

薄荷-荆芥穗药对挥发油成分的 GC-MS 分析

段松冷¹, 曾蔚欣², 孙路路^{1*}

(首都医科大学附属北京世纪坛医院, 北京 100038)

[摘要] 目的:考察薄荷-荆芥穗配伍前后挥发油成分的变化,为薄荷-荆芥穗药对有效物质基础研究提供依据。方法:采用水蒸气蒸馏法提取了薄荷-荆芥穗药对、薄荷和荆芥穗单味药材的挥发油,通过 GC-MS 分析方法对二者配伍前后挥发油成分进行分析。结果:薄荷挥发油中确定了40个化合物,其中21个在药对挥发油中未检测到;荆芥穗挥发油中检测确定了27个化合物,其中6个在药对挥发油中未检测到;药对挥发油中确定了35个化合物,其中有5个新成分在单味药材挥发油中未检测到。结论:薄荷-荆芥穗药对挥发油的化学成分在组成及相对含量较单味药材均有一定变化,这些变化可能是煎煮过程中发生了某些物理或化学的变化。配伍后化合物组群的相应药效学还值得深入研究。

[关键词] 药对;薄荷;荆芥穗;挥发油;气相色谱质谱联用

[中图分类号] R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2015)11-0050-05

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2015110050

Chemical Constituents of Volatile Oils in Drug Pair of Menthae Haplocalycis Herba and Schizonepetae Spica by GC-MS DUAN Song-leng¹, ZENG Wei-xin², SUN Lu-lu^{1*} (*Beijing Shijitan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100038, China*)

[Abstract] **Objective:** To discuss the influence of drug compatibility on the components of the volatile oil in Menthae Haplocalycis Herba and Schizonepetae Spica, and to provide a basis for researching basis of effective material for the drug pair. **Method:** Steam distillation was used to extraction of the volatile oil Menthae Haplocalycis Herba, Schizonepetae Spica and their combination. GC-MS was used to analyze the volatile oil of them. **Result:** 40 compounds were identified from the volatile oil of Menthae Haplocalycis Herba, including 21 compounds were not detected from the drug pair oil; 27 compounds were identified from the volatile oil of Schizonepetae Spica, including 6 compounds were not detected from the drug pair oil. In volatile oil of the drug pair, there are 35 compounds were identified, including 5 new components that were not detected in volatile oil of single Medicinal herbs. **Conclusion:** There were some changes between the volatile oil of single Medicinal herbs and the volatile oil of the drug pair. These phenomena may be due to the occurrence of certain chemical reactions and physical changes in compatibility of decocting process. Further research is worth change compound group and the corresponding compatibility after decocting efficacy.

[Key words] drug pair; Menthae Haplocalycis Herba; Schizonepetae Spica; volatile oil; GC-MS

薄荷-荆芥穗药对常用在辛凉解表制剂,多种感冒制剂中包含此药对,如感冒清热颗粒^[1]、小儿上感合剂^[2]、辛凉冲剂^[2]等,多作为君臣药使用治疗外感风热类疾病。挥发油类是薄荷-荆芥穗药对的主要有效成分^[3]。文献检索结果显示,薄荷^[4-6]、荆芥穗^[7-9]单味药材挥发油的 GC-MS 分析已有报道,

而薄荷-荆芥穗药对挥发油的 GC-MS 分析未见报道。现代中药药对研究认为,药对功效的物质基础不等于单位药材的叠加,而是配伍后化学成分变化的结果^[12]。本研究参考相关文献^[11-12],采用 GC-MS 联用技术,分析二者配伍前后挥发油组成及各组分相对含量,为薄荷-荆芥穗药对有效物质基础研

[收稿日期] 20150107(015)

[基金项目] 首都卫生发展科研专项(首发 2011-2008-01)

[第一作者] 段松冷,硕士,从事中药学研究, Tel:010-63926179, E-mail:duansongleng@126.com

[通讯作者] *孙路路,硕士生导师,主任药师,从事药剂学及临床药学研究, Tel:010-63926362, E-mail:sunlulu@263.net

究提供了实验依据。

1 材料

薄荷、荆芥穗购自北京金崇光药业有限公司,经本院药检室曾蔚欣副主任中药师检验符合 2010 年版《中国药典》一部规定。Trace DSQ II 型气相-质谱联用仪(美国 Finnigan 公司)。试剂均为分析纯。

2 方法与结果

2.1 药对挥发油的提取 准确称取干燥的薄荷、荆芥穗各 50 g,混合,按《中国药典》2010 年版附录 X D 挥发油测定法,得浅黄色油状物。挥发油经无水乙醚稀释,用少许无水硫酸钠干燥。

2.2 单味药挥发油的提取 分别准确称取干燥的薄荷和荆芥穗各 50 g,按照上述方法提取。

2.3 GC-MS 分析色谱条件 气相色谱为 DB-1MS 色谱柱(0.25 mm × 30 m, 0.25 μm),柱温初始温度 50 °C,保持 3 min;以 20 °C · min⁻¹ 的速率升温至 250 °C,保持 20 min。载气为高纯氦气,气化温度 270 °C,流速 1.0 mL · min⁻¹。分流进样,分流比 1:2 010,进样 0.5 μL。

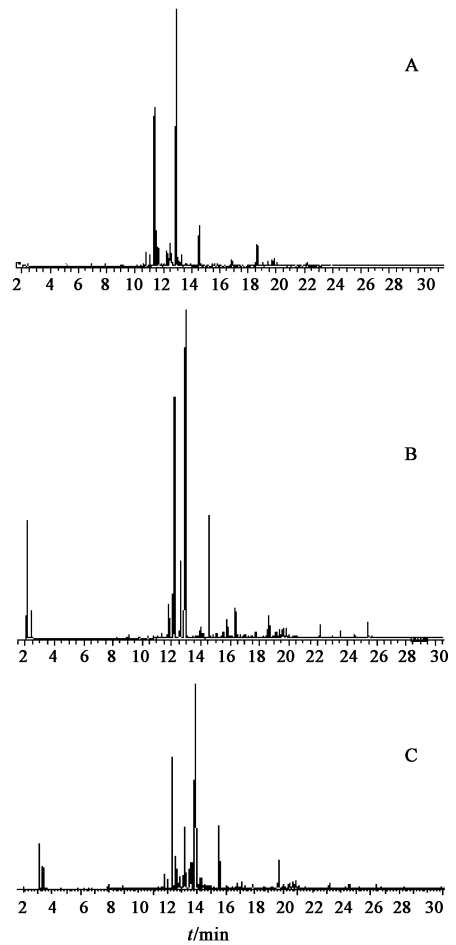
质谱条件为离子源 EI,轰击电压 70 eV,温度 200 °C,扫描质量范围为 *m/z* 40 ~ 610。采用 NIST 谱库检索,面积归一化法测定各组分的相对含量。

2.4 挥发油总离子流色谱 薄荷、荆芥穗、药对挥发油水蒸气蒸馏法提取率分别为 0.258%, 0.460%, 0.264%,取所得挥发油,按上述实验条件进样,对每个色谱峰的化合物给出特定的 MS 峰,得到薄荷、荆芥穗及药对的气相色谱-质谱总离子流色谱,见图 1。

2.5 挥发油化学成分分析 按照上述方法,采用 GC-MS 联用技术, NIST 谱库检索,面积归一化法测定各组分的相对百分含量。薄荷挥发油中分离出的 46 个峰,确定了 27 个化合物,占全油的 88.66%。荆芥穗挥发油中分离出的 95 个峰,确定了 40 个化合物,占峰面积的 86.04%。药对挥发油中分离出的 89 个峰,确定了 35 个化合物,占全油的 88.46%。三者的挥发油主要化学成分见表 1。

3 讨论

表 1 结果显示薄荷挥发油的主要组分有薄荷醇(39.48%),香芹草孟烯醇(18.05%),乙酸 2-甲基-5-异烯丙基-2-环己烯-1-酯(5.89%),3,7-二甲基-2-辛烯-1-醇(5.27%),*L*-薄荷酮(2.41%),反-1-甲基-4-异丙烯基-环己烯-2-醇(1.79%),石竹烯(1.61%),7 种成分占到总提取物的 74.5%。与文献对比^[4-6]产地和采收季节不同对薄荷挥发油成分



A. 薄荷; B. 荆芥穗; C. 薄荷-荆芥穗药对

图 1 挥发油总离子流

Fig. 1 Total ion current of the volatile oil

有一定的影响,但均以薄荷醇或薄荷酮为最主要成分,薄荷挥发油成分的种类有一定的稳定性。本研究所得荆芥穗挥发油的主要组分有胡薄荷酮(56.27%),*L*-薄荷酮(13.36%),4,6,6-三甲基-二环[3.1.1]庚-3-烯-2-酮(3.13%),异薄荷酮(2.64%),1',3',4'-三甲基-3'-环己烯甲醛(1.97%),左旋匙叶桉油烯醇(1.86%),2-丙烯基-4-甲基苯酚(1.35%),7 种成分占到总提取物的 80.58%。与文献结果^[7-8]相符,荆芥穗挥发油主要化学成分种类相对稳定。

本研究还对薄荷、荆芥穗配伍后挥发油的化学成分及含量进行了考察,结果表明二者配伍后对其挥发油的化学成分及含量均有一定影响。药对挥发油中可能来自薄荷的化学成分有 10 种,其中含量较高的成分有 2-甲基-5-异丙烯基-环己烷-1-醇(5.70%),2-甲基-5-异丙烯基-环己烯-1-酮(1.29%)和乙酸 5-甲基-2-异丙基环己烷-1-酯(0.35%)等。可能来自荆芥穗的化学成分有 9 种,

表 1 挥发油化学成分 GC-MS 分析

Table 1 GC-MS result of the component in the volatile oil

化合物名称	分子式	药对 RT/RPC(%)	薄荷 RT/RPC(%)	荆芥穗 RT/RPC(%)
3-甲基环戊酮 3-methyl-cyclopentanone	C ₆ H ₁₀ O	4.75/0.06	-	-
3-甲基环己烷 3-methyl-cyclohexane	C ₇ H ₁₂ O	6.91/0.3	-	6.91/0.19
3-羟基辛烯 3-hydroxy-octene	C ₈ H ₁₆ O	7.89/0.27	-	7.9/0.27
4,5-二甲基-2-环己烯-1-酮 4,5-dimethyl-2-cyclohexene-1-one	C ₈ H ₁₂ O	9.01/0.19	-	-
1-甲基-4-异丙烯基-环戊烯 1-methyl-4-isopropenyl-cyclopentene	C ₁₀ H ₁₆	9.11/0.1	9.10/0.13	-
1-辛醇 1-octanol	C ₈ H ₁₈ O	-	9.81/0.07	-
3,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-醇 3,7-dimethyl-1,6-octadien-3-ol	C ₁₀ H ₁₈ O	10.39/0.15	10.39/0.32	-
乙酸-1-辛烯酯 acetic acid oct-1-enyl ester	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	10.61/0.14	-	10.60/0.17
5-甲基-2-异丙烯基-环己烯-1-醇 5-methyl-2-isopropenyl-cyclohexene-1-ol	C ₁₀ H ₁₆ O	10.76/0.92	-	-
反-1-甲基-4-异丙烯基-环己烯-2-醇 trans-1-methyl-4-isopropenyl-cyclohexene-2-ol	C ₁₀ H ₁₆ O	-	10.76/1.79	10.76/1.09
顺-1-甲基-4-异丙烯基-环己烯-2-醇 cis-1-methyl-4-isopropenyl-cyclohexene-2-ol	C ₁₀ H ₁₆ O	11.02/0.67	11.02/0.17	11.01/0.95
L-薄荷酮 L-menthone	C ₁₀ H ₁₈ O	11.36/9.62	11.33/2.41	11.36/13.36
异薄荷酮 isomenthone	C ₁₀ H ₁₈ O	11.51/2.01	-	11.52/2.64
1',3',4'-三甲基-3'-环己烯甲醛 1',3',4'-trimethyl-3'-cyclohexene-formaldehyde	C ₁₀ H ₁₆ O	11.66/1.80	-	11.65/1.97
3,7-二甲基-2-辛烯-1-醇 3,7-dimethyl-2-octadien-1-ol	C ₁₀ H ₂₀ O	-	11.68/5.27	-
薄荷醇 menthol	C ₁₀ H ₂₀ O	-	11.81/39.48	11.81/0.98
香芹草孟烯醇 4-carvomentheno	C ₁₀ H ₁₈ O	-	11.89/18.05	-
2-甲基-5-异丙烯基-环己烯-1-酮 2-methyl-5-isopropenyl-cyclohexene-1-one	C ₁₀ H ₁₆ O	12.06/1.29	12.07/0.13	-
2-甲基-5-异丙烯基-环己烷-1-醇 2-methyl-5-isopropenyl-cyclohexane-1-ol	C ₁₀ H ₁₈ O	12.19/5.7	12.20/0.13	-
2-丙烯基-4-甲基苯酚 2-propenyl-4-methyl-phenol	C ₁₀ H ₁₂ O	-	-	12.54/1.35
反-1-甲基-5-异丙烯基-环己烯-2-醇 trans-1-methyl-5-isopropenyl-cyclohexene-2-ol	C ₁₀ H ₁₆ O	12.63/2.17	12.64/0.09	12.62/0.76
胡薄荷酮 isopulegone	C ₁₀ H ₁₆ O	12.94/47.5	-	12.94/56.27
2-甲基-5-异丙烯基-2-环己烯-1-酮 2-methyl-5-isopropenyl-2-cyclohexene-1-one	C ₁₀ H ₁₆ O	-	12.97/0.11	-
5-甲基-2-异丙基-3-环己烯-1-酮 5-methyl-2-isopropyl-2-cyclohexene-1-one	C ₁₀ H ₁₆ O	-	13.11/0.13	-
4-甲基-2-乙酰基-环戊烷-1,3-二酮 2-acetyl-4-methyl-cyclopentane-1,3-dione	C ₈ H ₁₀ O ₃	13.27/0.88	-	13.27/1.27
1-(2-羟基-5-甲基苯基)乙酮 1-(2-hydroxy-5-methyl-phenyl)-ethanone	C ₉ H ₁₀ O ₂	13.44/0.23	-	13.43/0.22
1-癸醇 1-decanol	C ₁₀ H ₂₂ O	-	13.61/0.13	-
5-甲基-2-异丙基苯酚 5-methyl-2-isopropyl-phenol	C ₁₀ H ₁₆ O	-	13.82/0.09	-
乙酸 5-甲基-2-异丙烯基-4-己烯-1-酯 acetic acid 5-methyl-2-isopropenyl-4-hexene-1-ester	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	-	13.89/0.11	-
1-异丙基-4-甲烯基-二环[3.1.0]己-2-烯 1-isopropyl-4-methylene-bicyclo[3.1.0]hex-2-ene	C ₁₀ H ₁₄	-	-	13.90/0.21
乙酸 5-甲基-2-异丙基环己烷-1-酯 acetic acid 5-methyl-2-isopropyl-cyclohexane-1-ester	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	14.00/0.35	13.99/0.77	-
2,5,5,8a-四甲基-3,4,4a,5,6,8a-六氢代-色原烯 2,5,5,8a-tetramethyl-3,4,4a,5,6,8a-6H-chromene	C ₁₃ H ₂₂ O	-	14.07/0.21	-
乙酸 2-甲基-5-异丙烯基-2-环己烯-1-酯 acetic acid 2-methyl-5-isopropenyl-2-cyclohexene-1-ester	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	14.20/0.08	14.56/5.89	-
2-甲氧基-4-烯丙基苯酚 2-methoxy-4-allyl-phenol	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	-	14.85/0.26	-

续表 1

化合物名称	分子式	药对 RT/RPC(%)	薄荷 RT/RPC(%)	荆芥穗 RT/RPC(%)
4-甲基-2-甲烯基-1-异丙烯基环己烷 4-methyl-2-methylene-1-isopropyl-cyclohexane	C ₁₁ H ₁₈	14.54/4.08	-	-
4,6,6-三甲基-二环[3.1.1]庚-3-烯-2-酮 4,6,6-trimethyl-bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-one	C ₁₀ H ₁₄ O	-	-	14.54/3.13
乙酸 2-甲基-5-异烯丙基环己烷-1-酯 aceticacid2-methyl-5-isopropenyl-cyclohexane-1-ester	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	15.09/0.3	15.09/0.34	-
(E)-1-(2,6,6-三甲基-1,3-环己二烯)-2-丁烯-1-酮 (E)-1-(2,6,6-trimethyl-1,3-cyclohexadiene-1-yl)-2-buten-1-one	C ₁₃ H ₁₈ O	-	15.43/0.09	-
3-甲基-2-(2-戊烯)基-2-环戊烯酮 3-methyl-2-(2-pentenyl)-2-cyclopentene-one	C ₁₁ H ₁₆ O	15.49/0.18	-	15.49/0.11
7-异丙基-3b-甲基-1-甲烯基-三环[3.0.4.0]十一碳烷 7-isopropyl-3b-methyl-1-methylene-tricyclo[3.0.4.0]undecane	C ₁₅ H ₂₄	15.80/0.32	15.79/0.89	15.79/0.16
1-甲基-1-乙烯基-2,4-二异烯丙基环己醇 1-methyl-1-vinyl-2,4-diisopropenyl-cyclopentane	C ₁₅ H ₂₄	15.86/0.17	15.86/0.60	-
8a-甲基-十氢代-萘醛缩-2-酮 8a-methyl-octahydro-naphthalen-2-one	C ₁₁ H ₂₂ O	16.13/0.52	-	-
石竹烯 caryophyllene	C ₁₅ H ₂₄	16.35/0.26	16.34/1.61	16.34/0.12
3-甲基丁酸辛酯 3-methyl-butyric-acid octyl ester	C ₁₃ H ₂₆ O ₂	-	16.41/0.11	-
4-甲基-3-甲烯基-十氢代-环戊烷[1,3]环丙烷[1,2]苯 4-methyl-3-methylene-octahydro-cycopenta[1,3]cyclopropan[1,2]benzene	C ₁₅ H ₂₄	-	16.49/0.22	-
1,2,3,4,4a,5,6,8a-八氢代-7-甲基-4-甲烯基-1-异丙基-萘 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-7-methyl-4-methylene-1-isopropyl-naphthalene	C ₁₅ H ₂₄	-	16.71/0.19	-
1.5.9.9-四甲基-1,4,7-十一碳环三烯 1.5.9.9-tetramethyl-cycloundeca-1,4,7-triene		-	16.86/0.09	-
白苏味喃 mint furanone	C ₁₀ H ₁₄ O ₂	16.85/0.37	-	16.85/1.00
1-(2-羟基-4,5-二甲苯酚)乙醛 1-(2-hydroxy-4,5-dimethyl)-ethanone	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	16.90/0.24	-	16.89/-
1,2,3,4,4a,5,6,7-八氢代-7-甲烯基-4-甲基-1-异丙基-萘 1,2,3,4,4a,5,6,7-octahydro-7-methylene-4-methyl-1-isopropyl-naphthalene	C ₁₅ H ₂₄	-	16.98/0.20	-
(E)-4-(2,6,6-三甲基-1-环己烯基)-3-丁烯-2-酮 (E)-4-(2,6,6-trimethyl-1-cyclohexen-1-yl)-3-buten-2-one	C ₁₃ H ₂₀ O	-	17.05/0.18	-
1,6-二甲基-4-异丙基-1,2,3,4-四氢代萘 1,6-dimethyl-4-isopropyl-1,2,3,4-tetrahydro-naphthenene	C ₁₅ H ₂₂	17.77/0.18	17.77/0.31	-
左旋匙叶桉油烯醇 (-)-spathulenol	C ₁₅ H ₂₄ O	18.57/0.35	18.56/0.42	18.56/1.86
4,12,12-三甲基-9-甲烯基-五氧代-三环[8.2.0.0 ^{4,6}]十二烷 4,12,12-trimethyl-9-methylene-5-oxa-tricyclo[8.2.0.0 ^{4,6}]dodecane	C ₁₅ H ₂₄ O	18.67/1.99	18.67/1.19	18.67/0.48
4,7-二甲基-1-异丙基-4a-羟基-1,2,4,5,6,8a-六氢代-萘 4,7-dimethyl-1-isopropyl-4a-hydroxy-1,2,4,5,6,8a-hexahydro-naphthalene	C ₁₅ H ₂₄ O	-	19.14/0.33	-
1,6-二甲基-1-羟基-4-异丙基-1,2,3,4,4a,7,8,8a-八氢代-萘 1,6-dimethyl-1-hydroxy-4-isopropyl-1,2,3,4,4a,7,8,8a-octahydro-naphthalene	C ₁₅ H ₂₆ O	-	19.63/0.52	-
6-异丙基-4,8a-二甲基-1,2,3,5,6,7,8,8a-8H-萘甲叉基-2-酮 6-isopropyl-4,8a-dimethyl-1,2,3,5,6,7,8,8a-8H-naphthalen-2-ol	C ₁₅ H ₂₄ O	-	-	20.04/0.33
6,10,14-三甲基-2-十五碳酮 6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone	C ₁₈ H ₃₆ O	22.18/0.49	22.17/0.81	22.18/0.32
棕榈酸 hexadecanoic acid	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	23.55/0.47	23.56/0.49	22.53/0.2
3,7,11,15-四甲基-2-十六碳烯-1-醇 3,7,11,15-tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	C ₂₀ H ₄₀ O	25.42/0.26	25.41/0.91	25.41/-

注:RT 为保留时间;RPC 为相对质量分数;- 为未检出。

其中含量较高的成分有胡薄荷酮(47.5%),1',3',4'-三甲基-3'-环己烯甲醛(1.80%)和4-甲基-2-乙酰基-环戊烷-1,3-二酮(0.88%)等;可能同时来自薄荷和荆芥穗的成分有10种,其中含量较高的成分有L-薄荷酮(9.62%),反-1-甲基-5-异丙烯基-环己烯-2-醇(2.17%),4,12,12-三甲基-9-甲烯基-五氧代-三环[8.2.0.04,6]十二烷(1.99%);药对挥发油中还出现了5种单味药中没有的新的化学成分,它们是4-甲基-2-甲烯基-1-异丙烯基环己烷(4.08%),5-甲基-2-异丙烯基-环己烯-1-醇(0.92%),8a-甲基-十氢代-萘醛缩-2-酮(0.52%),5-甲基-2-异烯丙基-环己烷-1-酮(0.19%),和3-甲基环戊酮(0.06%)。药对挥发油中新化学成分的出现推测是由于合煎过程中发生的氧化反应、还原反应、水解反应及衍生化等化学反应和增溶、助溶作用等物理作用^[13]。化学反应可能产生了新的化学成分,物理作用使单味药中的某些化学成分在配伍后溶出率提高,因此,单味药中含量很低而未能检测到的挥发性成分,在药对挥发油中产生或者含量提高而可被检测。

研究结果还表明,单味药材薄荷挥发油中检出的21种成分在药对挥发油中未检出,其中含量较高的有薄荷醇(39.48%),香芹草孟烯醇(18.05%),3,7-二甲基-2-辛烯-1-醇(5.27%)等;单味药材荆芥穗中检出的6种成分在药对挥发油中未检出,其中含量较高的有4,6,6-三甲基-二环[3.1.1]庚-3-烯-2-酮(3.13%),2-丙烯基-4-甲基苯酚(1.35%),反-1-甲基-4-异丙烯基-环己烯-2-醇(1.09%)等。这些成分可能是在合煎过程中由于温度、光线、溶媒等的作用发生的化学反应,使结构发生的变化,也可能是其在药对总挥发油中所占比例太低未能检出。

分析单味药材薄荷、荆芥穗及薄荷-荆芥穗药对挥发性成分的化学结构,可见每个单味药含有特定的活性化合物群(例如分子式为 $C_{10}H_{16}O$, $C_{10}H_{18}O$, $C_{10}H_{20}O$ 等的同分异构体有多个)。配伍后,在合煎过程中,可能由于发生了化学反应与物理变化,形成新的活性化合物群,它与单味药的活性化合物群在量与质方面均存在差别。这些量与质的差别可能是薄荷-荆芥穗药对在药效上区别于单味药材的

物质基础。两单味药在合煎过程中发生了什么样的化学反应和物理变化,不同的化合物群在药效学上发挥着什么样的作用,还值得深入研究。

[参考文献]

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部[S]. 北京:中国医药科技出版社,2010:1185.
- [2] 北京市卫生局. 医疗单位制剂规程[M]. 北京:北京市卫生局印,45,189.
- [3] 沈映君. 解表中药方剂研究[M]. 北京:中国医药出版社,2005:198.
- [4] 徐玉婷. 湖北栽培薄荷挥发油化学成分气相色谱-质谱分析[J]. 湖北中医药大学学报, 2011, 13(2): 26-28.
- [5] 安秋荣, 郭志峰, 彭玉谦. 夏、秋季薄荷挥发油成分的对比较研究[J]. 河北大学学报:自然科学版, 2000, 20(4):351-354.
- [6] 靳有才, 庆易薇, 郭珍. 青海野生薄荷挥发油成分GC-MS分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(23):143-146.
- [7] 陈赞, 江周虹, 田景奎, 等. 荆芥穗挥发性成分的GC-MS分析[J]. 中药材, 2006, 29(2):140-142.
- [8] 于萍, 邱琴, 崔兆杰, 等. GC/MS法分析山东荆芥穗挥发油化学成分[J]. 中成药, 2002, 24(12):959-962.
- [9] 刘向前, 李尚玫, 李钟泌, 等. 荆芥不同部位挥发油成分研究[J]. 中药材, 2008, 39(10):1472-1473.
- [10] 李伟霞, 唐于平, 刘立, 等. 药对研究(Ⅲ)——药对的功效物质基础[J]. 中国中药杂志, 2013, 38(24): 4196-4202.
- [11] 李国辉, 李晓如, 谭斌斌, 等. 药对荆芥-桂枝挥发油成分的气相色谱-质谱和化学计量学方法分析[J]. 时珍国医国药, 2009, 20(3):688-690.
- [12] 田连起, 黄鹤归, 叶晓川, 等. 桂枝-生姜药对SFE- CO_2 萃取物体外抗甲型流感病毒(H1N1)及GC/MS研究[J]. 中国医院药学杂志, 2012, 32(14):1100-1104.
- [13] Marongiu B, Piras A, Porcedda S, et al. Chemical composition of the essential oil and supercritical CO_2 extract of *Commiphora myrrha* (Nees) Engl. and of *Acorus calamus* L [J]. J Agr Food Chem, 2005, 53(20):7939-7943.

[责任编辑 顾雪竹]