

nanoscale liposomal polymeric gels enhances tumour immunotherapy [J]. *Nat Mater*, 2012, 11(10) : 895 – 905

[26] ZHANG L, ZHAO D. Liposomal encapsulation enhances *in vivo* near infrared imaging of exposed phosphatidylserine in a mouse glioma model [J]. *Molecules*, 2013, 18(12) : 14613 – 14628.

[27] ZHANG L, ZHOU H, BELZILE O, et al. Phosphatidylserine-targeted bimodal liposomal nanoparticles for *in vivo* imaging of breast cancer in mice [J]. *J Control Rel*, 2014, 183(1) : 114 – 123.

[28] ZHANG L, HABIB A A, ZHAO D. Phosphatidylserine-targeted liposome for enhanced glioma-selective imaging [J]. *Oncotarget*, 2016, 7(25) : 38693 – 38706.

[29] ZHU L, KATE P, TORCHILIN V P, et al. Matrix metalloprotease 2-responsive multifunctional liposomal nanocarrier for enhanced tumor targeting [J]. *ACS Nano*, 2012, 6(4) : 3491 – 3498.

[30] ZHANG L, YAO H J, YU Y, et al. Mitochondrial targeting liposomes incorporating daunorubicin and quinacrine for treatment of relapsed breast cancer arising from cancer stem cells [J]. *Biomaterials*, 2012, 33(2) : 565 – 582.

[31] ZHANG L, ZHANG Z, MASON R P, et al. Convertible MRI contrast: sensing the delivery and release of anti-glioma nano-drugs [J]. *Sci Rep*, 2015, 5: 9874.

新加坡国立大学和中国药科大学药物分析 本科教学的比较*

吴春勇^{1 2} 柳文媛^{1 2} 肖莹³ 何志磊⁴ 康立峰⁴

(1. 中国药科大学药物分析系, 南京 210009; 2. 中国药科大学药物质量与安全预警教育部重点实验室, 南京 210009; 3. 中国药科大学分析化学教研室, 南京 210009; 4. 新加坡国立大学药学系, 新加坡 117543)

摘 要 对新加坡国立大学和中国药科大学本科药学专业的药物分析课程进行比较性研究, 从课程设置、教学方式、评价模式和实验教学等方面进行概述, 为药物分析的教学改革和课程建设提供参考。

关键词 药物分析; 本科教学; 新加坡国立大学; 中国药科大学

中图分类号 R95 文献标识码 A 文章编号 1004-0781(2017)05-0468-05

DOI 10.3870/j.issn.1004-0781.2017.05.002

Comparison of the Undergraduate Education for Pharmaceutical Analysis Between National University of Singapore and China Pharmaceutical University

WU Chunyong^{1 2}, LIU Wenyuan^{1 2}, XIAO Ying³, Ho Chi Lui Paul⁴, KANG Lifeng⁴ (1. *Department of Pharmaceutical Analysis, China Pharmaceutical University, Nanjing 210009, China*; 2. *Key Laboratory of Drug Quality Control and Pharmacovigilance, Ministry of Education, China Pharmaceutical University, Nanjing 210009, China*; 3. *Department of Analytical Chemistry, China Pharmaceutical University, Nanjing 210009, China*; 4. *Department of Pharmacy, National University of Singapore, 117543, Singapore*)

ABSTRACT The course of pharmaceutical analysis for pharmacy undergraduate students in National University of Singapore and China Pharmaceutical University was compared, in terms of curriculum, lecturing, assessment and practical teaching. This study provides in-depth analysis by the lecturers from both universities, and can provide reference for teaching reform and course construction of pharmaceutical analysis.

KEY WORDS Pharmaceutical analysis; Undergraduate education; National University of Singapore; China Pharmaceutical University

新加坡国立大学(National University of Singapore, NUS) 是一所具有全球化视野的高等学府, 致力于“成为一所立足亚洲、影响未来的世界级顶尖大学”^[1]。NUS 药学系(department of pharmacy) 隶属于理学院(faculty of science), 设有一个药学本科专业, 也是新加坡唯一提供药学教育的高等教育单位, 其培养的理学

士(药学) 是成为新加坡药学理事会(Singapore Pharmacy Council) 注册药师的必要条件^[2]。

中国药科大学(China Pharmaceutical University, CPU) 是我国最早独立设置的药学高等学府, 致力于“成为全球最受尊敬的药学高等学府”。作为教育部直属的唯一“211 工程”药科院校, CPU 秉承“精业济

群”校训,走出了一条“不唯药,需围药,应为药”的特色兴校之路,为我国药理学事业培养了大批优秀人才。目前学校设有 25 个本科专业,其中药理学专业被评为国家特色专业建设点、“十二五”江苏省重点专业和江苏省品牌专业。根据广州日报数据和数字化研究院发布的“2016 广报大学一流学科排行榜”,中国药科大学的药理学学科位列全国第一位。

在 NUS 和 CPU 药理学教育的诸多课程中,药物分析均是一门主干课程。随着药理学研究和仪器分析技术的深入发展,其研究领域已经拓展到药学的各个方面^[3]。在药物设计与制备、药物质量检验与控制、药效药理、药理学、毒理学、临床试验、治疗药物监测、法医学等领域发挥着关键作用。为提高药物分析课程的教学质量,培养具备全球化视野、现代分析和药品质量观念的人才,满足药理学的发展需求,笔者对两校药理学本科专业的药物分析教学体系与模式进行比较研究,介绍如下。

1 课程设置

NUS 将药物分析课程分成三个部分,安排在不同学年,其中药物分析 I 和药物分析 II 是必修课程,药物分析 III 是选修课程(见表 1)。与 NUS 不同,CPU 开设的药物分析课程面向大学三年级学生,是药理学、药物分析、药物制剂、国家理科基础科学研究与教学人才培养基地(基地班)、国家生命科学与技术人才培养基地(生命基地)等多个专业的必修课程,但针对不同的专业方向进行了细分,学时、教学内容和相关课程群均有所不同。为了方便比较,笔者主要讨论药理学专业的药物分析课程群(表 2)。

可见,NUS 和 CPU 开设的课程在体系上各有其侧重点。NUS 侧重于应用性,第二学年即开始传授药典等专业知识,待学生对药物分析的研究领域有总体印象后,再介绍各类分析方法和技术的重点介绍其在药理学中的应用。此外,NUS 重视交叉学科和临床教学,例

如药物分析 III 主要介绍免疫学和放射性药物在药物分析、临床诊断和生物成像中的应用,此部分内容在 CPU 的本科教学中涉及不多。CPU 更加重视教学体系的完整性和学生对基础知识的掌握程度,在课程设置上以课程群为依托,不同课程间衔接紧密。学生首先通过分析化学、药物色谱分析等相关课程的学习,掌握各种分析方法和技术的原理、应用和规范操作,不仅知其然,更知其所以然,在此基础上开始药物分析课程的学习,从各类药物的结构特点和不同的分析任务入手,掌握药物质量研究与控制的规律和选择依据。“各类药物的分析”章节注重药物结构特点、理化性质与分析方法之间的相关性,此部分内容 NUS 涉及不多。第四学年,CPU 的学生还可选修有机光谱分析,深入学习药物的光谱分析规律及其在药物结构鉴定中的应用。与 CPU 不同的是,NUS 每门课程均设计为 4 学分,降低了管理成本,但对于不同学科专业的学生来讲,灵活程度可能略有不足。

2 教学方式

目前探究意识、创新能力和实践能力已成为人才培养的核心,两校的药物分析教学方式各有长处,均充分体现了内容灵活、注重课内外学习与合作等特点,但新加坡教育深受英国影响,两校因国情不同在教学模式上也有所区别。

NUS 的理论课包括大课(lecture)和习题课(tutorial)两种方式,每个学时 60 min,时间长于 CPU。NUS 大课教学的学生人数可达 200 多人,授课教师在整个教学过程中享有很大的自主权,可以自主地安排教学进度。课堂教学没有特定的教材,教师结合自己的研究背景制作幻灯片,课前上传到网上供学生下载。为了更好地帮助学生巩固知识点,NUS 教师会安排数次习题课,出习题给学生讲解,同时作为阶段复习,为考试作准备。此外,NUS 学生的学习方式并不局限于课堂,也延伸到了课堂以外。教师会把教学材料上传到学校的虚拟网页(integrated virtual learning environment, IVLE)供学生下载,学生还可以通过 IVLE 的内部论坛和电子邮件进行讨论。每位 NUS 学生都有一个终生的 NUS 电子信箱,所有重要的通知会通过此邮箱发给学生。部分课程会进行同步录像,当天上传到校园网,学生课后可及时观看教学录像进行复习。若有学生因为特定原因不能到校上课,可以向教师申请同步录像,进行独立学习。另外,NUS 设有网络教学(e-learning),学生完全离开传统意义上的课堂,随时随地利用网络资源进行学习。

CPU 十分注重教材的建设,由本系教师主编的

收稿日期 2016-10-26 修回日期 2016-12-29

基金项目 * 药物质量与安全预警教育部重点实验室资助项目(DQCP2015MS07);2015 年中国药科大学校级教改课题一般项目;江苏高校优势学科建设工程资助项目;2016 年中国药科大学研究性教学试点课程改革项目。

作者简介 吴春勇(1977-),男,江苏南京人,副教授,硕士生导师,博士,研究方向:药物分析与药物体内过程。电话:025-83271251, E-mail: analysis99@126.com。

通信作者 康立峰(1974-),男,中国籍,讲师,博士生导师,博士,研究方向:给药系统和人体组织工程。电话: +65-65167519, E-mail: lkang@nus.edu.sg。

表 1 NUS 开设的药物分析课程
Tab.1 Pharmaceutical analysis curriculum in NUS

课程	主要教学内容	学分	学时 ^{*1}	性质	学年
药物分析 I	药典含量测定和限度检查的原理与应用; 质谱、紫外和红外分光光度法的原理及其在药学中的应用。	4	大课 33 习题课 4 实验课 21	必修	第二
药物分析 II	磁共振、电化学和电位滴定法、色谱法、原子吸收和火焰光度法的基本原理及其在原料药质量控制和结构确认中的应用; 分析方法的开发和验证; 人用药物注册技术要求国际协调会和美国食品药品监督管理局的指导原则。	4	大课 33 习题课 4 实验课 21	必修	第三
药物分析 III	免疫学基础知识; 抗体-抗原反应及其在临床诊断中的应用; 体内药物分析; 放射性药物的基本原理及其在体内药物分析、生物成像和治疗中的应用。	4	大课 33 习题课 5 实验课 12	选修	第四

*¹ 每学时相当于 60 min

*¹ each teaching session is equivalent to 60 min

表 2 CPU 开设的药物分析课程群
Tab.2 Pharmaceutical analysis curriculum group in CPU

课程	主要教学内容	学分	学时 ^{*1}	性质	学年
分析化学(上)	误差分析; 滴定分析概论; 酸碱滴定; 沉淀滴定; 非水溶液滴定; 氧化还原滴定; 络合滴定; 电位分析法和永停滴定法; 紫外-可见分光光度法; 分子发光分析法。	4	理论课 43 实验课 51	必修	第一
分析化学(下)	红外吸收光谱法; 磁共振波谱法; 质谱法; 综合光谱解析; 色谱分析法导论; 经典液相色谱法; 气相色谱法; 高效液相色谱法。	3.2	理论课 34 实验课 42	必修	第二
药物色谱分析	色谱法的基本术语及理论; 气相色谱法; 高效液相色谱法; 毛细管电泳法; 药物的衍生化色谱法; 色谱-光谱联用技术; 色谱定性定量分析方法及其验证。	3	理论课 34 实验课 34	选修	第三
药物分析	药典与药物质量研究; 药物的鉴别、杂质检查和含量测定; 分析方法的验证; 体内药物分析概述; 各类药物的分析(芳酸类、苯乙胺类、对氨基苯甲酸酯和酰苯胺类、二氢吡啶类、巴比妥类、吩噻嗪类、喹啉和青蒿素类、萜萜烷类、维生素类、抗生素类、甾体激素类等); 药物制剂分析; 中药材及其制剂分析; 生物制品分析。	3	理论课 34 实验课 34	必修	第三
有机光谱分析	紫外吸收光谱和手性光谱; 红外光谱和拉曼光谱; 磁共振光谱基本理论; ¹ H-磁共振谱; ¹³ C-磁共振谱; 二维磁共振技术; 有机质谱法。	2	理论课 34	选修	第四

*¹ 每学时相当于 45 min

*¹ each teaching session is equivalent to 45 min

《药物分析》教材目前已修订到第八版^[4], 是国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材和全国高等医药教材建设研究会“十三五”规划教材。教师讲课按规划教材施教, 其优点是利于宏观调控和对教学质量的评估, 缺点是不利于发挥教师和学生的主动性、个性和潜能。这种区别也反映了 NUS 和 CPU 的教学目标并不完全相同。近年来 CPU 打破了传统的单纯传授知识的教学模式, 开始尝试研究性教学^[5-6], 将面广

量大、细节多样的药物分析教学内容分为三大模块。第一模块是药物分析基础知识, 包括药品质量标准体系及质量研究与控制的一般规律, 具有普适性和基础性, 以教师的讲述为主。第二模块是各类型药物的质量检验与控制, 学生按照药物类型进行分组, 教师采取以问题为中心的 PBL(problem-based learning) 教学法, 将重点和难点以问题形式提出, 学生通过自学、文献调研和小组交流, 再撰写发言稿, 每组择优选举 1 或

2 人上讲台进行幻灯片汇报,鼓励其他学生积极提问。在此过程中,学生主动获取知识并进行再学习,增强了师生之间的互动和学生之间的互动,培养了团队合作精神。第三模块是药物分析新方法和新技术的应用,开展专题研讨会及课堂交流,引导学生捕捉专业热点与发展前沿。为了帮助学生将学习延伸到课堂以外,CPU 建设了药物分析国家精品课程网站(<http://www.icourse163.org/course/CPU-1001626011#/info>)并用于教学工作中。该平台提供了教案、课件、大纲、指导原则与文献等资料,还设置了通知、讨论、作业和考试等多个交流板块。为了将抽象的知识与过程直观地演示给学生,CPU 制作了多个章节的微课教学视频,通过动画、药物史实、图像、操作演示等多种环节,帮助学生理解教学内容,培养学习兴趣。从实际教学经验来看,研究性教学和网络课程平台大大提高了学生自主学习和相互协作的能力。

3 评价模式

NUS 和 CPU 均采用多元考核方式,注重过程考核和结果考核相结合,不仅考核学生对知识的掌握程度,也考察他们的技能和学习态度。

NUS 和 CPU 的药物分析课程考核中,平时成绩分别占 40% 和 30%,通过引入形成性评价使学生真正成为学习的主体。NUS 课程一般会有一次理论课小考和一次实验课小考试,采取测验、案例研究、计划项目、演示等方式,且平时小考试和期末考试的严格程度一样,考题要经两位老师的审核。CPU 将学生通过网络平台完成的作业及测验的成绩、研究性教学中学生的课堂演讲、讨论和提问均计入平时成绩,可明确教学过程中存在的问题,及时调整以期获得更加理想的教学效果。

两校药物分析的期末考试均采用笔试方式,但不要求死记硬背,侧重考察学生综合运用专业知识以解决科研问题的能力,增加了一些开放式的设计性试题,便于将考核与教学过程紧密结合,可有效反馈教学效果。NUS 的笔试题型包括单选题和问答题,CPU 则包括单选题、配伍题、简答题、问答题和计算题,比较而言 CPU 的考试题型更为灵活多样。NUS 考试结束后,会有专业的审计公司对考卷的评分进行抽查,确保成绩的公平可信,也可供新加坡本地公司招聘时直接参考。

4 实验教学

药物分析是一门实践性很强的课程,实验教学不仅有利于学生巩固基本概念和基本理论,而且有利于培养学生的动手能力、观察分析能力、综合设计和创新能力,在 CPU 和 NUS 均有十分重要的地位。

在教学模式上,NUS 的实验课教学采取小组制,每小组 5 个学生,带实验的是教师和担任助教的博士生。每次实验前老师会进行讲解(brief)并演示如何进行操作,实验后会对实验结果作讨论总结(debrief),以解除学生疑问。CPU 由于学生人数较多,目前仍采用大班制,一次约 30 人,教师在实验教学过程中巡视观察并记录每个学生的具体实验操作,评价学生的实验态度及动手能力,对不正确的操作,教师及时给予纠正、指导。NUS 的工作语言为英语,教材为自编教材;CPU 采用本系教师主编的《药物分析实验与指导》双语教材^[7],并将双语教学融入实验授课过程,为学生提供专业英语交流的实际环境,学生在实验报告的英文写作方面也有了较大的进步。NUS 每次实验均为 3 个学时,而 CPU 每次实验的学时因课程而异,为 5~8 个学时。

在教学内容上,由于 NUS 的药物分析课程相当于 CPU 的药物分析和其相关课程,因此笔者对两校药物分析课程(群)的实验内容进行了比较。如表 3 所示,两校均以验证性实验为主,遵循“教师讲解-学生实验-报告书写-教师总结”四段式模式,可有效地培养学生基本实验技能。为了进一步提高学生分析问题和解决问题的能力,CPU 近年鼓励教师积极申报大学生开放性实验和大学生创新创业训练项目,创造条件让学生积极参加科研活动,化被动为主动,并把课程内容与信息技术相整合,制作了交互式的仿真系统^[8],将实验课的教学形式提升到学生个性化、自主化的学习层面,提高了学生的学习兴趣和学习效率。

5 结束语

全球生命科学和医药事业的发展,对药学人才的创新能力、国际视野和人文素养均提出了更高的要求。NUS 和 CPU 两校在药物分析课程的教学工作中,各自积累了丰富的经验,但因国情的不同,两校各有其侧重点与优势。CPU 侧重于课程设置的系统性与基础性,课程间衔接紧密,而 NUS 更侧重于应用性;NUS 的授课方式更为灵活,授课教师的自主权也大于 CPU;CPU 近年开展的研究性教学,打破了传统的单纯传授知识的教学模式,大大提高了学生学习的主动性,使学生真正成为学习的主体;两校均十分重视实验教学,有利于培养学生的动手能力、观察分析能力;CPU 鼓励学生积极参与教师的科研活动,提高其综合设计和创新能力。为更有效地推动教学质量的提高,两校可相互借鉴,深化教学改革,不断探索新形势下药物分析课程的教学新模式。

表3 NUS 和 CPU 开设的药物分析实验课

Tab.3 Practical sessions of pharmaceutical analysis in NUS and CPU

NUS 药物分析课程	CPU 对应课程
<p>药物分析 I: 实验室总体介绍和安全教育; 称量与电子天平的使用; 杂质的限度检查(BP 法): 氯化钠中铁盐检查, 水杨酸钠中氯化物与硫酸盐检查; 基于官能团的药物含量测定(BP 法): 甘露醇注射液, 氢氧化镁混合物, 苯甲酸苄酯; 紫外法测定氨茶碱注射液中茶碱的含量; 茶碱的分析; 多个药物的紫外光和荧光光谱扫描; FTIR 检测; 原子发射光谱法测定维生素 B₁ 泡腾片中钙离子浓度; 原子吸收光谱法测定维生素 B₁ 泡腾片中锌离子浓度。</p> <p>药物分析 II: 酸碱滴定法测定盐酸溶液和醋酸溶液浓度; 自动电位测定仪测定磷酸溶液浓度; 酸碱滴定法评价抗酸剂片剂的中和能力(USP 法); 氧化还原滴定法测定硫酸铁铵溶液浓度; 沉淀滴定法同时测定混合物中氯化物和碘化物的浓度; 电位滴定法测定市售漱口水中氯化物的含量; 薄层色谱法鉴别两种止痛药片剂中的活性成分(阿司匹林、咖啡因、对乙酰氨基酚、布洛芬); 高效液相色谱法测定人唾液中咖啡因及其代谢物副黄嘌呤的含量; 气相色谱 - 质谱法分析混合物中的正构烷烃。</p>	<p>分析化学(上): 实验室安全教育、称量练习和氯化钡的结晶水含量测定; 标准溶液的配制与标定; 阿司匹林、药用氧化锌、水杨酸钠、硫酸亚铁的含量测定; 水的硬度测定; 容量仪器校正; 设计实验(随机)。</p> <p>分析化学(下): 磷酸电位滴定; 水中铁的含量测定; 气相色谱法测定酞剂中乙醇含量、药物中的有机溶剂残留量; 复方磺胺甲噁唑的薄层色谱分析; 纸色谱分离甘氨酸和蛋氨酸; 高效液相色谱系统的性能考察及阿司匹林中水杨酸的检查; 紫外吸收系数、荧光光谱、激发光谱、红外光谱分析; 苯丙酸诺龙的高效液相色谱分析。</p> <p>药物色谱分析: 中成药薄荷醇的气相色谱分析; 维生素 E、氯霉素滴眼液的高效液相色谱分析; 气相色谱法测定正构醇的保留指数; 设计实验。</p> <p>药物分析: 葡萄糖的鉴别和一般杂质检查; 双波长分光光度法测定复方磺胺甲噁唑片; 阿司匹林的质量检验; 维生素 E 的含量测定; 血浆中茶碱的高效液相色谱法测定; 双黄连口服液的质量检验(含实验考察)。</p>

参考文献

<p>[1] 黄一顺. 新加坡国立大学本科教育教学管理及启示 [J]. 高等理科教育, 2013, 11(1): 79 - 84.</p> <p>[2] 林承翰, 李海瑞, 潘婧, 等. 新加坡的药学教育模式 [J]. 医药导报, 2016, 35(2): 111 - 114.</p> <p>[3] 杭太俊. 药物分析学教学特色的彰显 [J]. 药学教育, 2005, 21(3): 30 - 31.</p> <p>[4] 杭太俊. 药物分析 [M]. 8 版. 北京: 人民卫生出版社, 2016: 1 - 9.</p>	<p>[5] 柳文媛, 狄斌, 杭太俊, 等. 药物分析课程研究性教学探索 [J]. 药学教育, 2009, 25(5): 26 - 28.</p> <p>[6] 苏梦翔, 狄斌, 李博, 等. 药物分析探究式教学法探索 [J]. 药学教育, 2014, 30(3): 35 - 38.</p> <p>[7] 宋敏. 药物分析实验与指导 [M]. 3 版. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 1 - 2.</p> <p>[8] 狄斌, 吴春勇, 李博. 在仪器分析教学中引入仿真教学手段的思路 [J]. 药学教育, 2005, 21(5): 13 - 16.</p>
--	---