

中图分类号: R917; R284.1 文献标志码: A 文章编号: 1006-4931(2023)16-0077-04
doi:10.3969/j.issn.1006-4931.2023.16.018



健步消肿止痛油成分分析与评价*

陈士荣¹, 吴启端^{2△}, 吴雪茹¹

(1. 广州中医药大学第三附属医院, 广东 广州 510378; 2. 广州中医药大学第一附属医院, 广东 广州 510405)

摘要: **目的** 建立分析健步消肿止痛油成分的气相色谱-质谱联用(GC-MS)法, 评价其主要成分的稳定性。**方法** 色谱柱为DB-1ms 石英毛细管柱(30 m×0.25 mm, 0.25 μm), 进样口温度为250℃, 接口温度为260℃, 载气为氦气, 流速为1.0 mL/min, 柱压为80 kPa, 分流比为20:1, 进样量为1.0 μL, 程序升温; 采用电子轰击离子源, 电离电压为1.2 kV, 扫描范围40~400 aum(间歇0.5 s)。采用峰面积归一化法计算各成分的相对百分含量。考察室温敞口放置(48 h)、加热破坏(60℃, 2 h)、光照破坏(分别在254 nm和366 nm紫外光灯下各照射2 h)及室温放置(36个月)条件下样品中主要成分的含量, 分析其变化规律。**结果** 精密度、稳定性和重复性试验结果的RSD均小于3.0%。共鉴定21个成分, 总相对百分含量>98%。 α -蒎烯、 β -蒎烯、 α -松油烯、伞花烃、 β -水芹烯、1,8-桉叶素、异龙脑、龙脑、薄荷醇、丁香酚、石竹烯为主要成分, 其总相对百分含量>95%。室温敞口放置、加热破坏、光照破坏条件下11个主要成分含量均无明显变化; 室温放置36个月, 11个主要成分中9个无明显变化, α -松油烯和伞花烃互相消长, 但总相对百分含量无明显变化。**结论** 所建立的方法操作简便, 结果稳定可靠, 可为健步消肿止痛油的质量评价提供参考; 健步消肿止痛油的主要成分在室温放置(短期、长期)、加热、光照条件下基本稳定。

关键词: 气相色谱-质谱联用法; 健步消肿止痛油; 质量评价; 成分分析; 稳定性

Component Analysis and Evaluation of Jianbu Xiaozhong Zhitong Oil

CHEN Turong¹, WU Qiduan², WU Xueru¹

(1. The Third Affiliated Hospital of Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou, Guangdong, China 510378; 2. The First Affiliated Hospital of Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou, Guangdong, China 510405)

Abstract: Objective To establish a gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) method for analyzing the components of Jianbu Xiaozhong Zhitong Oil, and to evaluate the stability of its main components. **Methods** The chromatographic column was the DB-1ms quartz capillary column (30 m×0.25 mm, 0.25 μm), the inlet temperature was 250℃, the interface temperature was 260℃, the carrier gas was helium, the flow rate was 1.0 mL/min, the column pressure was 80 kPa, the split ratio was 20:1, the injection volume was 1.0 μL, and the temperature was programmed. The electron impact ion source was adopted, the ionization voltage was 1.2 kV, the scanning range was 40-400 aum (interval of 0.5 s). The peak area normalization method was used to calculate the relative percentage content of each component. The content of the main components in the samples under conditions of exposure at room temperature (48 h), heating damage (60℃ for 2 h), lighting damage (at wavelengths of 254 nm and 366 nm under ultraviolet lamp, each wavelength for 2 h) and storage at room temperature (36 months) was determined to analyze the changes of content. **Results** The RSDs of the precision, stability and repeatability tests were all lower than 3.0%. A total of 21 components were identified, and their total relative percentage content was higher than 98%. There were 11 main components, including α -pinene, β -pinene, α -terpinene, cymene, β -phellandrene, 1,8-cineole, isoborneol, borneol, menthol, eugenol, caryophyllene, and their total relative percentage content was higher than 95%. There was no significant change in the content of the 11 main components under conditions of exposure at room temperature, heating and lighting damage. After storage at room temperature for 36 months, there was no significant change in the content of nine of the 11 main components, and the relative percentage content of α -terpinene and cymene showed mutual increase and decrease, while there was no significant change in their total relative percentage content. **Conclusion** The established method is easy, stable and reliable, which can provide a reference for the quality evaluation of Jianbu Xiaozhong Zhitong Oil. The contents of main components of Jianbu Xiaozhong Zhitong Oil are basically stable under conditions of short-term and long-term storage at room temperature, heating and lighting damage.

Key words: GC-MS; Jianbu Xiaozhong Zhitong Oil; quality evaluation; component analysis; stability

健步消肿止痛油是广州中医药大学第三附属医院 络、消肿止痛功效。临床治疗跌打损伤、慢性劳损、筋
(下文以我院代称)的院内制剂, 有活血化瘀、舒筋通 伤、扭挫伤, 以及骨质增生、骨质疏松等引起的疼痛肿

*基金项目: 广东省中医药强省专项资金医院中药制剂建设项目[粤中医办函[2015]102号]。

第一作者: 陈士荣, 男, 主管中药师, 研究方向为中药制剂, (电子信箱)36390861@qq.com。

△通信作者: 吴启端, 女, 大学本科, 研究员, 研究方向为中药分析与中药新药研发, (电子信箱)wuqiduan@126.com。

胀、瘀斑等症20余年,其组成药物略有调整。本研究根据目前组方药物特点^[1],采用气相色谱-质谱联用(GC-MS)法分析其主要成分,并考察在不同条件下主要成分的变化,系统评价其内在质量和稳定性,为健步消肿止痛油的质量评价提供参考。现报道如下。

1 仪器与试药

1.1 仪器

Agilent 7890A-5975C型气质联用仪(美国Agilent公司);AE-200型分析天平(瑞士Mettler Toledo公司,精度为0.1 mg);0.45 μm 针筒式微孔滤膜过滤器(天津市腾达过滤器厂)。

1.2 试药

健步消肿止痛油(批号分别为20180701,20180901,20181001,记为样品1,2,3),薄荷脑(南通薄荷厂有限公司,批号为180102),丁香油(湛江市睿致香料有限公司,批号为20180601),冰片(株洲松本药业有限公司,批号为180201),桉油(佛山市南海中南药化厂,批号为170901),松节油(湖南尔康制药股份有限公司,批号为060620180502),均由我院制剂室提供;无水乙醇为色谱纯,无水硫酸钠为分析纯,水为超纯水。

2 方法与结果

2.1 试验条件

色谱柱为DB-1ms石英毛细管柱(30 m $\times$ 0.25 mm, 0.25 μm),进样口温度为250 $^{\circ}\text{C}$,接口温度为260 $^{\circ}\text{C}$,载气为氦气,流速为1.0 mL/min,柱压为80 kPa,分流比为20:1,进样量为1.0 μL ;升温程序:初始温度为60 $^{\circ}\text{C}$,以5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率升至75 $^{\circ}\text{C}$,以2 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率升至81 $^{\circ}\text{C}$,以1 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率升至83 $^{\circ}\text{C}$,以5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率升至103 $^{\circ}\text{C}$,以30 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率升至200 $^{\circ}\text{C}$,保持2 min。电子轰击离子源(70 eV),双灯丝;电离电压为1.2 kV,扫描范围40~400 aum,扫描间歇0.5 s。

2.2 供试品溶液制备

取样品约50 mg,精密称定,置5 mL容量瓶中,加无水乙醇定容,再加适量无水硫酸钠适量,用0.45 μm 针筒式微孔滤膜过滤器滤过,取续滤液,即得。

2.3 方法学考察

精密度试验:取同一批供试品溶液(样品批号为20180901)适量,按2.1项下试验条件连续进样测定6次,记录峰面积。结果各成分峰面积的RSD均小于3.0%($n=6$),表明方法精密度良好。

稳定性试验:取同一批供试品溶液(样品批号为20180901)适量,分别于室温下放置0,2,4,6,8,12,24 h时按2.1项下试验条件进样测定,记录峰面积。结果各成分峰面积的RSD均小于3.0%($n=7$),表明供试品溶液在室温下放置24 h内基本稳定。

重复性试验:取样品(批号为20180901)适量,共6份,按2.2项下方法制备供试品溶液,按2.1项下试验条件进样测定,记录峰面积。结果各成分的RSD均小于3.0%($n=6$),表明方法重复性良好。

2.4 样品检测

取样品(批号为20180701)适量,按2.2项下方法制备供试品溶液,按2.1项下试验条件进样测定,部分成分GC-MS总离子流图见图1(峰号1-21对应表1中的化合物1-21)。经谱库检索,结合质谱数据与人工图谱解析,鉴定样品中的21个成分,与原料药对比,确定其来源。采用峰面积归一化法计算各成分的相对百分含量。其中,平均相对百分含量>1%的主要成分有11个,分别为 α -蒎烯、 β -蒎烯、 α -松油烯、 β -水芹烯、1,8-桉叶素、异龙脑、龙脑、薄荷醇、丁香酚、石竹烯、伞花烃。21个成分总相对百分含量>98%,11个主要成分总相对百分含量>95%。详见表1。

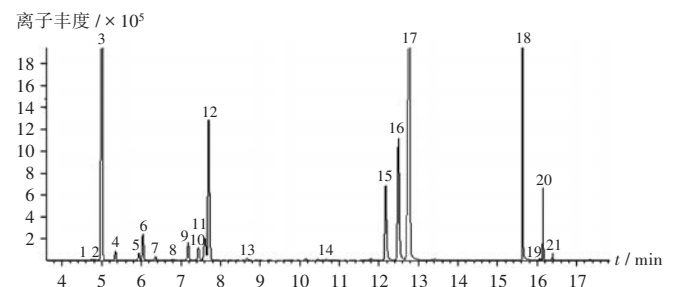


图1 总离子流图

Fig. 1 Total ion chromatogram

2.5 稳定性研究

室温敞口放置:取3批样品各1瓶,分别于室温敞口放置0,6,12,24,48 h时取样,按2.2项下方法制备供试品溶液,按2.1项下试验条件测定。结果11个主要成分的相对百分含量的RSD均小于5.0%($n=5$)。详见表2。

加热破坏与光照破坏:取3批样品各50 mg,置5 mL容量瓶中,于60 $^{\circ}\text{C}$ 加热2 h,按2.2项下方法制备加热破坏供试品溶液,按2.1项下试验条件进样测定。另取3批样品各50 mg,置5 mL容量瓶中,分别于紫外灯下254 nm和366 nm波长处各照射2 h,按“加热破坏”方法制备供试品溶液和进样测定。结果0 h、加热和光照后,11个主要成分的相对百分含量的RSD均小于5.0%。详见表3。

长期稳定性:将3批样品在上市包装条件下室温存放36个月,每2~3个月取样1次,按2.2项下方法制备供试品溶液,按2.1项下色谱条件进样测定,计算其平均相对百分含量。结果共检测14次,11个主要成分中9个无明显变化, α -松油烯逐渐减少,伞花烃逐渐增加,3批样品中二者总平均相对百分含量分别为(2.366 $\pm$ 0.048)%、(2.325 $\pm$ 0.047)%、(0.769 $\pm$ 0.027)%,RSD分别为2.01%,2.01%,3.48%。提示2种

表 1 样品中 21 个成分的相对百分含量及其来源
Tab.1 Relative percentage content and source of 21 components in samples

序号	化学成分	分子式	相对百分含量(%)				来源
			样品 1	样品 2	样品 3	$\bar{X}$	
1	三环萜	C ₁₀ H ₁₆	0.094	0.096	0.093	0.094	松节油
2	α-侧柏烯	C ₁₀ H ₁₆	0.076	0.082	0.160	0.106	丁香油
3	α-蒎烯	C ₁₀ H ₁₆	24.454	25.406	25.953	25.271	松节油、桉油、 丁香油、冰片
4	蒎烯	C ₁₀ H ₁₆	0.627	0.609	0.771	0.669	松节油
5	桉烯	C ₁₀ H ₁₆	0.501	0.507	0.666	0.558	桉油
6	β-蒎烯	C ₁₀ H ₁₆	1.745	1.086	1.014	1.282	桉油
7	β-月桂烯	C ₁₀ H ₁₆	0.311	0.301	0.303	0.305	桉油
8	α-水芹烯	C ₁₀ H ₁₆	0.170	0.148	0.215	0.178	桉油
9	α-松油烯	C ₁₀ H ₁₆	1.459	1.403	0.551	1.138	桉油
10	伞花烃	C ₁₀ H ₁₄	0.888	0.913	0.232	0.678	桉油
11	β-水芹烯	C ₁₀ H ₁₆	2.116	1.856	1.231	1.734	桉油
12	1,8-桉叶素	C ₁₀ H ₁₈ O	9.879	10.096	10.690	10.222	桉油
13	小茴香醇	C ₁₀ H ₁₈ O	0.161	0.143	0.150	0.151	冰片
14	异龙脑	C ₁₀ H ₁₈ O	5.965	5.899	5.958	5.941	冰片
15	龙脑	C ₁₀ H ₁₈ O	9.458	9.626	9.667	9.584	冰片
16	薄荷醇	C ₁₀ H ₂₀ O	27.432	27.529	27.890	27.617	薄荷脑
17	丁香酚	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	11.014	10.841	10.930	10.928	丁香油
18	胡椒烯	C ₁₅ H ₂₄	0.071	0.102	0.101	0.091	丁香油
19	长叶烯	C ₁₅ H ₂₄	0.089	0.109	0.100	0.099	丁香油
20	石竹烯	C ₁₅ H ₂₄	1.946	1.358	1.376	1.560	丁香油
21	α-萹草烯	C ₁₅ H ₂₄	0.264	0.301	0.394	0.320	丁香油

表 2 室温敞口放置下样品主要成分相对百分含量(%)
Tab.2 Relative percentage content of main components in samples under the condition of exposure at room temperature (%)

化学成分	样品 1		样品 2		样品 3	
	$\bar{X} \pm s$	RSD	$\bar{X} \pm s$	RSD	$\bar{X} \pm s$	RSD
α-蒎烯	23.232 ± 0.940	4.05	23.618 ± 0.948	4.01	24.109 ± 1.080	4.48
β-蒎烯	1.617 ± 0.051	3.15	0.999 ± 0.040	3.96	0.930 ± 0.024	2.62
α-松油烯	1.111 ± 0.017	1.53	1.023 ± 0.025	2.46	0.402 ± 0.010	2.58
伞花烃	1.238 ± 0.021	1.66	1.265 ± 0.027	2.15	0.336 ± 0.007	1.96
β-水芹烯	2.003 ± 0.039	1.96	1.814 ± 0.031	1.72	1.193 ± 0.030	2.51
1,8-桉叶素	10.048 ± 0.040	0.40	10.109 ± 0.032	0.31	10.888 ± 0.112	1.02
异龙脑	6.014 ± 0.136	2.27	6.021 ± 0.102	1.69	6.093 ± 0.169	2.78
龙脑	9.625 ± 0.164	1.70	9.920 ± 0.160	1.62	9.924 ± 0.177	1.78
薄荷醇	28.857 ± 0.471	1.63	29.236 ± 0.586	2.00	29.573 ± 0.432	1.46
丁香酚	10.936 ± 0.203	1.86	10.953 ± 0.271	2.48	10.998 ± 0.265	2.40
石竹烯	1.922 ± 0.041	2.11	1.306 ± 0.020	1.55	1.326 ± 0.034	2.55

成分相对百分含量互相消长,合计无明显变化。详见表 4 和图 2。

3 讨论

健步消肿止痛油含丁香油、薄荷脑、冰片、桉油、松节油等药物。松节油的主要成分为 α-蒎烯,能增进局

表 3 加热破坏与光照破坏条件下样品主要成分相对百分含量(%)
Tab.3 Relative percentage content of main components in samples under heating and lighting damage (%)

化学成分	样品批号	0 h	加热破坏	光照破坏	$\bar{X} \pm s$	RSD
α-蒎烯	20180701	24.216	24.159	24.129	24.168 ± 0.044	0.18
	20180901	24.921	24.723	25.429	25.024 ± 0.364	1.46
	20181001	24.823	25.285	26.474	25.527 ± 0.852	3.34
β-蒎烯	20180701	1.684	1.680	1.674	1.679 ± 0.005	0.30
	20180901	1.045	1.056	1.036	1.046 ± 0.010	0.96
	20181001	0.962	0.986	0.937	0.962 ± 0.025	2.55
α-松油烯	20180701	1.128	1.118	1.118	1.121 ± 0.006	0.51
	20180901	1.059	1.045	1.016	1.040 ± 0.022	2.11
	20181001	0.395	0.416	0.385	0.399 ± 0.016	3.97
伞花烃	20180701	1.260	1.244	1.259	1.254 ± 0.009	0.71
	20180901	1.312	1.278	1.254	1.281 ± 0.029	2.27
	20181001	0.332	0.344	0.331	0.336 ± 0.007	2.16
β-水芹烯	20180701	1.985	1.989	2.084	2.019 ± 0.056	2.78
	20180901	1.816	1.825	1.831	1.824 ± 0.008	0.41
	20181001	1.161	1.243	1.204	1.203 ± 0.041	3.41
1,8-桉叶素	20180701	10.032	9.979	10.010	10.007 ± 0.027	0.27
	20180901	10.149	10.061	10.044	10.085 ± 0.056	0.56
	20181001	10.767	10.778	10.716	10.754 ± 0.033	0.31
异龙脑	20180701	5.904	5.890	5.914	5.903 ± 0.012	0.20
	20180901	5.921	5.880	5.785	5.862 ± 0.070	1.19
	20181001	5.981	5.937	5.750	5.889 ± 0.123	2.08
龙脑	20180701	9.465	9.448	9.433	9.449 ± 0.016	0.17
	20180901	9.719	9.686	9.542	9.649 ± 0.094	0.98
	20181001	9.830	9.698	9.483	9.670 ± 0.175	1.81
薄荷醇	20180701	28.132	28.408	28.385	28.308 ± 0.153	0.54
	20180901	28.281	28.612	28.438	28.444 ± 0.166	0.58
	20181001	29.267	28.902	28.707	28.959 ± 0.284	0.98
丁香酚	20180701	10.786	10.699	10.675	10.720 ± 0.058	0.54
	20180901	10.612	10.710	10.617	10.646 ± 0.055	0.52
	20181001	11.054	10.704	10.509	10.756 ± 0.276	2.57
石竹烯	20180701	1.918	1.884	1.894	1.899 ± 0.017	0.92
	20180901	1.245	1.276	1.303	1.275 ± 0.029	2.28
	20181001	1.293	1.293	1.239	1.275 ± 0.031	2.44

部血液循环、缓解肿胀和轻微止痛作用,穿透力强,能渗入深部组织而引起刺激,进而促进血液循环。故松节油在临床中常作为皮肤刺激药,用于治疗肌肉痛或关节痛等^[2]。薄荷脑具有多种药理活性,能选择性地刺激人体皮肤或黏膜的冷觉感受器,产生冷觉反射和冷感。有研究表明,低温有利于抑制炎症反应^[3]。薄荷脑外用可抗炎、止痛、止痒、抗菌、促进血液循环、减轻浮肿等^[4-9]。桉油主要成分为 1,8-桉叶素,具有促进透皮吸收、抗炎、抗氧化、抗微生物、抗肿瘤等药理作用,对机体的呼吸系统、神经系统、循环系统和消化系统均有

表4 样品36个月内主要成分相对百分含量(%)

Tab. 4 Relative percentage content of main components of samples within 36 months (%)

化合物	样品1		样品2		样品3	
	$\bar{X} \pm s$	RSD	$\bar{X} \pm s$	RSD	$\bar{X} \pm s$	RSD
α -蒎烯	24.364 $\pm$ 0.696	2.86	25.261 $\pm$ 0.698	2.76	25.688 $\pm$ 0.621	2.42
β -蒎烯	1.701 $\pm$ 0.043	2.54	1.050 $\pm$ 0.040	3.82	0.986 $\pm$ 0.034	3.49
α -松油烯	1.237 $\pm$ 0.136	10.97	1.159 $\pm$ 0.147	12.67	0.460 $\pm$ 0.053	11.47
伞花烃	1.129 $\pm$ 0.142	12.59	1.167 $\pm$ 0.149	12.80	0.305 $\pm$ 0.033	10.68
β -水芹烯	2.058 $\pm$ 0.047	2.26	1.856 $\pm$ 0.043	2.34	1.227 $\pm$ 0.034	2.78
1,8-桉叶素	9.916 $\pm$ 0.096	0.97	10.008 $\pm$ 0.154	1.54	10.694 $\pm$ 0.141	1.32
异龙脑	5.890 $\pm$ 0.128	2.17	5.840 $\pm$ 0.128	2.20	5.908 $\pm$ 0.111	1.87
龙脑	9.441 $\pm$ 0.161	1.70	9.615 $\pm$ 0.147	1.53	9.667 $\pm$ 0.136	1.40
薄荷醇	27.939 $\pm$ 0.436	1.56	28.108 $\pm$ 0.457	1.63	28.462 $\pm$ 0.456	1.60
丁香酚	10.932 $\pm$ 0.166	1.52	10.809 $\pm$ 0.170	1.57	10.903 $\pm$ 0.132	1.21
石竹烯	1.906 $\pm$ 0.044	2.34	1.305 $\pm$ 0.044	3.36	1.325 $\pm$ 0.041	3.12

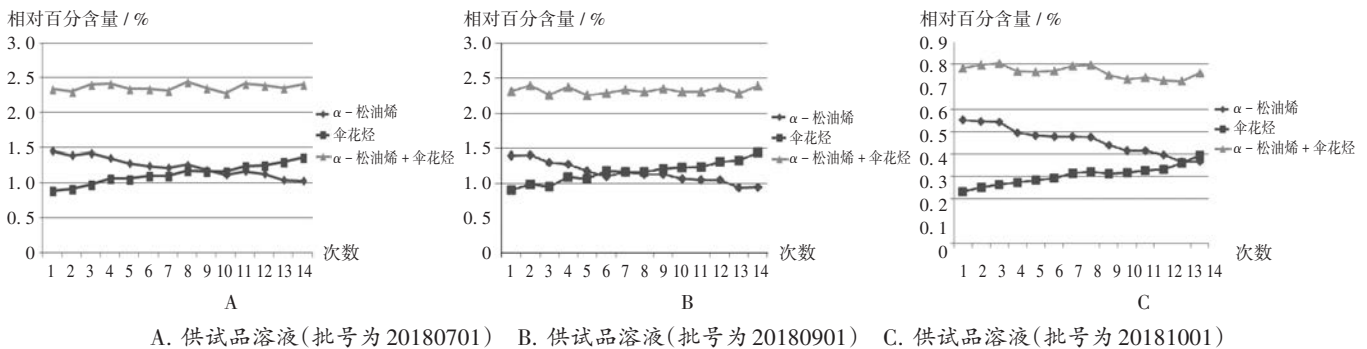


图2 36个月内3批样品中 α -松油烯和伞花烃相对百分含量变化趋势

A. Test solution (batch number:20180701) B. Test solution (batch number:20180901) C. Test solution (batch number:20181001)

Fig. 2 Trends of relative percentage content change of α -terpinene and cymene in three batches of samples within 36 months

量无明显变化。研究中发现, α -松油烯和伞花烃转化速率与二者的比值有关,比值越大转化越慢;且单一原料药中未见二者转化的现象。推测可能是其他药物成分促成这2个成分的转化,具体原因有待进一步研究。

综上所述,本研究中所建立的方法操作简便,结果稳定可靠,可为健步消肿止痛油的质量评价提供参考;健步消肿止痛油的主要成分在室温放置(短期、长期)、加热、光照条件下基本稳定。

参考文献

- [1] 陈土荣,赵毛香,王秀丽,等. 健步消肿止痛油化学成分 GC-MS 分析[J]. 中国中医药现代远程教育,2011,9(16):143.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京: 化学工业出版社,2000:164.
- [3] 余 煊,杜力军,秦 川. TRPM8 参与薄荷醇对炎症因子负调控作用的机制[J]. 中国比较医学杂志,2021,31(6):1-8.
- [4] PERGOLIZZI JR JV, TAYLOR JR R, LEQUANG JA, et al. The role and mechanism of action of menthol in topical analgesic products[J]. J Clin Pharm Ther, 2018, 43(3):313-319.
- [5] PALKAR R, ONGUN S, CATICH E, et al. Cooling relief of

一定的保护作用^[10]。冰片主要成分是龙脑和异龙脑,具有开窍醒神、消肿止痛、抗菌、抗炎等功效^[11]。丁香油具有抗菌、消炎和止痛等功效^[12]。上述药物合用,可发挥抗炎、消肿、止痛作用。临床可有效治疗腰腿痛、肩颈痛、风湿痛、关节痛、跌打肿痛、肌肉劳损等症。

本研究中根据健步消肿止痛油组方,采用 GC-MS 法分析其成分,鉴定其中的 21 个化学成分,其总相对百分含量 > 98%。主要成分有 11 个,其总相对百分含量 > 95%。其中薄荷醇占 27%, α -蒎烯占 25%,1,8-桉叶素、龙脑、丁香酚各占 10%,异龙脑占 6%。其余 5 个成分相对百分含量均低于 2%。通过室温敞口放置、加热破坏、光照破坏、室温放置 36 个月考察样品的稳定性,结果前 3 种条件下,样品中主要成分相对百分含量均无明显变化。室温下放置 36 个月后,其中 9 个主要成分相对百分含量无明显变化, α -松油烯和伞花烃互相消长,但总

acute and chronic itch requires TRPM8 channels and neurons[J].

J Invest Dermatol, 2018, 138(6):1391-1399.

- [6] FREIRES IA, DENNY C, BENSO B, et al. Antibacterial activity of essential oils and their isolated constituents against cariogenic bacteria: a systematic review [J]. Molecules, 2015, 20(4):7329-7358.
- [7] 蒋凤荣,黄玉芳,张爱华,等. 薄荷醇对大鼠全脑缺血-再灌注模型脑组织凋亡基因的表达[J]. 现代中药研究与实践, 2005, 19(4):38-40.
- [8] KAMATOU GPP, VERMAAK I, VILJOEN AM, et al. Menthol: a simple monoterpene with remarkable biological properties[J]. Phytochemistry, 2013, 96:15-25.
- [9] SILVA H. Current knowledge on the vascular effects of menthol[J]. Front Physiol, 2020, 11:298.
- [10] 尹晓燕,王燕燕. 1,8-桉叶素药理作用及其机制研究进展[J]. 生命的化学, 2020, 40(11):2026-2034.
- [11] 高雅,李友明,罗 燕. 右旋龙脑的药理作用研究进展[J]. 现代药物与临床, 2021, 36(7):1537-1540.
- [12] 杨 冰,李婷婷,杨伊涵,等. 丁香油抗炎镇痛效果的研究[J]. 绿色科技, 2017(20):182-185.

(收稿日期:2022-11-03;修回日期:2023-03-22)