

## 药学专业多学科综合性实验——阿司匹林片剂制备

武文斌<sup>1,2</sup>, 蔡国君<sup>1</sup>, 洪伟<sup>1,3</sup>, 严中骏<sup>1</sup>, 鲁莹<sup>1</sup> (1. 第二军医大学药学院, 上海 200433; 2. 解放军总参谋部保障部保健处, 北京 100134; 3. 解放军总参谋部信息保障基地西南卫星地面中心 61920 部队, 四川 成都 610505)

**[摘要]** 目的 在药学四年制本科学员毕业实习期间, 进行阿司匹林片剂制备的药学多学科综合性实验。方法 我们以 3 人小组为单位, 自主进行文献调研、实验方案设计。结果与结论 完成了阿司匹林制备、质量标准建立、药效学考察、处方工艺研究等模块的实验工作。复习和巩固药学四年所学专业基础知识的基础上, 锻炼了药学本科生的实践操作技能, 初步形成了对我国化学药品的临床前研究流程的整体认知。

**[关键词]** 药学; 多学科综合性实验; 阿司匹林

**[中图分类号]** G642 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1006-0111(2012)05-0394-05

**[DOI]** 10.3969/j.issn.1006-0111.2012.05.023

## The multi-disciplinary experiments of pharmacy: preparation of aspirin tablets

WU Wen-bin<sup>1,2</sup>, CAI Guo-jun<sup>1</sup>, HONG Wei<sup>1,3</sup>, YAN Zhong-jun<sup>1</sup>, LU Ying<sup>1</sup> (1. School of Pharmacy, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China; 2. Division of Health, Department of Administration, General Staff Headquarters of PLA, Beijing 100134, China; 3. Southwest satellite ground center, Information security base, General Staff Headquarters of PLA, Chengdu 610505, China)

**[Abstract]** **Objective** During internship of pharmacy student, multidisciplinary pharmacy experiment about preparation of Aspirin tablet was performed. **Methods** Three in group of the pharmacy students completed literature review and experimental design. the aspirin making, establishment of quality standards, pharmaco-dynamic inspection, and the formulation studies on aspirin tablet were accomplished. **Results and Conclusion** This project could help the students review knowledge studied in past four years, develop and improve the essential skills of working as a team, form the whole acknowledge of pre-clinical research of chemical medicine in China.

**[Key words]** multi-disciplinary experiments; pharmacy; aspirin tablets

为加强药学本科毕业生的综合实验技能和独立解决实际问题的能力, 我校药学院在实习期间开展了阿司匹林、芦丁片剂的药学专业多学科综合性实验。我们药学 08 级 30 位本科实习生分为 10 组, 经过 3 周的文献调研和实验方案设计, 进行了为期 1 周的药学多学科综合性实验。以下是我们阿司匹林第 5 组的实验报告。

### 1 实验方案设计

合理可行的实验方案是科学研究实施的基础, 而自主设计合理可行的实验方案更是独立解决问题的第一步。按照教学进度要求, 教员在 2012 年 1 月 4 日为我们进行了多学科综合性实验的任务布置

会, 要求我们在 3 周时间内自行设置课题目标, 完成从原料合成或提取, 直到制剂制备和性质考察在内的完整的药物研究流程。针对此任务, 我组成员进行了下列工作:

**1.1 分组与目标确定** 在前期的课程学习中, 各科教员经常要求我们开展文献综述汇报, 因此我们已经形成了比较固定的研究小组, 所以在任务布置会后, 我小组一起对老师布置的任务进行了讨论, 选择了我们比较感兴趣的化学药物方向; 根据前期所学的理论知识和实践操作, 选择了把握性比较大的传统药物——阿司匹林作为主药制备阿司匹林片剂, 完成药品临床前研究的系列流程。

**1.2 分工与方案设计** 按照教员对此次综合性实验给出的基本要求, 即各组独立完成某一药品的临床前研究基本工作, 我组 3 位同学按照各自的学习特长和兴趣进行了任务分工, 1 人负责合成部分的文献调研和方案设计以及整体实验方案的汇总整理工作, 要求在阿司匹林合成的经典方法的基础上尽

**[基金项目]** 2011 年上海高校本科重点教学改革项目, 中国高等教育学会医学教育专业委员会药学教育研究会 2010 年立项课题重点项目。

**[作者简介]** 武文斌(1984-) 男, 第二军医大学 2008 级药学本科学员。

**[通讯作者]** 鲁莹. E-mail: acuace@163.com.

量体现我们的创新性;另1位同学负责整个分析部分包括原料药质量标准、药物制剂含量测定等部分的方案设计工作,这部分是依据2010版中国药典规定,确保药品的质量标准符合法规要求;第3位同学则负责药物处方工艺的设计和药效学考察的方案设计工作,要求在课堂所学湿法制粒的基础上,针对阿司匹林易水解等问题寻找合理制剂工艺,同时设计合理的药效学考察方案。

**1.3 文献调研形成实验方案初稿** 寒假期间,我组3位同学根据各自分工进行了文献调研,主要文献来源为重庆维普、清华同方等数据库以及2010版中国药典。根据文献调研结果,我们确定了以高效液相色谱法<sup>[1,2]</sup>进行含量测定和有关物质检查,三氯化铝法<sup>[3,4]</sup>制备阿司匹林,粉末直接压片法<sup>[5,6]</sup>制备阿司匹林片剂,扭体法<sup>[7,8]</sup>测定阿司匹林药理活性,形成从阿司匹林的合成到最后的药理活性测定的全过程初稿,交给各模块负责教员审核。

**1.4 方案修订和开题报告** 老师审阅后,认为我们实验方案中的药分和药理部分需要修改,如一些试剂的配制方法不够明确,药理活性试验方法不够科学等,我们按照老师的建议对初稿进行了修改,并进行了开题报告。开题报告会上,专家评委提出用三氯化铝催化合成阿司匹林会对后续的质量检查工作造成很大影响,不仅增加工作量还可能造成药品质量不合格。经小组同学讨论并再次查阅文献后,我们决定改用经典的浓硫酸法<sup>[10]</sup>制备阿司匹林,并最终定稿作为本次综合性实验的方案。

## 2 仪器与材料

**2.1 仪器** Maya 2000Pro 光纤光谱仪(美国海洋光学公司);ALC-210.4 艾科勒分析天平(德国赛多利斯集团);岛津 IR-400 光谱仪;RC-6 智能溶出度测试仪(上海隆拓仪器设备有限公司);高效液相系统(安捷伦 1200;岛津 SPD-10A);DF-401S 集热式恒温加热磁力搅拌器;FTIR-650 傅立叶变换红外光谱仪;M10039 小型单冲压片机等。

**2.2 材料** 注射灌胃针;注射器;滤膜;60 目筛网;水杨酸(AR);乙酸酐(AR);浓硫酸(AR);蒸馏水(AR);无水乙醇(AR);三氯化铁试液;碳酸钠试液;中性乙醇;酚酞指示液;稀硫酸;1%冰醋酸甲醇溶液。

**2.3 动物** 昆明种小鼠 18 只(体重为 18~22 g,全部雄性)。

## 3 方法与结果

**3.1 阿司匹林合成** 取水杨酸 5.56 g (40.3 mmol

)和 8.3 g (81 mmol) 乙酸酐,滴加 5 滴浓硫酸,置于 50 °C 恒温水浴锅中,加热搅拌 10 min,冰水浴冷却,加入冰水 100 ml,继续冷却 10 min,减压抽滤,水洗并干燥,得乙酰水杨酸粗产品 5.36 g,收率为 73.8%。用乙醇-水混合溶剂(体积比 1:2)进行重结晶提纯,干燥后得白色乙酰水杨酸固体 4.07 g,收率为 56.1%。

### 3.2 阿司匹林质量检查分析

**3.2.1 鉴别** 取本品约 0.1 g,置于 10 ml 试管中,加水至 10 ml,煮沸,放冷,加三氯化铁试液 1 滴,即显紫堇色。取本品约 0.5 g,置于 10 ml 量筒中,加碳酸钠试液至 10 ml,煮沸 2 min 后,放冷,加过量的稀硫酸,即析出白色沉淀,并发生醋酸的臭气。本品的红外光吸收图谱与对照的图谱(2010 版药典光谱集 209 图)一致。

**3.2.2 检查** 取本品 0.50 g,加温热至约 45 °C 的碳酸钠试液 10 ml 溶解后,溶液澄清。

游离水杨酸的检查:取本品约 0.1 g,精密称取,置 10 ml 量瓶中,加 1% 冰醋酸甲醇溶液适量,振摇使之溶解,并稀释至刻度,摇匀,作为供试品溶液;取水杨酸对照品约 10 mg,精密称定,置 100 ml 量瓶中,加 1% 冰醋酸甲醇溶液适量使溶解并稀释至刻度,摇匀,精密量取 5 ml,置 50 ml 量瓶中,用 1% 冰醋酸甲醇溶液稀释至刻度,摇匀,作为对照品溶液。用十八烷基硅烷键合硅胶为填充剂;以乙腈-四氢呋喃-冰醋酸-水(20:5:5:70)为流动相;检测波长为 303 nm。理论板数按水杨酸峰计算不低于 5 000,阿司匹林与水杨酸的分离度应符合要求。立即精密量取供试品溶液、对照品溶液各 20 μl,分别注入液相色谱仪,记录色谱图。(供试品溶液色谱图中如有与水杨酸保留时间一致的色谱峰,按外标法以峰面积计算,不得超过 0.1%)。测定结果表明产品中游离水杨酸平均含量为 0.622%,略高于药典规定限度。经再一次重结晶后,游离水杨酸平均含量为 0.097%,符合药典规定。

**3.2.3 含量测定** 取本品约 0.4 g,精密称定,加中性乙醇(对酚酞指示液显中性) 20 ml 溶解后,加酚酞指示液 3 滴,用氢氧化钠滴定液(0.1 mol/L)滴定。每 1 ml 氢氧化钠滴定液相当于 18.02 mg 的 C<sub>9</sub>H<sub>8</sub>O<sub>4</sub>。

氢氧化钠滴定液(0.1 mol/L)配制:取澄清的氢氧化钠饱和溶液 5.6 ml,加新沸过的冷水使成 1 000 ml,摇匀。氢氧化钠中可能含有少量 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,应先配成饱和溶液,Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 在饱和溶液中的溶解度很小,待 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 沉淀后,取上清液配制。

氢氧化钠滴定液的标定:取在 105 °C 干燥至恒

重的基准邻苯二甲酸氢钾约 0.6 g,精密称定,加新沸过的冷水 50 ml 振摇,使其尽量溶解;加酚酞指示液 2 滴,用本液滴定;在接近终点时应使邻苯二甲酸氢钾完全溶解,滴定至溶液显粉红色。每 1 ml 的氢氧化钠滴定液(0.1 mol/L)相当于 20.42 mg 的邻苯二甲酸氢钾(不得少于 99.5%)。

含量测定结果:乙酰水杨酸平均含量为 98.42%。

**3.3 阿司匹林片的制备** 我们根据课堂所学理论知识和文献调研的结果制订了阿司匹林片剂的处方组成和制备工艺方案,处方组成见表 1,阿司匹林为原料药,选择流动性好的乳糖和微晶纤维素为填充剂,采用粉末直接压片工艺制备阿司匹林片剂,甘露醇为矫味剂。

制备工艺:称取处方量乳糖和微晶纤维素,先将乳糖、微晶纤维素过 60 目筛;而后将两者过筛混合 3 遍,使之均匀;再将处方量阿司匹林过筛,与辅料按照等体积法混合均匀,将最终混合物在压片机上压片,采用圆形  $\phi = 12$  mm 冲模,调节压力使片子硬度为 3~8 kg/mm<sup>2</sup>,压制成片。本法操作过程简单,粉末混匀后直接压片,避免了湿法制粒过程中阿司匹林易水解的问题。制得的阿司匹林片呈白色,表面光洁,色泽均匀一致。

表 1 阿司匹林片剂处方(100 片量)

配方	称量量(g)
阿司匹林	8.51
微晶纤维素	20.4
乳糖	14.5
甘露醇	7.51
合计	50.92

### 3.4 阿司匹林片的检查

**3.4.1 片重差异** 取制得样品 20 片,精密称定总重量,测得平均片重为(507.7 ± 25.37) mg,每片重量都在重量差异限度范围内,符合药典规定。

**3.4.2 硬度** 取样品 6 片,在片剂四用测定仪上测定,平均硬度为(4.5 ± 0.75) kg/mm<sup>2</sup>,符合药典规定。

**3.4.3 崩解时限** 取供试品 6 片,分别置于崩解时限测定仪中,启动崩解仪进行检查,各片均在 15 min 内全部崩解,符合药典规定。

**3.4.4 含量测定** 用十八烷基硅烷键合硅胶为填充剂;以乙腈-四氢呋喃-冰醋酸-水(20:5:5:70)为流动相;检测波长为 276 nm。阿司匹林与水杨酸的分离度符合要求。取本品 20 片,精密称定,充分研细,精密称取细粉适量(约相当于阿司匹林 10

mg),置 100 ml 量瓶中,用 1% 冰醋酸的甲醇溶液强烈振摇使阿司匹林溶解,并用 1% 冰醋酸的甲醇溶液稀释至刻度,摇匀,滤膜滤过,精密量取续滤液 20  $\mu$ l,注入液相色谱仪,记录色谱图;另取阿司匹林对照品,精密称定,加 1% 冰醋酸的甲醇溶液振摇使阿司匹林溶解并定量稀释制成每 1 ml 中约含 0.1 mg 的溶液,同法测定。按外标法以峰面积计算,即得 99.17%,符合药典规定。

**3.4.5 游离水杨酸** 取本品细粉适量(约相当于阿司匹林 0.5 g),精密称定,置 100 ml 量瓶中,加 1% 冰醋酸甲醇溶液适量,约 20~30 ml,振摇使阿司匹林溶解,并用该溶液稀释至刻度,摇匀,过滤,取续滤液为供试品溶液。供试品溶液需要临用前新制,防止配制好的供试品溶液中阿司匹林水解。取水杨酸对照品 15 mg,精密称定,置于 50 ml 量瓶中,加 1% 冰醋酸甲醇溶液适量,振摇使之溶解稀释至刻度,精密量取该储备液 5.0 ml 置于一新的 100 ml 量瓶中,用 1% 冰醋酸甲醇溶液稀释至刻度,摇匀,即得浓度约 150  $\mu$ g/ml 水杨酸对照品溶液;流动相比例为乙腈-四氢呋喃-冰醋酸-水(20:5:5:70),色谱条件:色谱柱为 C<sub>18</sub> 色谱柱,柱温为室温,流速为 1.0 ml/min,紫外检测波长为 303 nm,进样量为 20  $\mu$ l。根据对照品色谱图中水杨酸保留时间,确定供试品色谱图中水杨酸位置,按外标法以峰面积计算水杨酸的限量,游离水杨酸平均含量为 0.096%,符合药典规定。

**3.4.6 溶出度** 取样品 6 片,照溶出度测定法(附录 XC 第一法),以稀盐酸 24 ml 加水至 1 000 ml 为溶出介质,转速为每分钟 100 转,依法操作,30 min 后,取溶液 10 ml 滤过;另取阿司匹林对照品 8 mg,精密称定,置 100 ml 量瓶中,加 1% 冰醋酸的甲醇溶液溶解并稀释至刻度,得每 1 ml 含 0.08 mg 的溶液,作为对照品;取水杨酸对照品适量 10 mg,精密称定,置 100 ml 量瓶中,加 1% 冰醋酸的甲醇溶液溶解并稀释至刻度,摇匀,精密量取 5 ml,置 50 ml 量瓶中,用 1% 冰醋酸的甲醇溶液稀释至刻度,摇匀,即得每 1 ml 含 0.01 mg 的溶液,作为水杨酸对照品。照含量测定下的色谱条件,精密量取供试品,阿司匹林对照液,水杨酸对照品溶液各 10  $\mu$ l,注入色谱观察谱图。按外标法以峰面积计算每片重阿司匹林与水杨酸的含量,得平均溶出度为 101.70%。

**3.5 阿司匹林镇痛实验** 取昆明种雄性小鼠 18 只,编号并称重,随机分成 0.25% 阿司匹林组、0.5% 阿司匹林组和生理盐水组,每组 6 只。各组小鼠分别腹腔注射生理盐水、0.25% 与 0.5% 阿司

匹林溶液各 0.4 ml, 给药后 30 min, 各鼠腹腔注射 1% 冰醋酸溶液 0.2 ml/只。观察小鼠产生扭体反应(腹部凹陷, 躯后腿伸直, 臀部高起), 记录 15 min 内扭体次数, 将给药组与对照组相比, 以给药后扭体次数减少 50% 为有效镇痛作用指标, 计算药物对扭体反应的抑制率。抑制率 = (对照组平均扭体次数 - 给药组平均扭体次数) / 对照组平均扭体次数 × 100%。

实验结果见表 2, 方差分析结果表明, 0.25%、0.5% 阿司匹林组的抑制率与生理盐水组的抑制率比较, 有显著性差异。0.5% 与 0.25% 阿司匹林组的抑制率比较, 有显著性差异。结果证明, 阿司匹林具有明显的镇痛药理活性。

表 2 阿司匹林镇痛药理活性实验结果 ( $n = 18, \bar{x} \pm s$ )

分组	平均扭体次数	抑制率 (%)
生理盐水组	14.83 ± 4.18	0
0.25% 阿司匹林组	5.67 ± 1.63 <sup>1)</sup>	60
0.5% 阿司匹林组	2.33 ± 0.82 <sup>2) 3)</sup>	86.67

<sup>1)</sup>  $P < 0.01$  与生理盐水组比较; <sup>2)</sup>  $P < 0.01$  与生理盐水组比较;

<sup>3)</sup>  $P < 0.01$  与 0.25% 阿司匹林组比较。

#### 4 实验总结与讨论

整个综合性实验从前期的文献调研、方案确立, 开题报告到最后的结题报告持续了近 8 周时间。虽然实验操作部分由于实习期间课时紧张, 只延续了 1 周的时间, 但这 1 周中我们基本是从早上 8 点工作到晚上 8 点, 有些同学由于实验安排不够合理或者实验数据需要重现, 周六周日也在加班, 使我们充分体验到科学研究工作的辛苦。从实际操作到数据处理, 从报告撰写到最终结题, 耗时耗力的过程当中, 我们遇到了许多问题, 解决了许多问题, 同时也发现了许多在课程学习和实验中没有碰到过的新问题, 这些问题也许是我们将来在走上工作岗位、独自解决实际问题中将要碰到的, 总结如下供同学和老师分享:

**4.1 文献调研的全面性** 在本次综合性实验中, 由于阿司匹林是一较为传统的药物, 在文献调研过程中我们仅仅进行了中文文献的调研, 而忽略了外文文献的检索。结果表明后期有些实验方案设计的不足之处正是文献调研不全面造成的, 这个问题我们将在今后的工作给予足够重视。

**4.2 方案设计的合理性** 新药研究是一个综合药学各学科的过程, 实验方案的设计要统筹兼顾药物合成、含量分析、制剂研究各部分要求。在阿司匹林药物合成方案中, 我们起初按照文献准备采用三氯

化铝法以提高产率、降低使用浓硫酸带来的各种不利影响。但在开题报告中, 专家评委朱驹教授指出, 三氯化铝将对后期质量分析产生较大干扰。经过再次查阅文献, 证明专家的意见正确, 因此为保证后续质量分析检查合格, 我们采用经典的浓硫酸法<sup>[10]</sup>进行了阿司匹林的合成, 实验结果表明无论产率还是产品纯度均符合要求, 产品纯度明显高于微波法合成组。

**4.3 方案设计的创新性** 创新性是科学研究的生命力所在。虽然阿司匹林是一个传统药物, 但在实验设计方面, 我们仍根据所学知识对现行实验方案进行了一定创新。如在设计处方工艺时, 我们针对主要易水解、遇水稳定性不好的问题, 选择干粉压片技术进行直接压片, 与其他 4 组相比, 我们的实验步骤简单, 避免了阿司匹林遇水易解离的问题, 游离水杨酸含量最小, 并且省时省力, 崩解速度极快, 各项检查均合格, 具有一定的创新性。值得一提的是, 在粉末直接压片的过程中, 我们也体会到课堂上所学理论知识的重要性。如粉末压片的辅料一定要采用干粉压片专用型号, 以保证流动性和片剂质量, 还有实验室的湿度一定要控制合理才能保证粉末压片的顺利进行。

**4.4 实验操作的可行性** 4 年的本科学习, 我们习惯了按照老师制订的实验步骤进行操作, 在各科的自主性实验中, 我们也是按照文献查阅得到的方案进行操作, 很少对报道的实验步骤进行思考、调整。但在多学科综合性实验中, 我们发现很多实验操作需要根据具体的实验内容进行调整, 比如在我们所设计的方案中, 氢氧化钠滴定液要用含 6 g 邻苯二甲酸氢钾来标定, 但是我们所配制的氢氧化钠溶液在 0.1 mol/L 左右, 大概用量要达到 30 ml, 而滴定管的最大量程为 25 ml, 第 2 次加入氢氧化钠会造成很大的系统误差, 因此我们进行了调整, 改用 4 g 邻苯二甲酸氢钾, 解决了这一问题。

**4.5 对实验结果的思考** 我们有几项实验结果第一次操作超出了药典规定范围, 比如游离水杨酸的检查项, 水杨酸量超出规定限量。如果在学生实验中, 我们通常会再做一批, 直到合格为止, 因为老师给的样品一定是合格的。但在此次综合性实验中, 我们需要自己分析水杨酸含量超限的原因, 是分析手段的问题? 原料合成的问题? 经过仔细检查实验记录并与教员讨论, 我们认为水杨酸含量大幅度超标应该是由供试品溶液检测前放置过夜所导致的阿司匹林水解造成<sup>[9, 10]</sup>。分析原因后, 我们重新配制了供试品溶液, 重新进行检

测结果符合药典规定。这个结果不仅使我们充分认识到实验结果的合理分析对实验的重要性,更使我们直观感受到药物稳定性对质量标准的影响,感受到认真进行实验记录的重要性。

1 周的综合性实验,感触很多。再次拿起刚入学时使用过的滴定管感觉生疏了许多,分析实验操作失误连连,数次被老师教育,自信心严重受挫;而实验结束后,通过大量实验操作,我们已经可以非常熟练的操作各种仪器如高效液相色谱仪、压片机等,自信又迅速回复。虽然不是第 1 次进实验室,但第 1 次所有的决定需要自己做出,所有的试剂需要自己配制,因而常常丢三落四,顾此失彼,忽略了很多重要实验操作细节,导致第 1 次合成实验结果不理想;经过总结后,第 2 次很成功,并且重结晶效果较好,熔点与文献值最接近,四大光谱鉴定与文献值一致。这个结果使我们认识到,实验之前一定要有一个清晰的思路,思路有时可能比实验本身更重要,还要制定一个合理完善的实验方案,安排好实验进度,这样操作才能有条不紊,使实验结果更加科学可靠。

通过本次综合性实验,我们熟悉了药物研发的流程,专业知识得到进一步巩固提高,培养了我们独立解决问题的能力,综合素质得到了有效提升。我们进一步认识到了基本理论知识、实际操作技能的

重要性。对于我组同学而言,我们将在剩余不多的实习期间更加注重自身实践能力的培养,因为我们已经认识到:只有掌握好了最基本的知识,才能在这一前提上有所突破有所创新,才能为我们将来走向工作岗位打下更好的基础。

#### 【参考文献】

- [1] 中国药典 2010 版. 二部[S]. 2010:384.
- [2] 崔福德. 药剂学[M]. 北京:人民卫生出版社 2008:125,357.
- [3] 吴楠,李新年,王玉梅. 消炎药阿司匹林的合成实验设计[J]. 科学资讯,2011,12.
- [4] 文瑞明,刘长辉,游沛清. 阿司匹林合成的研究进展[J]. 长沙大学学报,2009,23(5):30.
- [5] 王晓燕,崔福德. 辅料对阿司匹林片剂稳定性的影响[J]. 中国医药工业杂志,2002,33(12):593.
- [6] 张金平,王鹤尧. 阿司匹林片剂粉末直接压片新工艺研究[J]. 中国新药杂志,2003,12(1):45.
- [7] 张小玲,粟晖,姚志湘. 紫外光谱法监测阿司匹林合成体系中的阿司匹林和水杨酸[J]. 光谱实验室,2011,28(4):1911.
- [8] 张业. 阿司匹林的微型制备方法研究[J]. 中国教育科研杂志,2009,21(12):31.
- [9] 魏伟. 药理学实验方法学. 第 3 版[M]. 北京:人民卫生出版社,2002:182,203.
- [10] 符凤英,库宝善,马行. 河豚毒素与阿司匹林的协同镇痛作用[J]. 中国临床康复,2006,29(4):19.

[[收稿日期] 2012-04-06

[[修回日期] 2012-06-20

(上接第 391 页)

#### 5 小结

在实验实施过程中,仍然有部分内容需要进一步改进,以更好的提升实验教学效果:首先是完善综合解析实验讲义,增加预习导读部分,以问题为导向让学生全面复习所学理论知识,保证实验教学顺利进行,让学生抓住每个光谱分析实验的特点有目的地采集相关数据;其次是教师转变角色,在授课过程中不仅仅突出本实验所要传递的信息,还应该联系学生已经完成的光谱一同进行交流与讨论,实现多维互动;第三,精心选择实验对象,未知化合物不仅要现实可行,还必须涵盖必要的光谱特征,今后可以适当增加一些新的实验对象,拓展深度与广度。

总之,以综合解析为导向的四合一光谱分析

实验将紫外光谱、红外光谱、质谱和核磁共振波谱的基本知识点串联起来,在教学实践中系统地训练了学生光谱仪器的规范化操作,使样品处理、光谱采集与结构解析有机结合,充分锻炼了学生的动手能力和创新能力打牢基础,为培养学生的实践能力和创新能力打牢基础,为后续药学多学科实验的开展提供了系统的光谱综合解析的研究思路。

#### 【参考文献】

- [1] 李发美. 分析化学[M]. 北京:人民卫生出版社 2011:4.
- [2] 杨云,李银环,慕慧. 深化分析化学实验教学改革 培养学生的实验创新能力[J]. 西北医学教育,2010,18(5):987.
- [3] 余鹏,牟玲丽. 药学专业仪器分析实验教学的探讨[J]. 中国医药导报,2011,8(8):104.

[[收稿日期]2011-12-08

[[修回日期]2012-04-23