

# 全封闭、免处理的HS-GC法测定痱子粉中樟脑、薄荷脑的含量

刘俊霞<sup>1\*</sup>, 杜朝辉<sup>2</sup>, 冉丛聪<sup>2</sup>, 蒋 晔<sup>2#</sup> (1. 石家庄市第一医院药剂科, 石家庄 050011, 2. 河北医科大学药学院, 石家庄 050017)

中图分类号 R927.2 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2016)09-1282-04

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2016.09.41

**摘要** 目的: 建立一种用于痱子粉中樟脑、薄荷脑含量测定的全封闭、免处理的定量分析方法。方法: 采用顶空气相色谱法, 以正辛醇为内标, 以1-乙基-3-甲基咪唑四氟硼酸盐为顶空溶剂。色谱柱为PEG-20M毛细管柱, 检测器为氢火焰离子化检测器, 平衡温度为140℃, 平衡时间为30 min, 柱温为160℃, 进样口温度为170℃, 检测器温度为200℃, 载气为氮气, 流速为41 ml/min, 分流比为18:1, 顶空进样体积为1 ml。结果: 樟脑、薄荷脑检测质量浓度线性范围分别为 $5.15 \times 10^{-3} \sim 515$ 、 $5.40 \times 10^{-3} \sim 540$   $\mu\text{g/ml}$  ( $r=0.9984$ ,  $0.9982$ ); 精密度、稳定性、重复性试验的RSD $<2\%$ ; 回收率分别为99.0%~101.3%、98.3%~101.9%, RSD分别为0.9%、1.2% ( $n=9$ )。结论: 该方法简单、准确、灵敏、重复性好, 适用于痱子粉中樟脑、薄荷脑的含量测定, 为固体药物制剂中半挥发性成分的定量分析提供了一个准确、可靠的分析手段。

**关键词** 顶空气相色谱法; 全封闭; 免处理; 痱子粉; 樟脑; 薄荷脑; 固体药物制剂; 半挥发性成分

## Contents Determination of Camphor and Menthol in Prickly Heat Powder by Fully Enclosed and Free Treatment HS-GC

LIU Junxia<sup>1</sup>, DU Chaohui<sup>2</sup>, RAN Congcong<sup>2</sup>, JIANG Ye<sup>2</sup> (1. Dept. of Pharmacy, the First Hospital of Shijiazhuang, Shijiazhuang 050011, China; 2. School of Pharmacy, Hebei Medical University, Shijiazhuang 050017, China)

**ABSTRACT** OBJECTIVE: To establish a fully enclosed and free treatment quantitative analysis method for the contents determination of camphor and menthol in Prickly heat powder. METHODS: GC chromatography was conducted with internal standard of N-butanol and headspace solvent of 1-ethyl-3-methylimidazolium tetrafluoroborate. The column was PEG-20M capillary column, detector was hydrogen flame ionization detector, equilibrium temperature was 140℃, equilibrium time was 30 min, the column temperature was 160℃, the inlet temperature was 170℃, the detector temperature was 200℃, carrier gas was nitrogen, flow rate was 41 ml/min, split ratio was 18:1, and the headspace volume was 1 ml. RESULTS: The linear range was  $5.15 \times 10^{-3} \sim 515$   $\mu\text{g/ml}$  ( $r=0.9984$ ) both for camphor and  $5.40 \times 10^{-3} \sim 540$   $\mu\text{g/ml}$  ( $r=0.9982$ ) for menthol; RSDs of precision, stability and reproducibility tests were lower than 2%; recoveries were 99.0%-101.3% (RSD=0.9%,  $n=9$ ) and 98.3%-101.9% (RSD=1.2%,  $n=9$ ), respectively. CONCLUSIONS: This method is simple, accurate, sensitive and reproducible, and can be used for the contents determination of camphor and menthol in Prickly heat powder, which provides an accurate and reliable analysis method for the quantitative analysis of semi-volatile components in solid pharmaceutical preparations.

**KEYWORDS** Headspace gas chromatography; Fully enclosed; Free treatment; Prickly heat powder; Camphor; Menthol; Solid pharmaceutical preparation; Semi-volatile component

固体药物制剂如粉剂、散剂、膏剂中的挥发、半挥发性成分通常采用回流提取<sup>[1-2]</sup>和超声提取<sup>[3]</sup>等方法处理后, 用直接进样气相色谱(GC)法分析<sup>[4-6]</sup>, 其处理步骤烦琐、耗时, 且在敞开

的提取与过滤体系中, 由于挥发性成分的挥发损失, 极易造成样品信息失真<sup>[7]</sup>, 即测定结果不准确。此外, 进样溶液中所含的少量的难挥发或不挥发性基质也易污染色谱系统, 缩短色

定, 结果样品中有2批检出甲苯, 但甲苯含量均远小于理论计算限量, 样品安全性较好。

综上所述, 本方法简便、快捷、准确, 可用于注射用血栓通(冻干)中有机溶剂苯、甲苯、对二甲苯、邻二甲苯、苯乙烯、1,2-二乙基苯、二乙烯苯残留量的测定。

### 参考文献

[1] ICH 指导委员会. 药品注册的国际技术要求: 质量部分[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2000: 87-87.

\* 主管药师。研究方向: 药物质量与控制。E-mail: 394580155@qq.com

# 通信作者: 教授, 硕士生导师。研究方向: 药物质量与控制。电话: 0311-86266069。E-mail: jiangye@hebm.edu.cn

[2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 二部[S]. 2010年版. 北京: 中国医药科技出版社, 2010: 686、附录61-65.

[3] 冯有龙, 曹玲, 伍乃英. 茵栀黄注射液中有有机溶剂残留的顶空毛细管气相色谱法测定[J]. 中国医药工业杂志, 2011, 42(3): 212.

[4] 王金玉, 韩斌丽, 郑昆, 等. 气相色谱法测定凡德他尼原料药中8种有机溶剂残留量[J]. 中国药房, 2015, 26(13): 1220.

[5] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 一部[S]. 2015年版. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 392.

(收稿日期: 2015-03-10 修回日期: 2016-01-18)

(编辑: 刘柳)

谱柱的使用寿命,影响测定结果的重复性和准确性<sup>[8]</sup>。因此,顶空气相色谱(HS-GC)法代替直接进样GC法是目前固体药物制剂中挥发性成分分析的首选。然而,传统顶空溶剂如水,只能用于水溶性样品的分析,且受到水的沸点限制,不适用于高沸点半挥发性成分的分析。虽然*N,N*-二甲基甲酰胺(DMF)、二甲基亚砜(DMSO)等溶剂可用于某些高沸点难挥发性成分和难溶于水的固体样品顶空分析,但溶剂本身挥发所产生的宽大的溶剂峰及其所含挥发性杂质产生的较多干扰峰,增加了待测物的分离难度;此外,溶剂和待测成分间强烈的范德华力相互作用及高温下溶剂较高的蒸气压也会进一步抑制待测成分的顶空释放,导致顶空效率降低,分析灵敏度和回收率降低。因此,建立一种封闭的、免处理的HS-GC法用于固体药物制剂中半挥发性成分的定量分析,是提高其半挥发性成分分析灵敏度和重复性的关键。

痱子粉是人们日常生活中常用的皮肤科外用制剂,是一种含有半挥发性成分樟脑、薄荷脑的固体药物制剂。本试验建立了一种以离子液体(ILs)为顶空溶剂,直接将固体药物制剂痱子粉封闭于顶空系统中,通过在较高的温度下,将樟脑、薄荷脑溶解进而进行顶空释放,从而实现进样分析的方法。本方法不仅有较高的顶空效率,而且克服了直接进样GC法中难挥发或不挥发基质对色谱柱的影响,同时避免了敞开的前处理操作带来的待测成分挥发损失,提高了分析灵敏度和回收率,具有较好的重复性。

## 1 材料

### 1.1 仪器

GC7900型GC仪,包括D7900P色谱工作站、氢火焰离子化检测器(FID)(上海天美科学仪器有限公司);DK-3001B型半自动顶空进样器(北京中兴分析仪器研究所);20 ml顶空瓶、聚四氟乙烯膜橡胶垫、铝盖(北京分析仪器厂);BP211D型电子天平(德国赛多利斯公司)。

### 1.2 药品与试剂

樟脑、薄荷脑对照品(中国食品药品检定研究院,批号:110747-200106、110728-200506,纯度均≥98%);正辛醇(内标,色谱纯,上海宝曼生物科技有限公司);痱子粉样品(河北医科大学药学院药物分析实验室自制,批号:20138501、20138502、20138503);滑石粉原料(分析纯,上海雅吉生物科技有限公司);氧化锌原料(分析纯,天津市北辰方正试剂厂);硼酸原料(分析纯,上海硼砂厂);1-乙基-3-甲基咪唑四氟硼酸盐([Emim][BF<sub>4</sub>])(分析纯,上海成捷化学有限公司);水为重蒸水。

## 2 方法与结果

### 2.1 色谱条件

色谱柱:PEG-20M毛细管柱(50 m×0.53 mm,1 μm);检测器:FID;平衡温度:140 ℃;平衡时间:30 min;柱温:160 ℃;进样口温度:170 ℃;检测器温度:200 ℃;载气:氮气;流速:41 ml/min;分流比:18:1;顶空进样体积:1 ml。

### 2.2 溶液的制备

2.2.1 内标溶液 精密称取正辛醇适量,置于25 ml量瓶中,用[Emim][BF<sub>4</sub>]稀释至刻度,即得质量浓度为0.75 mg/ml的内标溶液。

2.2.2 混合对照品溶液 分别精密称取樟脑和薄荷脑对照品各适量,置于同一10 ml量瓶中,用[Emim][BF<sub>4</sub>]稀释至刻度,摇匀,即得樟脑和薄荷脑质量浓度分别为1.03、1.08 mg/ml的混合对照品贮备液。分别精密量取上述混合对照品贮备液和内标溶液各适量,置于20 ml顶空瓶中,混匀,即得。

2.2.3 供试品溶液 精密量取1 ml含有内标物浓度为0.3 mg/ml的[Emim][BF<sub>4</sub>]溶液,置于20 ml顶空瓶中,再精密称取样品0.5 g,置于该顶空瓶中,将固液两相混合,即得。

2.2.4 空白溶液 按照处方及工艺制备缺樟脑和薄荷脑的空白样品适量,精密称取0.5 g,置于20 ml顶空瓶中,精密量取1 ml[Emim][BF<sub>4</sub>]溶液置于顶空瓶中,将固液两相混合,即得。

### 2.3 系统适用性试验

取“2.2”项下空白溶液、混合对照品溶液和供试品溶液适量,于140 ℃下平衡30 min,抽取顶空气体1 ml,分别按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录色谱,详见图1。结果表明,各待测成分峰和内标峰之间分离良好,分离度均大于2.0,理论板数以薄荷脑峰计大于20 000。

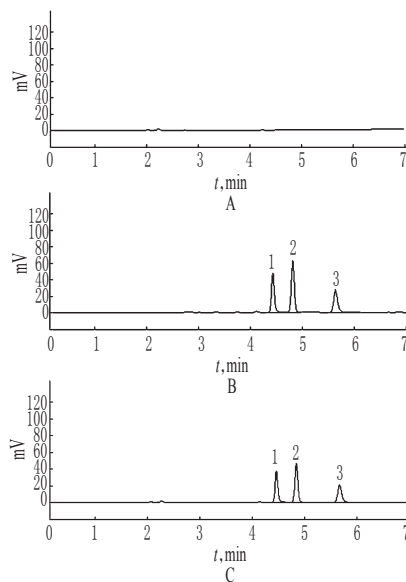


图1 气相色谱图

A.空白溶液;B.混合对照品溶液;C.供试品溶液;1.内标溶液;2.樟脑;3.薄荷脑

Fig 1 GC chromatograms

A.blank solution; B.standard substance solution; C.test sample solution; 1.internal standard; 2.camphor; 3.menthol

### 2.4 线性关系考察

精密量取“2.2.2”项下混合对照品贮备液适量,置于10 ml量瓶中,用[Emim][BF<sub>4</sub>]逐级稀释制得樟脑质量浓度分别为5.15、51.5、0.515、5.15、51.5、515 μg/ml和薄荷脑质量浓度分别为5.40、54.0、0.540、5.40、54.0、540 μg/ml的系列混合对照品溶液。精密量取上述系列混合对照品溶液1 ml,置于20 ml顶空瓶中,用涂布有硅橡胶的聚四氟乙烯隔片密封,于140 ℃下静态平衡30 min后,抽取顶空气体1 ml,按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积,以质量浓度(*x*, μg/ml)为横坐标、待测成分与内标峰面积之比(*y*)为纵坐标进行线性回归,得樟脑、薄荷脑的回归方程分别为 $y=4.21x-0.0704$  ( $r=0.9984$ )、 $y=3.20x-0.0257$  ( $r=0.9982$ )。结果表明,樟脑、薄荷脑检测质量浓度线性范围分别为 $5.15\times 10^{-3}\sim 515$ 、 $5.40\times 10^{-3}\sim 540$  μg/ml。

### 2.5 定量限和检测限

取“2.4”项下樟脑(5.15 ng/ml)和薄荷脑(5.40 ng/ml)混合对照品溶液逐级倍比稀释,按“2.1”项下色谱条件进样测定,以信噪比为10计,得樟脑和薄荷脑的定量限分别为5.15、5.40 ng/ml;以信噪比为3计,得樟脑和薄荷脑的检测限分别为1.29、1.35 ng/ml。

## 2.6 精密度试验

取“2.2.2”项下混合对照品溶液适量,按“2.1”项下色谱条件连续进样测定6次,记录峰面积。结果,樟脑和薄荷脑峰面积的RSD分别为0.7%和0.8%( $n=6$ ),表明仪器精密度良好。

## 2.7 稳定性试验

取“2.2.3”项下供试品溶液(批号:20138502)适量,分别于放置0、4、8、10、12 h时按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积。结果,樟脑和薄荷脑峰面积的RSD分别为0.8%和0.9%( $n=5$ ),表明供试品溶液在12 h内基本稳定。

## 2.8 重复性试验

精密称取同一批样品(批号:20138502)适量,按“2.2.3”项下方法制备供试品溶液,共6份,再按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积并计算含量。结果,樟脑和薄荷脑含量的RSD分别为1.4%和1.8%( $n=6$ ),表明本方法重复性良好。

## 2.9 回收率试验

按处方及工艺制备模拟空白样品适量,加入专门制备的樟脑和薄荷脑质量浓度均为0.500 mg/ml的混合对照品溶液适量,制成樟脑和薄荷脑质量浓度分别均为0.240、0.300、0.360 mg/ml的溶液,每个浓度各3份,分别按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积并计算回收率,结果见表1。

表1 回收率试验结果( $n=9$ )

Tab 1 Results of recovery tests( $n=9$ )

待测成分	加入量,mg	测得量,mg	回收率,%	平均回收率,%	RSD,%
樟脑	0.240	0.241	100.4	100.2	0.9
	0.240	0.243	101.3		
	0.240	0.238	99.2		
	0.300	0.304	101.3		
	0.300	0.299	99.7		
	0.300	0.297	99.0		
	0.360	0.358	99.4		
	0.360	0.364	101.1		
	0.360	0.361	100.3		
薄荷脑	0.240	0.242	100.8	100.2	1.2
	0.240	0.237	98.8		
	0.240	0.236	98.3		
	0.300	0.304	101.3		
	0.300	0.301	100.3		
	0.300	0.299	99.7		
	0.360	0.365	101.4		
	0.360	0.367	101.9		
	0.360	0.358	99.4		

## 2.10 样品含量测定

取3批痲子粉样品各适量,分别按“2.2.3”项下方法制备供试品溶液,再按“2.1”项下色谱条件进样测定,每批样品平行测定3次,记录峰面积,按内标法计算樟脑和薄荷脑的含量及RSD,结果见表2。

表2 样品含量测定结果( $n=3$ )

Tab 2 Results of contents determination of samples( $n=3$ )

批号	樟脑		薄荷脑	
	含量,mg/ml	RSD,%	含量,mg/ml	RSD,%
20138501	0.294	1.8	0.296	1.8
20138502	0.305	0.8	0.308	1.2
20138503	0.318	1.2	0.316	1.1

## 3 讨论

### 3.1 预处理方法的选择

3.1.1 直接进样GC法 硼酸主要用于消毒、杀虫、防腐,有滑

腻手感,是痲子粉中不可缺少的成分之一。在直接进样GC法中用丙酮提取痲子粉中樟脑、薄荷脑后,过滤,滤液用PEG-20M毛细管柱分析,随着进样次数的增加,色谱峰越来越矮且宽大,考虑可能是受痲子粉基质中硼酸的影响,故制备去除硼酸的模拟痲子粉样品,用相同方法测定,色谱峰有所改善。这可能是由于樟脑、薄荷脑的丙酮提取液中微量的硼酸与PEG-20M毛细管色谱柱发生反应,导致峰形变差,而这也影响了樟脑、薄荷脑定量分析的准确性。

3.1.2 无溶剂的直接HS-GC法 有文献报道<sup>[9]</sup>,固体粉末可以采用直接顶空GC法测定其半挥发性成分的含量,但是由于固体样品不具有流动性、热传导较差,固体直接顶空分析需要相当高的顶空平衡温度<sup>[10]</sup>,且极易造成局部温度过高,使待测物或内部基质发生物理、化学变化,甚至出现新的未知产物,造成测定的不准确性,不符合药物分析的基本原则。

3.1.3 以ILs为溶剂的HS-GC法 樟脑、薄荷脑为微溶于水的高沸点半挥发性成分,其分析测定可采用HS-GC法。由于水的溶解能力差、沸点较低,故不适合;而溶解能力好的DMF或DMSO本身存在干扰,且其较高的蒸气压会降低顶空效率和灵敏度,亦不理想。故本研究采用对樟脑、薄荷脑溶解性较好,几乎无蒸气压的ILs为顶空溶剂。此时,只有挥发性的樟脑和薄荷脑进入色谱系统,消除了硼酸对定量分析的影响和对色谱柱的损坏,降低了噪声;避免了顶空溶剂本身对分离和测定的干扰,且提高了顶空效率和分析的准确度;此外,采用流动性较好和热传导速度较快的ILs,克服了无溶剂的直接HS-GC法的不足,加快了气、液、固三相平衡,使测定的结果更加准确,重复性更好,回收率更高。

### 3.2 顶空条件的优化

3.2.1 ILs的选择 分别以3种ILs,即[Emim][BF<sub>4</sub>]、1-丁基-3-甲基咪唑四氟硼酸盐([Bmim][BF<sub>4</sub>]、1-癸基-3-甲基咪唑四氟硼酸盐([Demim][BF<sub>4</sub>])作为顶空溶剂,在100℃下静态平衡20 min后,抽取顶空气体1 ml进样分析,记录樟脑和薄荷脑的峰面积。结果表明,以[Emim][BF<sub>4</sub>]为顶空溶剂时,樟脑和薄荷脑的峰面积最大,顶空效率最高。故本试验最终确定选择[Emim][BF<sub>4</sub>]为顶空溶剂。

3.2.2 顶空平衡时间和温度的优化 顶空平衡温度和平衡时间对待测成分的检测灵敏度影响较大,因此需对其进行考察。首先,将平衡时间温度固定为20 min,按“2.1”项下色谱条件,分别进样测定供试品溶液在90、110、120、130、140℃条件下平衡后的峰面积,记录色谱,并绘制各待测成分的峰面积-温度曲线。结果表明,各待测成分峰面积随温度的升高而增加。这可能是因为温度越高越易使半挥发性成分释放,而ILs几乎无蒸气压,不会与半挥发性成分竞争顶空空间,所以温度越高顶空效率就越高。但考虑到温度过高,顶空瓶压力过大易引起系统耐压和气密性的问题,故本试验最终采用140℃作为顶空平衡温度。

其次,在顶空平衡温度140℃下,按“2.1”项下色谱条件,分别进样测定供试品溶液在平衡10、20、30和40 min后的峰面积,记录色谱,并绘制各待测成分的峰面积-时间曲线。结果表明,在一定的时间内随着时间的延长,峰面积增加,顶空效率增大,而超过一定时间后,顶空效率不再增加。这是由于达到气-液平衡需要一定的时间,在平衡20 min后,气-液两相逐渐达到平衡,樟脑和薄荷脑的峰面积不再增加,顶空效率也不再增加。故综合考虑最终将30 min确定为本试验的顶空平衡时间。

# HPLC法测定洛伐他汀分散片的含量及含量均匀度

裘一婧<sup>1\*</sup>, 孙婷<sup>2#</sup>(1.杭州市食品药品检验研究院, 杭州 310015; 2.河北省药品检验研究院, 石家庄 050011)

中图分类号 R927.2 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2016)09-1285-03

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2016.09.42

**摘要** 目的:建立测定洛伐他汀分散片含量及含量均匀度的方法,为其仿制生产和贮存期质量控制提供参考。方法:采用高效液相色谱法。色谱柱为 Waters MS C<sub>18</sub>,流动相为乙腈-0.01%磷酸(55:45, V/V),检测波长为 238 nm,柱温为 30 ℃,流速为 1.0 ml/min,进样量为 20 μl。结果:洛伐他汀检测质量浓度线性范围为 20.32~609.60 μg/ml( $r=0.999\ 9$ );精密性、稳定性、重复性试验的 RSD < 1%;回收率为 99.60%~101.68%, RSD=0.8%( $n=9$ )。结论:该方法的重复性好、准确度高,适于洛伐他汀分散片的质量控制。

**关键词** 高效液相色谱法;洛伐他汀分散片;含量;含量均匀度

## Determination of Content and Content Uniformity of Lovastatin Dispersible Tablet by HPLC

QIU Yijing<sup>1</sup>, SUN Ting<sup>2</sup>(1.Hangzhou Institute for Food and Drug Control, Hangzhou 310015, China; 2.Hebei Institute for Drug Control, Shijiazhuang 050011, China)

**ABSTRACT** OBJECTIVE: To establish a method for the determination of content and content uniformity in Lovastatin dispersible tablet, to provide reference for the quality control of its perenic production and storage period. METHODS: HPLC method was adopted on the column of Waters MS C<sub>18</sub> with mobile phase of acetonitrile-0.01% phosphoric acid (55:45, V/V), detection wavelength was 238 nm, column temperature was 30 ℃, flow rate was 1.0 ml/min, and the volume injection was 20 μl. RESULTS: The linear range of lovastatin was 20.32-609.60 μg/ml ( $r=0.999\ 9$ ); RSDs of precision, stability and reproducibility tests were lower than 1%; recovery was 99.60%-101.68% (RSD=0.8%,  $n=9$ ). CONCLUSIONS: The method is reproducible with high accuracy, and suitable for the quality control of Lovastatin dispersible tablet.

**KEYWORDS** HPLC; Lovastatin dispersible tablets; Content; Content uniformity

### 3.3 内标的选择

有文献报道<sup>[1]</sup>,在分析樟脑和薄荷脑时采用环己酮为内标。因此,本试验对痲子粉中樟脑和薄荷脑的分析曾用环己酮为内标。然而,加入等量的内标溶液后,在样品中内标的响应值相比对照品中内标的响应值严重降低,仅为后者的一半。这可能是由于样品未经分离直接测定过程中,痲子粉中含有的硼酸在高温 ILs 的催化作用下与环己酮活泼的 $\alpha$ -H发生了反应。因此,本试验所需内标应该是惰性的,不能与待测成分和样品基质中的物质发生反应。而正辛醇不与待测成分及基质中的物质发生反应,且出峰时间与樟脑和薄荷脑的出峰时间相近但可以完全分离,顶空效率较高。所以,本试验最终采用正辛醇为内标。

综上所述,本方法简单、准确、灵敏、重复性好,适用于痲子粉中樟脑、薄荷脑的含量测定,为固体药物制剂中半挥发性成分的定量分析提供了一个准确、可靠的分析手段。

### 参考文献

- [1] 刘翔,孙飞.气相法测定麝香壮骨膏中樟脑、薄荷脑、冰片、水杨酸甲酯含量[J].中成药,2009,31(2):231.
- [2] 孙晓梅,代冬梅,常雪灵,等.GC法同时测定麝香壮骨膏中樟脑、薄荷脑、冰片和水杨酸甲酯的含量[J].中成药,2007,29(7):1 004.

- [3] 颜敏,刘圆圆,易必新.贴敷类医疗器械中樟脑薄荷脑与冰片的含量测定[J].医药导报,2012,31(5):637.
- [4] 常健,王晓东,李红,等.毛细管气相色谱法测定橡胶膏中樟脑、冰片的含量[J].辽宁化工,2007,36(6):428.
- [5] 宋敏,黄慧芬,戴黎黎.气相色谱法测定樟脑中樟脑和薄荷脑的含量[J].中国药师,2008,11(10):1 202.
- [6] 王金观,傅应华,朱玲仙.气相色谱法同时测定复方醋酸地塞米松乳膏中樟脑和薄荷脑的含量[J].中成药,2008,30(5):685.
- [7] 倪美萍,张福成,董立华,等.GC法同时测定麝香跌打风湿膏中的3种挥发性成分[J].华西药学杂志,2013,28(2):178.
- [8] 吴燕,何小稳,刘彦,等.直接顶空GC测定罗浮山百草油中薄荷脑和水杨酸甲酯[J].华西药学杂志,2009,24(5):524.
- [9] 张小溪,郭星,吴雪缘,等.顶空气相色谱法测定砂仁中樟脑、龙脑、乙酸龙脑酯的含量[J].中药材,2009,32(6):904.
- [10] 唐庆华,胡建英.液固顶空气相色谱法测定阿拉普利中有有机溶剂残留[J].生物科技仪器,2005,3(6):44.
- [11] 牟东升,陈华兵,牡丹荣,等.气相色谱法测定亚微乳凝胶中樟脑、薄荷脑、水杨酸甲酯的含量[J].药物分析杂志,2007,27(11):1 824.

\* 主管药师。研究方向:药物分析及保健食品检验。电话:0571-85463892

# 通信作者:主管药师,硕士。研究方向:药物分析、仿制药质量一致性评价、杂质鉴定。电话:0311-85212008

(收稿日期:2015-04-27 修回日期:2016-01-14)

(编辑:周 箐)