

岗松、大叶桉及其药对中挥发油透皮成分的气相色谱 – 质谱联用分析

陈锋, 李嘉*, 柴玲

(广西壮族自治区中医药研究院 广西中药质量标准研究重点实验室, 南宁 530022)

摘要 目的: 对岗松、大叶桉及其药对中的挥发油进行透皮实验, 考察配伍、透皮前后化学成分的变化。方法: 采用水蒸气蒸馏法提取岗松、大叶桉药对及单味药材的挥发油, 再采用 Franz 扩散池法进行体外透皮实验, 并用 GC-MS 法进行分析。结果: 透皮接收液中鉴定出岗松 11 个成分、大叶桉 17 个成分、药对 12 个成分, 分别占挥发油总量的 97.03%、91.77%、98.62%; 1, 8- 桉叶素 (28.63%)、芳樟醇 (14.50%)、4- 松油醇 (31.83%)、 α - 松油醇 (15.80%) 等是岗松油的主要透皮成分; α - 蒎烯 (41.86%)、1, 8- 桉叶素 (12.48%)、 α - 松油醇 (13.99%)、4- 松油醇 (6.49%) 等是大叶桉油的主要透皮成分; 1, 8- 桉叶素 (50.81%)、4- 松油醇 (16.98%)、 α - 松油醇 (17.43%)、芳樟醇 (5.79%) 等是药对油的主要透皮成分。结论: 药对油的成分不是两味药油的直接相加; 岗松油、大叶桉油及药对油的化学成分的相对含量在透皮前后均有较大变化, 氧化芳樟醇、1, 8- 桉叶素、芳樟醇、4- 松油醇、 α - 松油醇等醇类物质更容易透过皮肤, 而烯类透过性差。

关键词: 岗松; 大叶桉; 药对; 挥发油; 体外透皮; 气相色谱 – 质谱

中图分类号: R 917

文献标识码: A

文章编号: 0254-1793 (2018) 11-1939-06

doi: 10.16155/j.0254-1793.2018.11.14

Analysis of transdermal components in volatile oil from
Baeckea frutescens L., *Eucalyptus robusta* Smith and
their herb couple by GC-MS

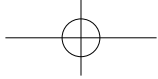
CHEN Feng, LI Jia*, CHAI Ling

(Guangxi Institute for Chinese Medicine & Pharmaceutical Sciences, Guangxi Key Laboratory
of the Quality Standard of Traditional Chinese Medicine, Nanning 530022, China)

Abstract **Objective:** To conduct the transdermal test of the volatile oil from *Baeckea frutescens* L., *Eucalyptus robusta* Smith and their couplet medicines by GC-MS, and investigate the composition changes before and after combination and transdermal. **Methods:** The volatile oil from *Baeckea frutescens* L., *Eucalyptus robusta* Smith and their couplet medicines were extracted by steam distillation. The permeation test *in vitro* was performed by Franz diffusion cell method and analyzed by GC-MS. **Results:** 11 components were identified in *Baeckea frutescens* L. (97.03%), 17 components were identified in *Eucalyptus robusta* Smith (91.77%) and 12 components were

* 通信作者 Tel: (0771) 5868986; E-mail: 1343157882@qq.com

第一作者 Tel: (0771) 5868986; E-mail: 120765361@qq.com



identified in their couplet medicines (98.62%); The main transdermal components in *Baeckea frutescens* L. were 1, 8-cineole (28.63%), linalol (14.50%), terpineol-4-ol (31.83%), α -terpineol (15.80%), etc.; The main transdermal components in *Eucalyptus robusta* Smith were α -pinene (41.86%), 1, 8-cineole (12.48%), α -terpineol (13.99%), terpineol-4-ol (6.49%), etc.; The main transdermal components in couplet medicines were 1, 8-cineole (50.81%), terpineol-4-ol (16.98%), α -terpineol (17.43%), linalol (5.79%), etc..

Conclusion: The compositions of the couplet medicines oil are not the direct addition of the components in separate herbs; The relative content of components in the oil of *Baeckea frutescens* L., *Eucalyptus robusta* Smith and their couplet medicines were changed greatly before and after transdermal. It is easier for the alcohols like linalool oxide, 1, 8-cineole, linalol, terpineol-4-ol and α -terpineol, ect. to penetrate through the skin. And the alkenes showed weak permeability.

Keywords: *Baeckea frutescens* L.; *Eucalyptus robusta* Smith; herb couple; volatile oil; *in vitro* transdermal; GC-MS

岗松、大叶桉药对多用于清热解毒、杀菌止痒的制剂中,如银胡感冒散、肠胃散、复方黄松洗液等,而挥发油是其主要有效成分。岗松油有明显的抗炎、抗菌作用^[1-4],能清热利湿、杀虫止痒^[5],其主要化学成分为蒎烯、1, 8-桉叶素、芳樟醇、松油醇、石竹烯等^[6];大叶桉油具有良好的抗虫、抑菌生物活性,其主要化学成分为萜类、萜醇、醚、酮类和酯等含氧化合物^[7-8],在配伍中常起到促渗、防腐的作用^[9],与常用的抗生素联合使用时能起到良好的协同作用^[10]。两味药材挥发油中都含有的1, 8-桉叶素,就被证明有明显的促透、协同起效的作用^[11-12]。药对配伍后提取出的成分与原药材相比可能有所变化,而且上述挥发油均可通过透皮吸收的方式发挥药效,目前药对成分分析、透皮的成分及透过情况均未见报道。本实验采用GC-MS联用技术可以分析岗松、大叶桉配伍前后挥发性成分的变化,再采用Franz扩散池法进行体外透皮实验^[13],分析透皮前后化学成分的变化,为药材、药对进一步探索药理作用及机制提供实验依据。

1 仪器与材料

气相色谱-质谱联用仪(Agilent 19091S-433型,美国安捷伦科技有限公司),可调式电热套(北京科伟永兴仪器有限公司),RYJ-6B型药物透皮扩散试验仪(上海黄海药检仪器有限公司)。

岗松和大叶桉购自广西源安堂药业有限公司,药材经广西中医药研究院中药所黄云峰副研究员鉴定,分别为桃金娘科岗松属植物岗松 *Baeckea frutescens* L. 和同科桉属植物大叶桉 *Eucalyptus robusta*

Smith, 石油醚(分析纯,国药集团化学试剂有限公司)。

裸鼠, SPF级, 20~25 g, 雌雄各半, 购于广西医科大学动物中心, 许可证号 SCXK 桂 2014-0002。

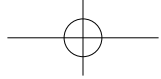
2 方法和结果

2.1 挥发油的提取 准确称取干燥岗松、大叶桉各100 g, 取岗松大叶桉药对(1:1)200 g, 分别加8倍水浸泡过夜, 以水蒸气蒸馏法分别提取4 h, 至挥发油不再增加为止。收集各样品, 用少量无水硫酸钠脱水。

2.2 GC-MS 色谱条件 HP-5MS 色谱柱(30 m × 250 μm × 0.25 μm), 柱温初始温度60℃; 以1.5℃·min⁻¹升至180℃; 然后以10℃·min⁻¹升至250℃。载气为氮气, 气化温度250℃, 流速1 mL·min⁻¹; 分流进样, 分流比5:1; 进样量0.2 μL。

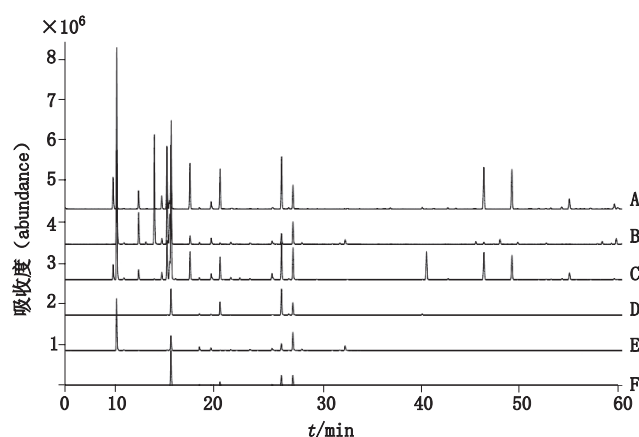
2.3 挥发油溶液的制备 精密移取上述3种挥发油各0.1 mL, 置2 mL量瓶中, 用石油醚定容至刻度, 摇匀, 备用。

2.4 体外透皮实验 脱颈处死裸鼠, 剥离皮肤, 小心除去皮下组织和脂肪, 用生理盐水反复洗净并浸于生理盐水中, 冷藏。用时提前取出解冻, 吸干表面水分, 固定于Franz扩散池上, 且角质层向上, 接收池加入搅拌子并充满含30%乙醇的生理盐水, 赶尽气泡, 平衡至设定温度, 供给池分别加入上述3种挥发油0.5 mL, 池口用PE膜密封, 扩散池容积6.5 mL, 面积2.54 cm², 水浴温度37℃, 转速300 r·min⁻¹。于6 h后取出接收池中全部溶液, 每次加石油醚1 mL, 萃取3次, 合并石油醚层, 移至5 mL量瓶中, 用石油醚定容至刻度, 摇匀, 再用少量无水硫酸钠脱水,



备用。

2.5 化学成分分析 取“2.3”和“2.4”项下的挥发油,按“2.2”项下色谱条件进行 GC-MS 分析,所得透皮供给液和接收液的总离子流图见图 1。数据分析在 MSD 色谱工作站进行,所分辨的质谱在 NIST11 标准质谱库中通过计算机检索并对照鉴定,按照面积归一化法计算其相对含量,3 种挥发油在配伍、透皮前后的各成分含量见表 1。



供给液 (supply solution): A. 岗松 (*Baeckea frutescens* L.) B. 大叶桉 (*Eucalyptus robusta* Smith) C. 药对 (couplet medicines)
接收液 (receiving solution): D. 岗松 (*Baeckea frutescens* L.) E. 大叶桉 (*Eucalyptus robusta* Smith) F. 药对 (couplet medicines)

图 1 总离子流图

Fig. 1 Total ion flow graph of transdermal test

用水蒸气蒸馏法,岗松、大叶桉和药对的挥发油提取率分别为 0.82%、0.61%、0.72%,从岗松、大叶桉、药对的挥发油分别鉴定出 24、28、27 个化合物,各样品已鉴定成分的面积之和占气相色谱总面积的相对百分含量分别为 90.54%、96.49%、92.27%。1, 8-桉叶素 (10.80%)、对伞花烃 (10.44%)、4-松油醇 (9.80%)、 β -石竹烯 (8.48%) 等是岗松挥发油的主要成分; α -蒎烯 (31.67%)、 α -水芹烯 (17.49%)、对伞花烃 (12.62%)、1, 8-桉叶素 (6.12%) 等是大叶桉挥发油的主要成分;1, 8-桉叶素 (24.17%)、 α -蒎烯 (19.63%)、4-松油醇 (6.13%)、对伞花烃 (6.00%) 是药对挥发油的主要成分。岗松、大叶桉和药对有 19 个相同成分,占药对油总量的 85.09%。药对油中有 3 个岗松和大叶桉都没有检出的成分,而 9 个岗松或大叶桉中原有的成分未被检出。

通过透皮实验,从上述 3 种挥发油对应的接收液中分别鉴定出 11、17、12 个化合物,占其气相色谱峰总面积的相对百分含量分别为 97.03%、91.77%、98.62%。1, 8-桉叶素 (28.63%)、芳樟醇 (14.50%)、4-松油醇 (31.83%)、 α -松油醇 (15.80%) 等是岗松油的主要透皮成分; α -蒎烯 (41.86%)、1, 8-桉叶素 (12.48%)、 α -松油醇 (13.99%)、4-松油醇 (6.49%) 等是大叶桉油的主要透皮成分;1, 8-桉叶素 (50.81%)、4-松油醇 (16.98%)、 α -松油醇 (17.43%)、芳樟醇 (5.79%) 等是药对油的主要透皮成分。

2.6 透皮效果的比较 在测定透皮前后岗松、大叶桉和药对的挥发油中各成分相对含量的基础上,运用数学方法推导出透过率关于相对含量的表达式^[14],来比较挥发油中各种成分的透皮效果。

$$\delta = \frac{\eta'}{\eta} C$$

其中 δ 为成分透过率, C 为挥发油总透过率, η' 为透皮后接收液中某成分的相对含量, η 为透皮前供给液中其对应成分的相对含量。按公式分别计算出岗松、大叶桉和药对的挥发油在透皮供给液与接收液中测量到的成分透过率,结果见表 2。

由表 2 结果可知,在 3 种挥发油透皮接收液中,氧化芳樟醇都是透过率最高的成分,除大叶桉中胡椒酮透过率较高外,3 种挥发油透过率高的成分基本相同,如 α -松油醇、4-松油醇、1, 8-桉叶素、冰片等。

3 讨论

岗松、大叶桉为同科植物,有许多相同的成分,但其药对油的成分不是两味药油直接相加,其中有的成分含量变低未检出或消失,也出现了新的成分,推测合煮过程中发生了化学反应,也有可能溶解度被改变^[15]。通过透皮实验,在已鉴定的成分中,岗松、大叶桉及药对分别有 13、11、15 个成分未能在接受液中检出。从透过的成分分析,醇类、酮类无论相对含量的高低,在透皮实验中均有较高的透过率;而烯类即使有高的相对含量,其透过率也普遍较低,说明醇类和酮类物质更容易透过皮肤,而烯类的透性差。本实验可为进一步研究挥发油经皮给药的药理作用及其机制提供参考。

表 1 岗松油、大叶桉油及药对油透皮实验前后的主要成分

Tab. 1 Main components of *Baeckea frutescens* L., *Eucalyptus robusta* Smith and their couplet medicines before and after transdermal test

序号 (No.)	成分名称 (component)	分子式 (molecular formula)	相对含量 (relative content) /%					
			挥发油 (volatile oil)			透皮接收液 (receiving solution of transdermal)		
			岗松 (<i>Baeckea</i> <i>frutescens</i> L.)	大叶桉 (<i>Eucalyptus</i> <i>robusta</i> Smith)	药对 (couplet medicines)	岗松 (<i>Baeckea</i> <i>frutescens</i> L.)	大叶桉 (<i>Eucalyptus</i> <i>robusta</i> Smith)	药对 (couplet medicines)
1	α -侧柏烯 (α -thujene)	C ₁₀ H ₁₆	5.22	0.09	2.17	—	—	—
2	α -蒎烯 (α -pinene)	C ₁₀ H ₁₆	3.86	31.67	19.63	—	41.86	0.13
3	莰烯 (camphene)	C ₁₀ H ₁₆	0.15	0.36	0.35	—	0.67	—
4	β -蒎烯 (β -pinene)	C ₁₀ H ₁₆	3.03	5.14	1.5	—	0.21	—
5	月桂烯 (myrcene)	C ₁₀ H ₁₆	—	0.39	—	—	—	—
6	α -水芹烯 (α -phellandrene)	C ₁₀ H ₁₆	0.21	17.49	0.14	—	0.09	—
7	α -松油烯 (α -terpinene)	C ₁₀ H ₁₆	2.24	1.04	1.14	—	—	—
8	对伞花烃 (<i>p</i> -cymene)	C ₁₀ H ₁₆	10.44	12.62	6.00	0.62	0.53	0.16
9	<i>d</i> -柠檬烯 (<i>d</i> -limonene)	C ₁₀ H ₁₆	1.27	5.01	2.28	—	0.46	—
10	1,8-桉叶素 (1,8-cineole)	C ₁₀ H ₁₈ O	10.80	6.12	24.17	28.63	12.48	50.81
11	γ -松油烯 (γ -terpinene)	C ₁₀ H ₁₆	7.63	1.48	4.28	0.23	—	—
12	氧化芳樟醇 (linalool oxide)	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	0.25	0.31	0.34	1.62	3.03	1.90
13	2-萜烯 (2-carene)	C ₁₀ H ₁₆	1.48	1.24	1.17	0.90	2.34	1.14
14	芳樟醇 (linalol)	C ₁₀ H ₁₈ O	6.70	0.28	3.44	14.50	0.45	5.79
15	小茴香醇 (fenchol)	C ₁₀ H ₁₈ O	0.15	0.51	0.407	0.31	0.89	0.39
16	龙脑烯醛 (campholenic aldehyde)	C ₁₀ H ₁₆ O	—	—	0.316	—	—	0.21
17	冰片 (borneol)	C ₁₀ H ₁₈ O	0.41	0.88	1.335	0.97	2.65	2.86
18	4-松油醇 (terpineol-4-ol)	C ₁₀ H ₁₈ O	9.80	2.03	6.13	31.83	6.49	16.98
19	对甲基苯异丙醇 (2-(4-methylphenyl)propan-2-ol)	C ₁₀ H ₁₄ O	0.27	0.11	0.19	1.62	0.41	0.82
20	α -松油醇 (α -terpineol)	C ₁₀ H ₁₈ O	4.40	4.14	5.36	15.80	13.99	17.43
21	香芹艾菊酮 (carvotanacetone)	C ₁₀ H ₁₆ O	—	0.26	—	—	0.53	—
22	胡椒酮 (piperitone)	C ₁₀ H ₁₆ O	—	1.02	—	—	4.69	—
23	α -葑烯 (α -cubebene)	C ₁₅ H ₂₄	0.28	—	0.22	—	—	—
24	α -古芸烯 (α -gurjunene)	C ₁₅ H ₂₄	—	0.53	—	—	—	—
25	β -石竹烯 (β -caryophyllene)	C ₁₅ H ₂₄	8.48	0.46	5.05	—	—	—
26	香树烯 ((-)-alloaromadendrene)	C ₁₅ H ₂₄	—	1.04	—	—	—	—
27	α -石竹烯 (α -caryophyllene)	C ₁₅ H ₂₄	8.30	—	4.58	—	—	—
28	香橙烯 (aromadendrene)	C ₁₅ H ₂₄	—	0.42	0.09	—	—	—
29	α -蛇床烯 (α -selinene)	C ₁₅ H ₂₄	—	—	0.15	—	—	—
30	喇叭烯 (ledene)	C ₁₅ H ₂₄	—	0.34	—	—	—	—
31	α -衣兰油烯 (α -muurolene)	C ₁₅ H ₂₄	—	—	0.13	—	—	—
32	δ -杜松烯 (δ -cadinene)	C ₁₅ H ₂₄	2.33	—	1.43	—	—	—
33	氧化石竹烯 (caryophyllene oxide)	C ₁₅ H ₂₄ O	1.27	—	—	—	—	—
34	γ -古芸烯 (γ -gurjunene)	C ₁₅ H ₂₄	—	1.29	—	—	—	—
35	γ -蛇床烯 (γ -selinene)	C ₁₅ H ₂₄	—	0.22	—	—	—	—
36	环氧化蛇麻烯 II (humulene oxide II)	C ₁₅ H ₂₄ O	1.57	—	0.27	—	—	—
合计 (total)			90.54	96.49	92.27	97.03	91.77	98.62

注 (note): “—”. 未检出或含量过低 (indicating undetected or low content)

表 2 岗松、大叶桉和药对的挥发油中部分成分透过率

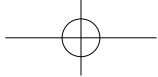
Tab. 2 Transmissivity of partial components in oil of *Baeckea frutescens* L.,
Eucalyptus robusta Smith and their couplet medicines

岗松 (<i>Baeckea frutescens</i> L.)	δ	大叶桉 (<i>Eucalyptus robusta</i> Smith)	δ	药对 (couplet medicines)	δ
氧化芳樟醇 (linalool oxide)	6.483C ₁	氧化芳樟醇 (linalool oxide)	9.77C ₂	氧化芳樟醇 (linalool oxide)	5.59C ₃
α - 松油醇 ((α -terpineol))	3.59C ₁	胡椒酮 (piperitone)	4.51C ₂	α - 松油醇 ((α -terpineol))	3.25C ₃
4- 松油醇 (4- 松油醇 (terpineol-4-ol))	3.25C ₁	α - 松油醇 ((α -terpineol))	3.38C ₂	4- 松油醇 (4- 松油醇 (terpineol-4-ol))	2.77C ₃
1, 8- 桉叶素 (1, 8-cineole)	2.65C ₁	4- 松油醇 (4- 松油醇 (terpineol-4-ol))	3.20C ₂	冰片 (borneol)	2.13C ₃
冰片 (borneol)	2.37C ₁	冰片 (borneol)	3.01C ₂	1, 8- 桉叶素 (1, 8-cineole)	2.10C ₃
芳樟醇 (linalol)	2.16C ₁	1, 8- 桉叶素 (1, 8-cineole)	2.04C ₂	芳樟醇 (linalol)	1.68C ₃
小茴香醇 (fenchol)	2.07C ₁	香芹艾菊酮 (carvotanacetone)	2.04C ₂	2- 萜烯 (2-carene)	0.97C ₃
2- 萜烯 (2-carene)	0.61C ₁	2- 萜烯 (2-carene)	1.89C ₂	小茴香醇 (fenchol)	0.96C ₃
对伞花烃 (<i>p</i> -cymene)	0.06C ₁	莰烯 (camphene)	1.86C ₂	龙脑烯醛 (campholenic aldehyde)	0.66C ₃
γ - 松油烯 (γ -terpinene)	0.03C ₁	小茴香醇 (fenchol)	1.75C ₂	对伞花烃 (<i>p</i> -cymene)	0.03C ₃
		芳樟醇 (linalol)	1.61C ₂		
		α - 蒎烯 (α -pinene)	1.32C ₂		
		<i>d</i> - 柠檬烯 (<i>d</i> -limonene)	0.09C ₂		
		对伞花烃 (<i>p</i> -cymene)	0.04C ₂		
		β - 蒎烯 (β -pinene)	0.04C ₂		

注 (notes): C₁. 岗松挥发油的总透过率 (total transmissivity of *Baeckea frutescens* L. oil); C₂. 大叶桉挥发油的总透过率 (total transmissivity of *Eucalyptus robusta* Smith oil); C₃. 药对挥发油的总透过率 (total transmissivity of couplet medicines oil)

参考文献

- [1] 周军, 韦桂宁, 周智, 等. 岗松油治疗阴道炎的实验研究[J]. 中药药理与临床, 2010, 26(3): 35
ZHOU J, WEI GN, ZHOU Z, et al. Experimental study on the treatment of vaginitis by the oil of *Baeckea frutescens* L [J]. Pharmacol Clin Chin Mater Med, 2010, 26(3): 35
- [2] 邱宏聪, 张伟, 赵冰冰, 等. 岗松总黄酮体内外抗炎作用研究[J]. 中药材, 2015, 38(8): 1712
QIU HC, ZHANG W, ZHAO BB, et al. Study on anti-inflammatory effect of total flavonoids from *Baeckea frutescens* L in vivo and in vitro [J]. J Chin Med Mater, 2015, 38(8): 1712
- [3] VU TT, KIM H, TRAN VK, et al. In vitro antibacterial activity of selected medicinal plants traditionally used in Vietnam against human pathogenic bacteria [J]. BMC Complement Altern Med, 2015, 16(1): 1
- [4] NOGUEIRA MN, AQUINO SG, ROSSA JC, et al. Terpinen-4-ol and alpha-terpineol (tea tree oil components) inhibit the production of IL-1 β , IL-6 and IL-10 on human macrophages [J]. Inflamm Res, 2014, 63(9): 769
- [5] 广西壮族自治区卫生厅. 广西中药材标准. 第二册[S]. 1996: 124
The Guangxi Zhuang Autonomous Region Health Department. Standard of Chinese Herbal Medicine in Guangxi. 2nd Vol[S]. 1996: 124
- [6] 刘布鸣, 赖茂祥, 梁凯妮, 等. 岗松油的气相色谱指纹图谱研究[J]. 中草药, 2005, 36(5): 696
LIU BM, LAI MX, LIANG KN, et al. Study on GC chromatographic fingerprint of *Baeckea frutescens* essential oil [J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2005, 36(5): 696
- [7] 叶舟. 大叶桉叶精油化学成分及其抑菌活性[J]. 福建林业学报, 2007, 27(1): 49
YE Z. Chemical constituents of the essential oil from the leaves of *Eucalyptus robusta* and its antimicrobial activity [J]. J Fujian Coll Forest, 2007, 27(1): 49
- [8] KIM JR. *Eucalyptus* oil-loaded microcapsules grafted to cotton fabrics for acaricidal effect against dermatophagoides farina [J]. J Microencapsulation, 2017, 34(3): 262
- [9] SAHU P, KASHAW SK, JAIN S, et al. Assessment of penetration



- potential of pH responsive double walled biodegradable nanogels coated with *Eucalyptus* oil for the controlled delivery of 5-fluorouracil; *In vitro* and *ex vivo* studies [J]. *J Controlled Release*, 2017, 253: 122
- [10] TANKEO SB, LACMATA ST, NOUMEDEM JA, *et al.* Antibacterial and antibiotic-potential activities of some Cameroonian food plants against multi-drug resistant gram-negative bacteria [J]. *Chin J Integr Med*, 2014, 20(7): 546
- [11] CASEY AL, KARPANEN TJ, CONWAY BR, *et al.* Enhanced chlorhexidine skin penetration with 1, 8-cineole [J]. *BMC Infect Dis*, 2017, 17(1): 350
- [12] HENDRY ER, WORTHINGTON T, CONWAY BR, *et al.* Antimicrobial efficacy of *Eucalyptus* oil and 1, 8-cineole alone and in combination with chlorhexidine digluconate against microorganisms grown in planktonic and biofilm cultures [J]. *J Antimicrob Chemother*, 2009, 64(6): 1219
- [13] 陈锋, 姜平川, 李嘉. 银胡感冒海绵剂的体外透皮实验 [J], 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(16): 31
- CHEN F, JIANG PC, LI J. *In vitro* transdermal test of Yinhu Ganmao Spongia [J]. *Chin J Exp Tradit Med Form*, 2013, 19(16): 31
- [14] 李杨, 王丽峰, 刘科攀, 等. GC-MS 考察羌活、独活及其药对中挥发油透皮成分及透皮效果 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(18): 50
- LI Y, WANG LF, LIU KP, *et al.* Investigation of transdermal effect and transdermal composition of volatile oil from *Notopterygium incisum*, *Angelica pubescens* and pair of them by GC-MS [J]. *Chin J Exp Tradit Med Form*, 2012, 18(18): 50
- [15] 冯敬群, 范秦鹤, 王喆. 含挥发油类中药的炮制研究 [J]. 中成药, 1995, 17(3): 16
- FENG JQ, FAN QH, WANG Z. Study on the processing of volatile oil in traditional Chinese medicine [J]. *Chin Tradit Pat Med*, 1995, 17(3): 16

(本文于 2017 年 7 月 26 日收到)