫功能的影响。实验结果表明, 松针叶绿素-胡萝卜素软膏 600、800 mg/kg 有显著的抑瘤作用, 同时松针叶绿素-胡萝卜素软膏 400、600 mg/kg 对环磷酸胺有显著的协同增效作用。进一步通过检测免疫器官指数、血清半数溶血值、廓清指数 K 和吞噬系数 α 值来考察松针叶绿素-胡萝卜素软膏对免疫系统的影响, 结果提示松针叶绿素-胡萝卜素软膏的抑瘤作用可能与增强机

体免疫功能有关。

郝凯华等^[41]发现雪松松针总黄酮能够体外抑制不同肿瘤细胞增殖, 并具剂量相关性, 但该作用较平缓。随雪松松针总黄酮浓度升高, 人肝癌 HepG2 细胞停滞于 G₀/G₁ 期比例呈增加趋势, 凋亡率亦逐渐升高, 并呈现剂量相关性。李师等^[42]发现雪松松针总皂苷对人肺癌 A549 细胞、HepG2 细胞和人胃癌 MKN45 细胞的增殖均有较强的抑制作用, 其中尤以对 A549 细胞抑制作用最强; 雪松松针总皂苷 120 μg/mL 对 A549 细胞的增殖抑制率可达 71.29%。雷艳萍^[43]发现雪松松针提取分离的总木脂素对 5 种肿瘤细胞的增殖均有较强的抑制作用, 抑制作用从强到弱分别为 A549 细胞 > 人宫颈癌 HeLa 细胞 > HepG2 细胞 > 人结肠癌 HT-29 细胞 > MKN45 细胞; 从中分离得到的木脂素单体蛇床子素对 5 种肿瘤细胞的增殖也有较强的抑制作用, 抑制作用从强到弱分别为 A549 细胞 > HepG2 细胞 > HT-29 细胞 > MKN45 细胞 > HeLa 细胞。

2.5 抗菌

王经洋等^[44]以革兰阳性菌、革兰阴性菌及致病真菌为供试菌, 检测了松针对病原菌的抑制效果。研究表明, 松针的水、乙醇、醋酸乙酯提取物均有较广的抑菌谱, 对金黄色葡萄球菌、藤黄微球菌、肠球菌、耐药大肠杆菌、志贺氏杆菌、沙门氏菌、须癣毛样菌、石膏样小孢子菌、犬小孢子菌均有很好的抑菌效果, 尤其对革兰阳性菌及 3 种皮肤癣致病真菌有较强的抗菌活性。郑光耀等^[45]采用琼脂稀释法测定松针叶绿素-胡萝卜素软膏对 15 种革兰阳性菌、革兰阴性菌和真菌的最低抑菌浓度 (minimum inhibitory concentration, MIC)。结果表明, 松针叶绿素-胡萝卜素软膏对革兰阳性菌的 MIC 为 0.6~1.6 mg/mL、革兰阴性菌的 MIC 为 1.0~3.0 mg/mL、真菌的 MIC 为 1.5~4.1 mg/mL, 提示松针叶绿素-胡萝卜素软膏具有广谱的抗菌作用。又将其结果与其他实验结果相比, 发现松针叶绿素-胡萝卜素软膏对革兰阳性菌、革兰阴性菌和真菌的抑制作用优于松针水提物和醇提物。采用试管倍比稀释法观察到松针叶绿素-胡萝卜素软膏对幽门螺杆菌的 MIC 为 1:32, 最低杀菌浓度为 1:8, 证明松针叶绿素-胡萝卜素软膏具有较强的体外抑制幽门螺杆菌的作用^[46]。

华山松和华南五针松松针正己烷提取物对革兰阴性菌黏质沙雷氏菌的生长有显著抑制作用, MIC 为

0.1 mg/mL。而在大多数情况下, 相同浓度下, 它们会轻微刺激革兰阳性菌枯草芽孢杆菌的生长^[47]。体外抑菌实验结果表明, 松针精油对典型的食源性微生物具有明显的抑菌作用。其抗菌活性可能归因于一些生物活性化合物的存在, 如丁香酚和芳樟醇^[48]。

2.6 抗病毒

王杰等^[49]通过建立上呼吸道感染小鼠模型, ig 松针水煎剂 37.66 g/kg 连续 7 d, 观察松针对呼吸道合胞病毒感染小鼠肺组织 Toll 样受体 3 (Toll like receptor 3, TLR3) 及 TLR4 蛋白表达的影响。实验发现松针可降低小鼠肺组织 TLR3 及 TLR4 蛋白的表达, 该结果表明松针对呼吸道合胞病毒感染的免疫调节作用可能与降低肺组织中 TLR3 及 TLR4 蛋白的表达有关, 推测其可能是通过抑制呼吸道合胞病毒 (respiratory syncytial virus, RSV) 感染后肺部病毒滴度, 减少 RSV 在体内的复制。郑光耀等^[50]采用病毒体外感染细胞的模型, 通过四唑盐比色法研究治疗给药和预防给药情况下松针叶绿素-胡萝卜素软膏在体外抗甲型流感病毒的作用。发现治疗给药情况下松针叶绿素-胡萝卜素软膏随药物浓度的提高, 其抗病毒的作用增强, 松针叶绿素-胡萝卜素软膏 31 μg/mL 对流感病毒的抑制率为 57.57%, 治疗指数为 1.9, 具有明显的抗流感病毒作用。同时松针叶绿素-胡萝卜素软膏具有明显的预防病毒感染的作用, 松针叶绿素-胡萝卜素软膏 31 μg/mL 对甲型流感病毒的抑制率为 64.79%, 治疗指数为 1.9。另外有研究发现, 从松针中提取的二氯甲烷提取物可以在体外和小鼠模型中降低人乳头瘤病毒 (human papilloma virus, HPV) 活性, 推测松针二氯甲烷提取物可开发为预防 HPV 感染的药物^[51]。

3 临床应用

3.1 在古籍经方中的应用

《备急千金要方》^[52]中记载: “松叶酒主脚弱, 十二风痺不能行, 服更生散数剂及众治不得力, 服此一剂便能远行, 不过两剂方。松叶六十斤咬咀之, 以水四石煮取四斗九升, 以酿五斗米如常法, 别煮松叶汁以渍米并饭, 泥酿封头, 七日发, 澄饮之取醉。得此力者甚众。神妙。治历节风: 松叶三十斤, 酒二石五斗渍三七日, 服一合, 日五六度。治中风, 面目相引, 口偏僻, 牙车急, 舌不可转: 青松叶一斤捣令汁出, 清酒一斗渍二宿, 近火一宿, 初服半升, 渐至一升, 头面汗出即止”。

《本草汇言》^[53]中记载: “松叶治风湿顽痺: 用

松毛炒黑一两，和轻粉、樟脑各三钱，湿则干掺，燥则用油调搽。如痒极者，以米醋调敷，并治冻疮。如湿烂者，干肿者，作痒者，悉依顽癣同法。治大风癞疮：用松毛取生新者捣烂，焙燥，每用松毛二两，枸杞子二两，浸酒饮，时时服，不得大醉，久服效。并治历节风痛，脚弱痿痹”。

此外，《本草汇言》《生草药性备要》《太平圣惠方》^[53-55]记载松针还有治疗“头风头痛、跌打肿痛、骨节疼痛”之功效。

3.2 在现代中成药中的应用

松龄血脉康胶囊由鲜松针、葛根和珍珠层粉制成，具有平肝潜阳、镇心安神的功效，用于治疗肝阳上亢所致的头痛、眩晕、急躁易怒、心悸、失眠等，高血压病及原发性高脂血症见上述证候者也适用^[56]。该药以“血脉同治”理论为指导，以鲜松针为君药，葛根为臣药，珍珠层粉为佐使药，鲜松针与葛根相配，既能化浊调脂，使血液得到净化，改善血液黏稠，以“治血”；又能活血祛瘀，使血管恢复弹性，改善血管老化，以“治脉”，体现了“血脉同治”的组方特色^[57]。在轻度高血压患者中，松龄血脉康胶囊降压效果良好，耐受性良好^[58]。张志敏等^[59]发现松龄血脉康胶囊联合常规治疗对高血压伴不稳定性心绞痛患者具有很好的疗效，可改善血管内皮功能、心功能，并能调节氧化应激、炎症反应等多种炎症因子，降低预后不良反应发生率。曾宏辉等^[60]发现采用奥美沙坦酯氢氯噻嗪片联合松龄血脉康胶囊治疗老年高血压临床疗效较好，能有效控制血压，改善动脉弹性，缓解胰岛素抵抗，抑制氧化应激，且不良反应较少，安全性较高。降压药物氨氯地平不同浓度的松龄血脉康具有降低慢性间歇性低氧（chronic intermittent hypoxia, CIH）引起的血压升高、抑制 CIH 介导的 p38 丝裂原活化蛋白激酶/核因子- κ B 信号通路及其下游炎症分子的上调效应，并可抑制诱导型一氧化氮合酶、内皮素-1 的表达，促进一氧化氮分泌，产生降压及改善血管内皮功能的效应^[61]。松龄血脉康胶囊联合盐酸贝尼地平降压效果良好，可有效改善原发性高血压患者阴虚阳亢的症状及体征，而且通过干预多重心血管危险因素来减弱机体炎症反应，达到改善早期亚临床靶器官损害目的，同时未见明显不良反应，但该制剂是否可改善高血压患者长期预后，降低心血管病总体风险尚不明确^[62]。

史晗冰等^[63]发现松龄血脉康胶囊联合二甲双

胍治疗老年 2 型糖尿病足早期下肢血管病变能更有效地控制患者血糖水平、改善血液高黏度状态，比单用二甲双胍治疗糖尿病足早期下肢血管病变临床疗效更好，不良反应少。吴兴等^[64]发现松龄血脉康联合非诺贝特可有效改善糖尿病合血脂代谢异常患者的血糖和血脂水平。松龄血脉康胶囊在初诊轻度原发性高血压伴糖耐量异常患者中具有明确的降糖、降压、调脂作用，且松龄血脉康胶囊的降糖机制与血清 miRNA-375 表达水平密切相关^[65]。

松龄血脉康胶囊联合氟桂利嗪可有效改善患者脑血流速度及血脂水平，临床疗效显著，在慢性脑供血不足治疗中具有较高的应用价值^[66]。岳丽等^[67]通过建立脑动脉粥样硬化（cerebral atherosclerosis, CAS）大鼠模型，ig 松龄血脉康无菌水溶液 20 mg/kg 连续 4 周，可有效减少粥样斑块的形成，抑制动脉中膜细胞异常增殖，通过抑制 Notch 通路抑制炎症因子释放减少粥样斑块的形成，并发挥脑保护作用。表明松龄血脉康胶囊具有治疗高血压和高血脂所致 CAS 的作用，并发挥保护内皮细胞功能和脑损伤的作用，其作用机制与抑制 Notch 通路的表达有关。

松龄血脉康胶囊临床用于治疗癫痫和减轻认知功能障碍，将癫痫大鼠分为卡马西平（50 mg/kg）组、松龄血脉康（600 mg/kg）组、联合用药（卡马西平 50 mg/kg+松龄血脉康 600 mg/kg）组，研究发现联合卡马西平对红藻氨酸诱导的 SD 大鼠的癫痫及认知障碍具有神经元保护作用。实验结果表明松龄血脉康胶囊联合卡马西平应用可有效控制癫痫发作，减轻海马神经元损伤，保护认知功能受损，其作用机制可能与上调磷酸化蛋白激酶 B 和抑制半胱氨酸天冬氨酸蛋白酶-9（cystein-aspartate protease-9, Caspase-9）表达有关^[68]。松龄血脉康胶囊可以减少内质网应激（endoplasmic reticulum stress, ERS）引起的细胞凋亡，并且其对细胞凋亡的作用与依达拉奉注射液相仿，推测松龄血脉康胶囊可能是通过降低 ERS 特异的促凋亡蛋白 C/EBP 同源蛋白、Caspase-12 的表达水平减少细胞凋亡，减轻脑缺血再灌注损伤，发挥神经保护作用^[69]。

4 结语与展望

松针作为一种传统中药，在我国的应用历史十分悠久，最早记载于《名医别录》，在《备急千金要方》《本草汇言》《太平圣惠方》《本草纲目》等多本古籍中均有记载。古籍中松针主治风湿痹疮气、可生毛发、安五脏。松针的化学成分复杂，主要含有萜

类、黄酮类、木脂素类等多种成分,目前对松针中萜类、黄酮类化合物的成分分析较多,其他成分的研究相对较少。松针在传统应用中常以水煎或与酒相伍^[70],但现代研究常用如甲醇、醋酸乙酯、石油醚等低极性溶剂进行提取,其所含成分多为萜类等低极性分子,对松针水提取物的成分及药理作用研究较少。现代研究发现松针提取物具有抗氧化、降血糖、调血脂、抗肿瘤、抗菌、抗病毒等药理作用,松针总黄酮具有抗氧化、抗肿瘤作用,松针总多糖在抗氧化、调血脂方面表现出较好的活性,松针原青花素、蛇床子素分别在抗氧化降血糖、抗肿瘤方面发挥作用,以上均指示松针具有较高的开发价值。后续松针研究可从以下几个方面入手,首先,由于松针基原复杂,现行国家药品标准未对松针质量进行控制,建立完善松针质量控制标准十分必要,可以结合传统应用与现代研究为松针选取合适的质量标志物。其次,深入对松针萜类成分药理活性的研究,另外萜类分子多含手性碳原子,常存在立体异构体,应完善其拆分鉴定方法。最后,松针药理作用研究多为细胞水平或动物水平,可结合分子生物学、代谢组学等技术深入探讨其药理作用及其代谢规律。综上所述,未来对松针的研究应着眼于建立完善质量标准 and 深入探究作用机制上,深度开发松针的药用价值,以期更好地服务于人类健康事业。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 李萍. 药用松叶的品种、品质研究 [D]. 成都: 成都中医药大学, 2002.
- [2] 张小波, 郭兰萍, 赵曼茜, 等. 马尾松生产适宜性区划研究 [J]. 中国中药杂志, 2016, 41(17): 3115-3121.
- [3] 陈雪婷, 成钰霞, 徐文杰, 等. 松叶的质量控制研究 [J]. 湖南中医杂志, 2019, 35(9): 142-145.
- [4] 张志琴, 郭向群, 聂奇华. 云南松松针药材质量标准研究 [J]. 中国民族民间医药, 2018, 27(9): 10-13.
- [5] 俞静静, 李风华, 陈素红, 等. HPLC 法测定不同产地马尾松和不同种属松叶中莽草酸的含量 [A] // 2014 年全国中药学术研讨会暨中国中西医结合学会第六届中药专业委员会换届改选会论文集 [C]. 杭州: 中国中西医结合学会, 2014: 201-205.
- [6] 俞静静, 李风华, 陈素红, 等. HPLC 同时测定不同产地马尾松和不同种属松叶中槲皮素、山柰酚的含量 [J]. 药物分析杂志, 2014, 34(11): 1969-1974.
- [7] 王憬, 张亚超, 勾凌燕, 等. 雪松松针中槲皮素、山柰酚与异鼠李素质量控制方法的研究 [J]. 安徽农业科学, 2012, 40(18): 9740-9741.
- [8] 王子伟, 张园园, 杨玲玲, 等. 马尾松松针挥发油的 GC-MS 分析及抑菌作用研究 [J]. 现代食品, 2021(6): 161-163.
- [9] 赵学丽, 舒钰, 王丹. 红松松针挥发油氨基酸组分及化合物成分 [J]. 东北林业大学学报, 2019, 47(6): 40-44.
- [10] 张云奕, 庄岩, 魏文峰, 等. 黑皮油松及樟子松松针挥发油成分 GC-MS 分析 [J]. 中国中医药科技, 2018, 25(6): 819-822.
- [11] 胡文杰, 罗辉, 邹林海, 等. 雪松松针挥发油化学成分及抗氧化活性研究 [J]. 植物研究, 2017, 37(4): 621-627.
- [12] 滕坤, 张靖亮. 油松松针中挥发油的 GC-MS 分析 [J]. 通化师范学院学报, 2012, 33(10): 32-33.
- [13] 刘东彦. 雪松松针乙酸乙酯部位化学成分的研究 [D]. 兰州: 兰州大学, 2011.
- [14] 刘东彦, 石晓峰, 李冲, 等. 雪松松针黄酮类化学成分的研究 [J]. 中草药, 2011, 42(4): 631-633.
- [15] 钟胜佳. 油松松针黄酮类成分的研究 [D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2009.
- [16] 张春磊, 冯卫生, 郑晓珂, 等. 油松松针的黄酮苷类化学成分研究 [A] // 2010 年中国药学会大会暨第十届中国药师周论文集 [C]. 天津: 中国药学会, 2010: 1664-1669.
- [17] 高岩, 袁久志, 王禹孝, 等. 红松松针中黄酮类成分的分离与鉴定 [J]. 沈阳药科大学学报, 2010, 27(7): 539-543.
- [18] 张静娇, 马跃平, 袁久志, 等. 红松松针中木脂素类成分的分离与鉴定 [J]. 沈阳药科大学学报, 2010, 27(10): 797-802.
- [19] 李师, 刘东彦, 石晓峰, 等. 雪松松针正丁醇部位化学成分的研究 [J]. 中草药, 2014, 45(18): 2602-2606.
- [20] 王东东. 雪松松针中二氯甲烷提取物的化学成分研究及莽草酸的提取工艺探讨 [D]. 兰州: 兰州大学, 2011.
- [21] 杨永安, 王登正, 司民真. 四种松树松针的红外光谱分析 [J]. 光散射学报, 2015, 27(4): 379-383.
- [22] 杜鹃, 白雪松, 钟文雄. 火焰原子吸收光谱法测定红松松针中微量元素含量 [J]. 广东微量元素科学, 2010, 17(4): 33-36.
- [23] 张超, 刘卉, 徐媛媛, 等. 马尾松松针提取物清除自由基作用的研究 [J]. 中华中医药学刊, 2013, 31(9): 1946-1948.
- [24] 胡文杰, 李阁, 李冠喜. 马尾松松针挥发油化学成分及抗氧化活性研究 [J]. 中国粮油学报, 2018, 33(12): 42-48.
- [25] 朱红柳, 魏跃钢, 闵仲生, 等. 马尾松针提取物调控 Nrf2-ARE 通路治疗雄激素性脱发的研究 [J]. 南京中医药大学学报, 2022, 38(2): 129-135.
- [26] 石晓峰, 沈薇, 宁红霞, 等. 雪松松针总多酚的纯化工工艺和抗氧化活性研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2016,

- 28(8): 1325-1331.
- [27] 周思杰, 张智红, 段久芳, 等. 雪松松针多糖超声波酶法提取及其抗氧化性 [J]. 天然产物研究与开发, 2019, 31(2): 284-291.
- [28] 王春梅, 杜兴旭. 松针提取物对 II 型糖尿病大鼠的抗氧化作用 [J]. 北华大学学报: 自然科学版, 2013, 14(4): 426-428.
- [29] 张晋蔚, 钱江, 何玉巧, 等. 松针提取液对慢性便秘小鼠肠道抗氧化能力及通便作用的影响 [J]. 食品工业科技, 2014, 35(21): 351-353.
- [30] 黄启亮, 江珊, 汪雪君, 等. 松针原花青素对小鼠血清中 SOD 活性、MDA 含量及脏器指数的影响 [J]. 安徽农业科学, 2011, 39(22): 13387-13388.
- [31] 王加志, 刘树民, 刘红煜, 等. 松针总黄酮对肥胖大鼠横纹肌自由基代谢的影响 [J]. 中医药学报, 2013, 41(1): 27-29.
- [32] 盛幼珍, 王丽梅, 余龙江, 等. 几种天然植物黄酮的抗氧化对比研究 [J]. 食品科技, 2008, 33(7): 176-178.
- [33] 王春梅, 王海莉, 李贺, 等. 松针提取物降糖作用的实验研究 [J]. 北华大学学报: 自然科学版, 2007, 8(2): 121-123.
- [34] 杜兴旭, 邱旭东, 王云东, 等. 松针提取物对 2 型糖尿病大鼠的降糖降脂作用 [J]. 中国实验诊断学, 2011, 15(11): 1838-1840.
- [35] 周俊华, 胡景初, 滕红. 松针原花青素的提取及其降血糖作用研究 [J]. 中国处方药, 2014, 12(9): 122-123.
- [36] Chu L L, Yang L C, Lin L Z, *et al.* Chemical composition, antioxidant activities of polysaccharide from pine needle (*Pinus massoniana*) and hypolipidemic effect in high-fat diet-induced mice [J]. *Int J Biol Macromol*, 2019, 125: 445-452.
- [37] 方颖莹, 金凯祎, 庞敏霞, 等. 松叶提取物对“过食膏粱厚味”型高尿酸血症大鼠尿酸生成排泄、肝功能及血脂水平的影响 [J]. 中国现代应用药学, 2018, 35(10): 1482-1488.
- [38] 黄静, 张爱元, 周天罡, 等. 松针提取物对高脂血症大鼠血脂及主动脉壁 ICAM-1 表达的影响 [J]. 山东医药, 2015, 55(34): 30-31.
- [39] 汤红琴, 周薇, 宁桃丽, 等. 松针石油醚提取物抗肿瘤及诱导凋亡作用 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(11): 177-179.
- [40] 郑光耀, 何玲, 周涛涛, 等. 松针叶绿素-胡萝卜素软膏对 S180 荷瘤小鼠的抗肿瘤作用及其对免疫功能的影响 [J]. 肿瘤防治研究, 2012, 39(11): 1324-1327.
- [41] 郝凯华, 胡鹏斌, 韩宇, 等. 雪松松针总黄酮的体外抗肿瘤作用 [J]. 中国老年学杂志, 2018, 38(5): 1223-1225.
- [42] 李师, 雷艳萍, 石晓峰, 等. 雪松松针总皂苷的超声提取工艺优选及体外抗肿瘤活性研究 [J]. 中国药房, 2016, 27(31): 4406-4410.
- [43] 雷艳萍. 雪松松针总木脂素的提取纯化及其体外抗肿瘤活性研究 [D]. 兰州: 甘肃中医药大学, 2016.
- [44] 王经洋, 李姝, 杨小帆, 等. 松针提取物抑制病原菌作用研究及成分分析 [J]. 时珍国医国药, 2015, 26(2): 275-277.
- [45] 郑光耀, 何玲, 薄采颖, 等. 松针叶绿素-胡萝卜素软膏的体外抗菌活性研究 [J]. 时珍国医国药, 2013, 24(9): 2100-2101.
- [46] 郑光耀, 薄采颖, 何玲, 等. 松针叶绿素-胡萝卜素软膏对幽门螺杆菌的体外抑菌作用 [J]. 时珍国医国药, 2013, 24(5): 1079-1080.
- [47] Shpatov A V, Frolova T S, Popov S A, *et al.* Lipophilic metabolites from five-needle pines, *Pinus armandii* and *Pinus kwangtungensis*, exhibiting antibacterial activity [J]. *Chem Biodivers*, 2020, 17(8): e2000201.
- [48] Zeng W C, Zhang Z, Gao H, *et al.* Chemical composition, antioxidant, and antimicrobial activities of essential oil from pine needle (*Cedrus deodara*) [J]. *J Food Sci*, 2012, 77(7): C824-C829.
- [49] 王杰, 张文斌, 牟界, 等. 松针对呼吸道合胞病毒感染小鼠肺组织 TLR3、TLR4 表达的影响 [J]. 世界中医药, 2015, 10(1): 86-88.
- [50] 郑光耀, 何玲, 李娇, 等. 松针叶绿素-胡萝卜素软膏的体外抗甲型流感病毒作用研究 [J]. 华西药学杂志, 2012, 27(6): 641-643.
- [51] Lee H J, Park M, Choi H, *et al.* Pine needle extract applicable to topical treatment for the prevention of human papillomavirus infection [J]. *J Microbiol Biotechnol*, 2021, 31(1): 137-143.
- [52] 孙思邈. 备急千金要方校释 [M]. 李景荣等校释. 北京: 人民卫生出版社, 1998: 178.
- [53] 倪朱谟. 本草汇言 [M]. 郑金生, 甄雪燕, 杨梅香校点. 北京: 中医古籍出版社, 2005: 323.
- [54] 何谏. 生草药性备要 [M]. 王瑞祥, 何永校注. 北京: 中国中医药出版社, 2015: 5.
- [55] 王怀隐. 太平圣惠方 [M]. 郑金生, 汪惟刚, 董志珍校点. 北京: 人民卫生出版社, 2016: 2130.
- [56] 中国药典 [S]. 一部. 2020: 1111.
- [57] 高学敏, 张德芹, 陈可冀, 等. 松龄血脉康胶囊“血脉同治”组方理论探析 [J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2015, 13(6): 708-710.
- [58] Correction to: Efficacy and safety of Chinese herbal medicine compared with losartan for mild essential hypertension: A randomized, multicenter, double-blind, noninferiority trial [J]. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*, 2022, 15(4): e000107.

- [59] 张志敏, 高淑梅, 李金萍, 等. 松龄血脉康胶囊联合常规治疗对高血压伴不稳定心绞痛患者的临床疗效 [J]. 中成药, 2020, 42(10): 2622-2626.
- [60] 曾宏辉, 苗海卫, 张洁. 奥美沙坦酯氢氯噻嗪片联合松龄血脉康胶囊对老年高血压的作用 [J]. 西北药学杂志, 2021, 36(3): 471-474.
- [61] 艾玉珍, 马林沁, 邬春晓, 等. 松龄血脉康对慢性间歇性低氧介导的高血压小鼠血管内皮损伤的保护作用机制研究 [J]. 中国临床药理学杂志, 2022, 38(4): 323-327.
- [62] 刘慧卿, 金凤表, 张志敏, 等. 松龄血脉康胶囊联合盐酸贝尼地平对原发性高血压患者的临床疗效 [J]. 中成药, 2020, 42(12): 3180-3184.
- [63] 史晗冰, 刘建光, 李跃飞, 等. 松龄血脉康胶囊联合二甲双胍治疗老年2型糖尿病足早期下肢血管病变患者的临床观察 [J]. 解放军医药杂志, 2019, 31(11): 101-104.
- [64] 吴兴, 宋鑫, 王炘. 松龄血脉康胶囊联合非诺贝特在糖尿病合并血脂代谢异常治疗中的临床研究 [J]. 药物评价研究, 2020, 43(1): 111-114.
- [65] 龙春梅. 松龄血脉康胶囊对初诊轻度原发性高血压伴糖耐量异常患者血清 miRNA-375 表达水平的影响 [D]. 遵义: 遵义医科大学, 2020.
- [66] 崔红莉, 马大亮, 幸世峰. 松龄血脉康胶囊联合氟桂利嗪治疗慢性脑供血不足的临床疗效 [J]. 药物评价研究, 2020, 43(10): 2053-2056.
- [67] 岳丽, 高钟生. 松龄血脉康对大鼠脑动脉粥样硬化血管内皮功能的影响及其脑保护机制 [J]. 中国动脉硬化杂志, 2020, 28(9): 757-761.
- [68] Yang H Y, Zhang R, Jia C, *et al.* Neuronal protective effect of Songling Xuemaikang Capsules alone and in combination with carbamazepine on epilepsy in kainic acid-kindled rats [J]. *Pharm Biol*, 2019, 57(1): 22-28.
- [69] 马喆, 王思锦, 高永红, 等. 松龄血脉康胶囊对大鼠脑缺血再灌注损伤内质网应激凋亡相关蛋白的影响 [J]. 湖南中医药大学学报, 2021, 41(5): 685-690.
- [70] 陈一凡, 唐爽, 张清怡. 基于古今文献分析的松针食疗应用研究与展望 [J]. 亚太传统医药, 2018, 14(4): 75-79.

[责任编辑 崔艳丽]