

研究报告

一起因蜂蜜引起的钩吻碱中毒事件 GC-MS 快速检测和分析

周海青, 叶艺娟, 陈俏嫦, 吴海军, 邱丽晓, 朱淇, 李志娇
(河源市疾病预防控制中心, 广东 河源 517000)

摘要:目的 通过对一起因蜂蜜引起的钩吻碱中毒事件快速检测和分析, 为类似事件处理带来启示。方法 称取或吸取适量样品和标本, 加入硼砂-NaOH 缓冲液(pH=9.6)摇匀后经乙酸乙酯提取, 取有机层供气相色谱质谱联用仪(GC-MS)检测分析。结果 蜂巢中钩吻碱含量为 28.6 mg/kg, 冲泡蜂蜜工具 1 和工具 2 洗脱液中钩吻碱含量分别为 5.85、5.04 μg , 蜂蜜水中钩吻碱含量为 44.0 mg/L, 仅患者 1~3 血液中检出钩吻碱含量为 22.3~402 $\mu\text{g/L}$, 尿液均检出钩吻碱含量为 20.6~299 $\mu\text{g/L}$, 患者 2~6 尿液钩吻碱含量高于血液。结论 本次食物中毒系蜂蜜含有钩吻碱, 中毒剂量低, 冲泡工具可以检出钩吻碱; 肾脏是钩吻碱代谢途径之一, 食用 2 h 45 min 后大部分患者尿液钩吻碱含量高于血液, 应重视尿液标本采集。

关键词:蜂蜜; 食物中毒; 钩吻碱; 气相色谱质谱联用仪; 生物标本

中图分类号: R155 文献标识码: A 文章编号: 1004-8456(2024)10-1124-06

DOI: 10.13590/j.cjfh.2024.10.004

A case of honey-induced gelsemium alkaloid poisoning was rapidly detected and analyzed using GC-MS

ZHOU Haiqing, YE Yijuan, CHEN Qiaochang, WU Haijun, QIU Lixiao, ZHU Qi, LI Zhijiao
(Heyuan Center for Disease Control and Prevention, Guangdong Heyuan 517000, China)

Abstract: Objective Through the rapid detection and analysis of a case of gelsemine poisoning caused by honey, to bring inspiration for similar incident handling. **Methods** The appropriate amount of samples and specimen were weighed or aspirated, adding borax-NaOH buffer solution (pH=9.6), shake well, extracted with ethyl acetate, and the organic layer was used for gas chromatography-mass spectrometry detection and analysis. **Results** The gelsemine content in the honeycomb was 28.6 mg/kg, and the gelsemine contents in brewing honey tool 1 and tool 2 wash solution were 5.85 and 5.04 μg . The gelsemine content in honey water was 44.0 mg/L, and only the blood of patients 1-3 detected gelsemine content of 22.3-402 $\mu\text{g/L}$. The urine of all patients were detected gelsemine content of 20.6-299 $\mu\text{g/L}$, and the urine gelsemine content of patient 2-6 was higher than that of blood. **Conclusion** This food poisoning was caused by honey containing gelsemine, with low poisoning dosage and which can be detected from brewing tools. The kidney is one of the metabolic pathways of gelsemine. After 2 h 45 min of consumption, most patients had higher urine gelsemine content than blood, indicating that urine specimen collection should be emphasized.

Key words: Honey; food poisoning; gelsemium; gas chromatography-mass spectrometry; biological specimen

蜂蜜受到外界复杂环境的影响, 精确排除蜜蜂活动范围内的有毒植物存在很大的难度, 在这种情形下蜜蜂所采集的蜂蜜存在安全风险。根据相关文献统计, 1972—2016 年共发生蜂蜜中毒事件 78 起, 造成 58 人死亡、374 人中毒, 其中因蜜蜂采集有毒植物花粉引起中毒事件占 28.21%, 有毒植物主要为雷公藤、博落回、钩吻等^[1]。

钩吻(*Geisemium elegans*) 归属马钱科(Loganiaceae) 胡蔓藤属(*Geisemium*) 植物^[2], 俗称为“大茶药”“断

肠草”, 我国钩吻含生物碱主要以钩吻素甲为主^[3], 大致分布在我国南部地区及东南亚国家。钩吻整株均含剧毒, 中毒后主要出现口渴、流涎、恶心、呕吐、抽搐、肌肉无力、四肢麻木、烦躁不安、心律失常、头晕和呼吸困难等症状^[4]。自 1988 年建市以来, 河源地区有记录的钩吻碱中毒事件主要是因为钩吻形似五指毛桃、鸡血藤、牛大力等汤料或药材, 被误采用于煲汤、泡酒等引起。2024 年 1 月 2 日广东省河源市龙川县 6 名成年男性冲泡饮用采集的

收稿日期: 2024-01-29

作者简介: 周海青 男 主管技师 研究方向为食品安全风险监测与评价 E-mail: 1217391191@qq.com

通信作者: 叶艺娟 女 副主任技师 研究方向为食品安全风险监测与评价 E-mail: hycdcjyk@163.com

蜂蜜导致钩吻碱中毒,因食用蜂蜜引起的钩吻碱中毒在河源市为首次发生,在本次事件中患者食用蜂蜜后重症患者出现昏迷、呼吸抑制等症状,轻症患者出现头晕、乏力、恶心呕吐、视力模糊、畏寒等症状。食用蜂蜜导致的钩吻碱中毒事件,在 1965 年 1 月至 2020 年 2 月期间全国有 13 例,所占比例为 1.92%^[5],相关案例较少,故有必要对本次钩吻碱中毒事件总结分析,为类似中毒事件的处置提供参考案例。

1 材料与方法

1.1 样品和标本来源及相关信息

1.1.1 流行病学调查

本次食物中毒事件系 2024 年 1 月 2 日广东省河源市龙川县 6 名成年男性冲泡饮用采集的蜂蜜,食用约 15 min 后陆续发病。6 名患者发病前 72 h 内均在各自家中就餐,于 2 日下午 16 时左右,均在某村摩托维修店里进食当天上山采集蜂蜜含花粉,并出现视物模糊、语言不清、烦躁不安、呕吐、抽搐等症状,17 时 50 分左右到县人民医院急诊科就诊,怀疑食源性食物中毒,予吸氧、洗胃、护胃、镇静、抗过

敏、辅助通气等对症支持治疗。其中 2 名危重患者表现为昏迷、呼吸抑制,病情危重,给予急诊高级生命支持、洗胃等初步抢救后,生命体征平稳,转入 ICU 进一步抢救治疗;其余 4 名患者,病情相对较轻,经治疗均病情好转。6 名患者均做了血常规项目、C 反应蛋白检测项目,结果显示超敏 C 反应蛋白均正常,其中 1 名危重患者白细胞数目、中性粒细胞数高于正常值。根据现场流行病学调查、患者临床表现及临床检查结果,判断本起事件为一起食源性疾病中毒事件,疑似钩吻碱中毒,可疑食物为蜂蜜。

1.1.2 样品及标本采集

在 6 名患者进食的某村摩托维修店采集到的样品有蜂巢(含少量蜂蜜、花粉)1 份、冲泡蜂蜜工具(茶壶、茶杯)2 份、蜂蜜水 1 份,在县人民医院治疗现场采集患者血液 6 份、患者尿液 6 份,共采集样品及标本 16 份。患者情况好转,再次走访调查时,患者 1~2 主诉饮用两杯半蜂蜜水(杯子容量为 80 mL),食用量约 200 mL;患者 3~6 主诉饮用半杯多,食用量约 50 mL。患者中毒情况等信息见表 1。

表 1 2024 年 1 月广东省河源市龙川县蜂蜜中毒患者信息

Table 1 Details of honey poisoning cases in Longchuan County, Heyuan City, Guangdong Province, January 2024

名称	进食时间	发病时间	主要症状	采样时间	治疗情况
患者 1~2	16:00	16:15~17:00	昏迷、呼吸困难、头晕乏力、语言不清、视物模糊、烦躁、呕吐、抽搐等	18:45	高级生命支持、吸氧、洗胃、镇静等初步救助转抢救治疗
患者 3~6			头晕乏力、语言不清、视物模糊等		急诊紧急处理、洗胃后留观

1.1.3 仪器与试剂

GC-MS-QP2010 气相色谱质谱联用仪(配备 EI 源,日本岛津公司);Multi Rreax 型多管旋涡振荡器(德国海道夫公司);centri-fuge5430 离心机(德国艾本德公司);AUW120D 电子分析天平(万分之一)(日本岛津公司)。

乙酸乙酯(色谱纯,上海安谱公司);硼砂、氢氧化钠为分析纯;标准品钩吻碱(纯度 98.0%),分子式 $C_{20}H_{22}N_2O_2$,分子量 322,源叶生物公司。

1.2 实验方法

实验方法主要参考文献[6],结合实验室条件和钩吻碱化学性质,调整优化验证后进行钩吻碱中毒事件样品及标本的处理和检测。

1.2.1 标准溶液及试剂配制

称取钩吻碱 10 mg,乙酸乙酯定容至 10 mL,配制成 1 000 mg/L 的标准储备液,-20 °C 下保存。临用前使用乙酸乙酯配成浓度分别为 10、20、40、80、100、200、400、800 $\mu\text{g/L}$ 标准系列。

硼砂-NaOH 缓冲液(pH=9.6):储备液 A:0.05 mol/L 的硼砂溶液(4.76 g $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 配成 250 mL),

储备液 B:0.2 mol/L 的氢氧化钠溶液;取 100 mL A 液和 46 mL B 液,稀释至 400 mL。

1.2.2 样品及标本处理

血清、尿液:取 1 mL 于 15 mL 离心管中,加入 2 mL 硼砂-NaOH 缓冲液,充分混匀,加入 2 mL 乙酸乙酯,激烈振摇 15 min,以 4 000 r/min 离心 5 min,取 1 mL 有机层,待 GC-MS 分析。

蜂巢(含少量蜂蜜、花粉):粉碎后称取 1 g 于 15 mL 离心管中,加入纯水刚好没过,用 1 mol/L NaOH 溶液,调节样品至 pH=7,加入 2 mL 硼砂-NaOH 缓冲液,充分混匀,加入 5 mL 乙酸乙酯,激烈振摇 15 min,以 4 000 r/min 离心 5 min,取 1 mL 有机层,待 GC-MS 分析。检测时根据实际含量调整稀释倍数。

蜂蜜水:取 1 mL 于 15 mL 离心管,用 1 mol/L NaOH 溶液,调节样品至 pH=7,加入 2 mL 硼砂-NaOH 缓冲液,充分混匀,加入 5 mL 乙酸乙酯,激烈振摇 15 min,以 4 000 r/min 离心 5 min,取 1 mL 有机层,待 GC-MS 分析。检测时根据实际含量调整稀释倍数。

冲泡蜂蜜工具:采用 5 mL 纯水浸洗,浸洗液置

于 15 mL 离心管中,后续操作同血清、尿液。

1.3 仪器条件

色谱条件:进样量 1 μ L,不分流进样,进样口温度 270 $^{\circ}$ C,色谱柱为 Rtx-5MS(30 m \times 0.25 mm \times 100 mm, 0.25 μ m,日本岛津公司),柱箱温度 100 $^{\circ}$ C,保持 1 min,以 40 $^{\circ}$ C/min 升至 280 $^{\circ}$ C,保持 15 min,载气为氦气,恒定流速 1 mL/min。

质谱条件:离子源温度 230 $^{\circ}$ C,接口温度 280 $^{\circ}$ C,采集时间 9~12 min。全扫描模式(SCAN)扫描范围 45~350 amu, Nist11s 谱库检索定性;选择离子模式

(SIM)采集特征碎片离子 $m/z=108$ 、279、322、251,间隔时间 0.30 s,溶剂延迟时间为 9 min。

2 结果

2.1 谱库检索定性结果

本次中毒事件 16 份样品及标本均在 SCAN 模式下全扫描分析,依据标准样品和 Nist11s 谱库检索定性,其中蜂巢、2 个冲泡蜂蜜工具、蜂蜜水(图 1~2)、6 名患者尿液、患者 1~3 血液检出钩吻碱,其余均未检出,定性结果见表 2。

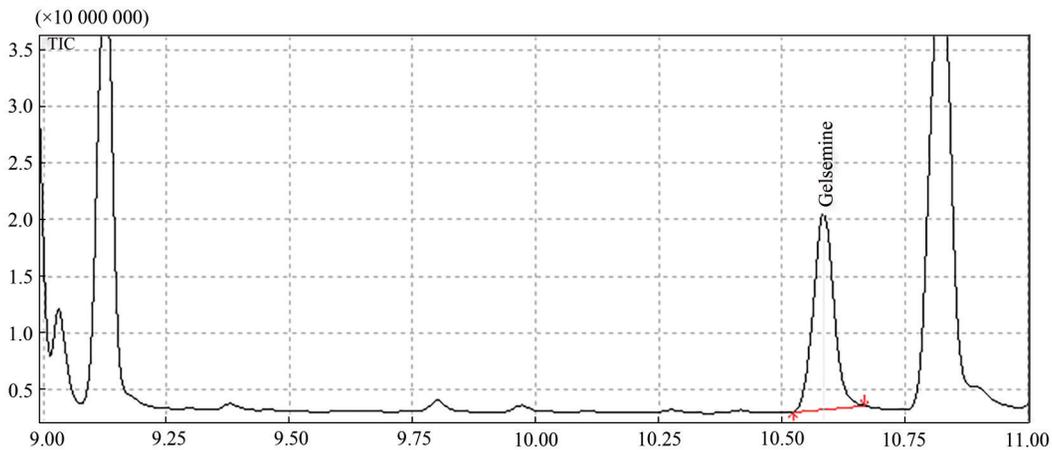


图1 本次食物中毒事件中剩余的蜂蜜水在SCAN模式检测TIC图

Figure 1 TIC plot of the remaining honey water obtained through SCAN mode detection in this food poisoning incident

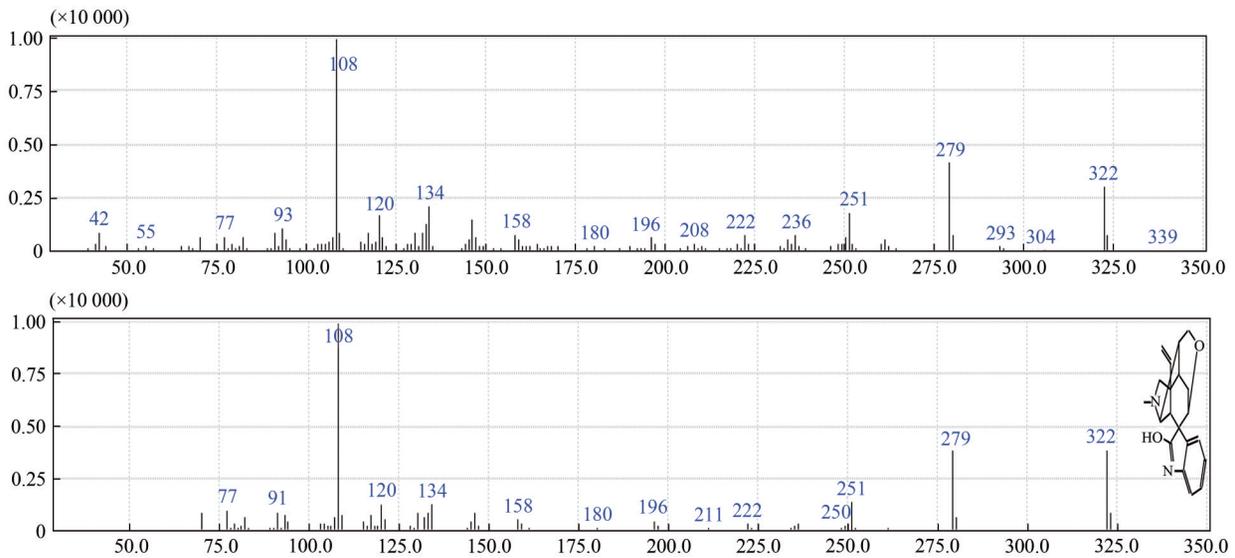


图2 本次食物中毒事件中剩余的蜂蜜水在SCAN模式检测目标峰质谱图(上)及Nist11s谱库质谱图(下)

Figure 2 Mass spectrogram of target peaks from SCAN mode detection of the remaining honey water in this food poisoning incident (top) and mass spectrogram from Nist11s spectral library (bottom)

2.2 定量检测结果

在 SIM 模式下,以 $m/z=108$ 作为定量离子, 279、322、251 为定性离子,以钩吻碱浓度作为横坐标,峰面积作为纵坐标,一次线性拟合,绘制标准曲线,线性方程为: $Y=856.377732X-13892.032324$, $R=0.998$;线性良好,满足定量检测要求,图 3 为

200 μ g/L 标准浓度 SIM 模式 TIC 图。同样仪器条件下对 16 份样品及标本进行测定,定量检测结果见表 2。其中蜂巢含量为 28.6 mg/kg、冲泡蜂蜜工具洗脱液含量为 5.04~5.85 μ g、蜂蜜水含量为 44.0 mg/L, 6 名患者尿液含量为 20.6~299 μ g/L(图 4),患者 1~3 血液含量为 22.3~402 μ g/L(图 5),定性检测与定

表2 本次食物中毒事件样品及标本检测结果

Table 2 The detection results of the samples and specimens of this food poisoning incident

名称	定性结果	定量结果
蜂巢	检出	28.6 mg/kg
冲泡蜂蜜工具 1	检出	5.85 μ g
冲泡蜂蜜工具 2	检出	5.04 μ g
蜂蜜水	检出	44.0 mg/L
患者 1 血液	检出	402 μ g/L
患者 1 尿液	检出	103 μ g/L
患者 2 血液	检出	78.2 μ g/L
患者 2 尿液	检出	299 μ g/L
患者 3 血液	检出	22.3 μ g/L
患者 3 尿液	检出	56.2 μ g/L
患者 4 血液	未检出	<6.0 μ g/L
患者 4 尿液	检出	96.8 μ g/L
患者 5 血液	未检出	<6.0 μ g/L
患者 5 尿液	检出	59.6 μ g/L
患者 6 血液	未检出	<6.0 μ g/L
患者 6 尿液	检出	20.6 μ g/L

量检测结果吻合。

3 讨论

根据检测结果可以判定,此次食用蜂蜜导致 6 人中毒事件系蜂蜜含钩吻碱,因未能采集蜂蜜样品,

无法获取蜂蜜中钩吻碱含量。钩吻碱毒性强且致死量低,中毒死亡率高达 47.6%^[7],钩吻碱大鼠腹腔注射半数致死剂量(LD₅₀)为 1.2 mg/kg^[8],由检测结果及患者主诉食用量可知危重患者 1~2 误食 200 mL 蜂蜜水(钩吻碱浓度为 44.0 mg/L),其中钩吻碱的量约 8.80 mg,致 2 人昏迷、呼吸困难,需给予急诊高级生命支持;患者 3~6 误食 50 mL 蜂蜜水,其中钩吻碱的量约 2.20 mg,致 4 人头晕、乏力、视物模糊、语言不清症状,表明钩吻碱中毒剂量很低。

6 名患者食用后 15~60 min 内发病,症状最重的患者 1 和患者 2,2 人食用后 15 min 即发病,表现为昏迷、呼吸困难、视物模糊、呕吐等症状。其余 4 人症状较轻,仅表现为头晕、乏力、语言不清、视物模糊等,6 人所表现的症状均与报道的相关症状吻合^[5,7-9]。

本次事件中的 6 人均采集了血液和尿液标本,医院给予患者急诊高级生命支持、洗胃等抢救措施。根据检测结果显示,在食用 2 h 45 min 后大部分血液标本钩吻碱含量较低,采用 SCAN 模式和 SIM 模式仅患者 1、2、3 检出钩吻碱含量为 22.3~402 μ g/L,这可能与医院给予的治疗措施、个体代谢

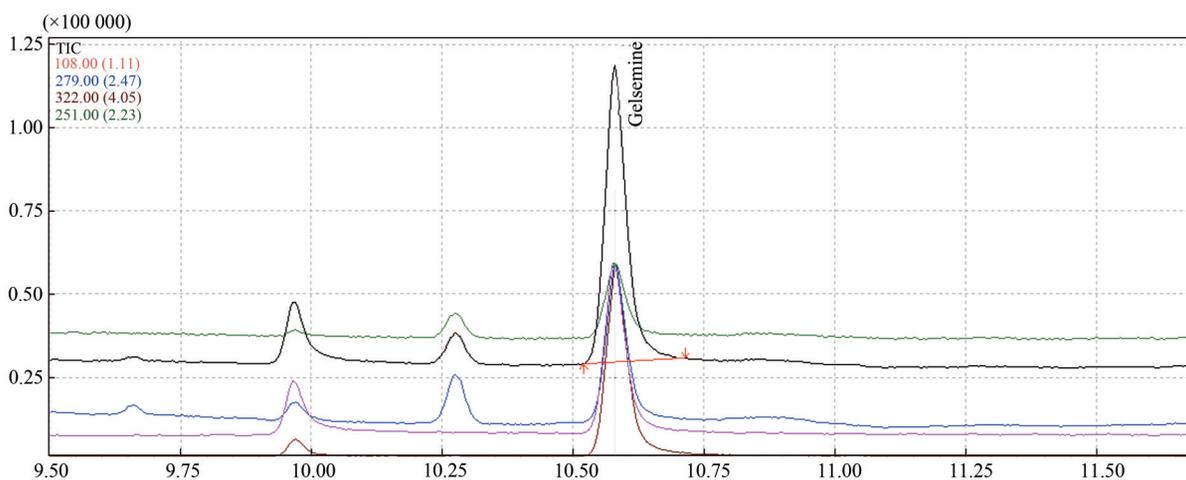
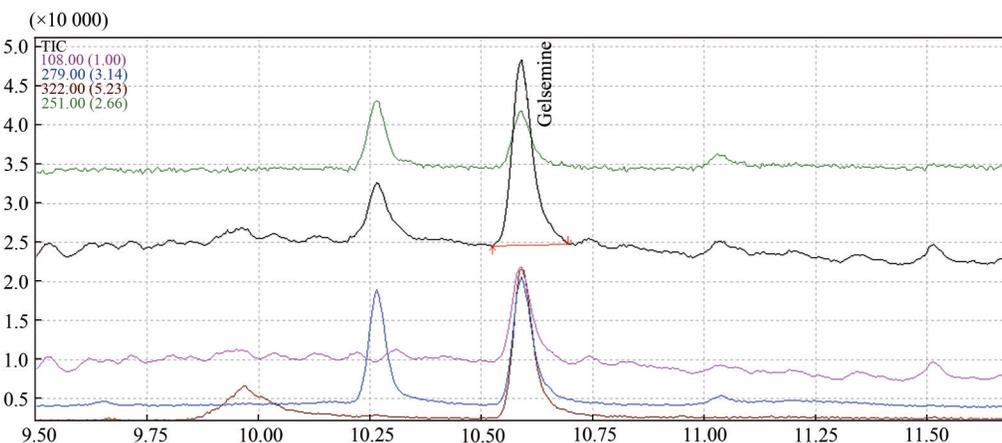
图3 钩吻碱标准溶液(200 μ g/L)在 SIM 模式检测 TIC 图Figure 3 TIC plot of the standard solution of Gelsemium (200 μ g/L) detected in SIM mode

图4 本次食物中毒事件中患者 4 尿液标本在 SIM 模式检测 TIC 图

Figure 4 TIC plot of SIM mode detection for urine specimen from patient 4 in this food poisoning incident

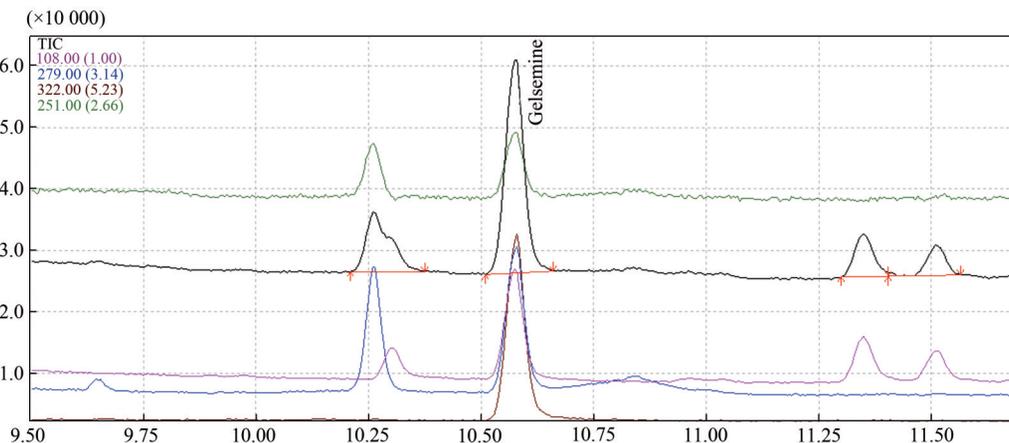


图5 本次食物中毒事件中患者1血液标本在SIM模式检测TIC图

Figure 5 TIC plot of SIM mode detection for blood specimen from patient 1 in this food poisoning incident

差异及本方法检出限有关,提示此类事件中应尽早采集血液标本,且血液标本检出限要求高,需提高方法检出限以满足检测要求。患者尿液在SCAN模式和SIM模式均检出钩吻碱,浓度在20.6~299 μg/L,除患者1外均高于血液中钩吻碱的含量,表明患者食用2 h 45 min后尿液中钩吻碱含量较高,且大部分高于血液中的含量,说明肾脏是钩吻碱代谢途径之一,有富集效果,在应对此类事件中采集尿液标本应给予更多重视。

检测结果显示冲泡蜂蜜工具均附着钩吻碱,提示不能追溯到食物样品时,可考虑将盛可疑食物工具完整采集,采取浸泡或浸洗的方式将沾染在器具上的钩吻碱洗脱富集后检测,完善事件追踪溯源。根据相关文献资料^[5,9],呕吐物和洗胃液是应关注标本,本次事件中6名患者有呕吐症状和洗胃救助,本次钩吻碱中毒事件忽视了这两种标本,但相关文献均显示呕吐物及洗胃液均能检出钩吻碱^[10-13],提示呕吐物和洗胃液也是重要标本。

参考文献

[1] 秦汉荣,孙甜.蜜粉源植物中有毒植物的统计与分析[J].中国蜂业,2020,71(11):30-33.
QIN H R, SUN T. Statistics and analysis of poisonous plants in nectar-pollen plants[J]. Apiculture of China, 2020, 71(11): 30-33.

[2] 中国科学院《中国植物志》编辑委员会.中国植物志.第61卷[M].北京:科学出版社,1992:251-253.
Editorial Committee of Flora of China. Flora of China. Volume 61 [M]. Beijing: Science Press, 1992: 251-253.

[3] 黄伟雄,李泮生,梁春穗,等.GC/MS测定断肠草中钩吻碱方法研究[J].中国食品卫生杂志,2008,20(2):136-138.
HUANG W X, LI B S, LIANG C S, et al. Determination of Gelsemine in Graceful Jessamine herb by gas chromatography-mass spectrometry[J]. Chinese Journal of food Hygiene, 2008, 20(2): 136-138.

[4] 袁志航,邹静,孙志良.钩吻研究进展[J].中兽医医药杂志,2015,34(3):26-28.
YUAN Z H, WU J, SUN Z L. Research and development on Gelsemium elegans Benth [J]. Journal of Traditional Chinese Veterinary Medicine, 2015, 34(3): 26-28.

[5] 陈超杰,何嘉莉,韦锦彦,等.1 034例钩吻中毒事件的文献分析[J].梧州学院学报,2020,30(3):11-19.
CHEN C J, HE J L, WEI J Y, et al. Literature analysis of 1 034 cases of poisoning events induced by Gelsemium [J]. Journal of Wuzhou University, 2020, 30(3): 11-19.

[6] 廖仕成,李荷丽,刘红河,等.超高效液相色谱-串联质谱法同时检测中药材及植物性食品中23种有毒生物碱[J].食品安全质量检测学报,2022,13(1):141-149.
LIAO S C, LI H L, LIU H H, et al. Simultaneous determination of 23 kinds of toxic alkaloids in Chinese medicinal materials and plant-derived food by ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Journal of Food Safety and Quality, 2022, 13(1): 141-149.

[7] 钟延旭,谢艺红,蒋玉艳,等.2015—2017年广西壮族自治区钩吻碱中毒事件分析[J].中国食品卫生杂志,2019,31(1):81-83.
ZHONG Y X, XIE Y H, JIANG Y Y, et al. Analysis of gelsemine poisoning events in the Guangxi Zhuang autonomous region during 2015—2017 [J]. Chinese Journal of food Hygiene, 2019, 31(1): 81-83.

[8] 姬圣洁,刘伟.钩吻毒理学与检测方法的研究进展[J].中国司法鉴定,2017(3):24-30.
JI S J, LIU W. Advances in the Study of toxicology and determination of gelsemium Elegans [J]. Chinese Journal of Forensic Sciences, 2017(3): 24-30.

[9] 夏晓珊,罗岳雄,赵红霞.2006—2016年有毒蜜源植物-大茶药中毒事件的调查分析[C]//中国养蜂学会中华蜜蜂工作委员会.中国养蜂学会中蜂工作委员会2017年换届暨学术交流会议论文集.昆明,2017:125-127.
XIA X S, LUO Y X, ZHAO H X. Investigation and analysis of toxic nectar source plants - Gelsemium elegans poisoning incidents from 2006 to 2016 [C]//Apicultural Science Association of China&Chinese Bee Work Committee. 2017 Succession Ceremony and Academic Exchange Thesis Collection of Apicultural Science Association of China&Chinese Bee Work Committee. Kunming, 2017: 125-127.

- 2017: 125-127.
- [10] 郭萍, 陈建安, 杜恣闲, 等. 一起“钩吻碱”引起的中毒事件 GC-MS-AMDIS 快速分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2012, 22(10): 2519-2525.
- GUO P, CHEN J N, DU Z X, et al. GC-MS-AMDIS rapid analysis of a case of the poisoning event caused by ‘Gelsemine’ [J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2012, 22(10): 2519-2525.
- [11] 温海珍, 朱海城, 高淑萍, 等. 一起民工饮用自泡药酒引起钩吻碱中毒事件的调查[J]. 上海预防医学, 2018, 30(6): 484-486.
- WEN H Z, ZHU H C, GAO S P, et al. Incident of gelsemine poisoning by migrant works drinking self-made medicinal wine [J]. Shanghai Journal of Preventive Medicine, 2018, 30(6): 484-486.
- [12] 卢山, 张静, 施向东. 一起误食断肠草中毒事件调查分析[J]. 应用预防医学, 2020, 26(3): 213-214.
- LU S, ZHANG J, SHI X D. Investigation and analysis of a case of poisoning by mistakenly eating gelsemium elegans [J]. Applied Preventive Medicine, 2020, 26(3): 213-214.
- [13] 冯涛, 陶森, 阮世勇, 等. 基于 GC-MS 技术对钩吻碱食物中毒的应急检测[J]. 现代食品, 2021(6): 156-160.
- FENG T, TAO S, RUAN S Y, et al. Emergency Detection of a Food Poisoning by Gelsemine by Gas Chromatography Tandem Mass Spectrometry [J]. Modern Food, 2021(6): 156-160.

《中国食品卫生杂志》顾问及第五届编委会名单

顾问: 陈君石、黄璐琦、江桂斌、李林、沈建忠、吴清平、Jianghong Meng(美国)、Patrick Wall(爱尔兰)、Samuel Godefroy(加拿大)、Gerald Moy(美国)、Paul Brent(澳大利亚)、Marta Hugas(比利时)、Yukikko Yamada(日本)、Tom Heilandt(德国)、Andreas Hensel(德国)、Christopher Elliott(英国)、Christine Nelleman(丹麦)

主任委员: 卢江

副主任委员: 王竹天、李宁、孙长颢、王涛、谢剑炜、应浩、丁钢强、张峰、张永慧

主编: 吴永宁

编委(按姓氏笔画排序)

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| 丁钢强(中国疾病预防控制中心营养与健康所) | 应浩(中国科学院上海营养与健康所) |
| 于洲(国家食品安全风险评估中心) | 张丁(河南省疾病预防控制中心) |
| 于维森(青岛市疾病预防控制中心) | 张峰(中国检验检疫科学研究院) |
| 马宁(国家食品安全风险评估中心) | 张卫兵(南通市疾病预防控制中心) |
| 马会来(中国疾病预防控制中心) | 张立实(四川大学华西公共卫生学院) |
| 马群飞(福建省疾病预防控制中心) | 张永慧(广东省疾病预防控制中心) |
| 王君(国家食品安全风险评估中心) | 张旭东(国家卫生健康委员会医院管理研究所) |
| 王茵(浙江省医学科学院) | 张剑峰(黑龙江省疾病预防控制中心) |
| 王涛(浙江清华长三角研究院) | 张朝晖(中国海关科学技术研究中心) |
| 王硕(南开大学医学院) | 张惠媛(中国海关科学技术研究中心) |
| 王慧(上海交通大学公共卫生学院) | 张遵真(四川大学华西公共卫生学院) |
| 王永芳(国家卫生健康委员会卫生健康监督中心) | 陈波(湖南师范大学化学化工学院) |
| 王竹天(国家食品安全风险评估中心) | 陈颖(中国检验检疫科学研究院) |
| 王松雪(国家粮食和物资储备局科学研究院) | 陈卫东(广东省市场监督管理局) |
| 王晓英(中国动物疫病预防控制中心) | 邵兵(北京市疾病预防控制中心) |
| 计融(国家食品安全风险评估中心) | 武爱波(中国科学院上海营养与健康所) |
| 邓小玲(广东省疾病预防控制中心) | 赵舰(重庆市疾病预防控制中心) |
| 卢江(国家食品安全风险评估中心) | 赵云峰(国家食品安全风险评估中心) |
| 匡华(江南大学食品学院) | 赵贵明(中国检验检疫科学研究院) |
| 朱心强(浙江大学医学院) | 钟凯(科信食品与营养信息交流中心) |
| 刘弘(上海市疾病预防控制中心) | 姜毓君(东北农业大学食品学院) |
| 刘长青(河北省疾病预防控制中心) | 聂俊雄(常德市疾病预防控制中心) |

(下转第 1137 页)