

基于BOPPPS教学法的药物动力学实验 教学设计与实践

华俊杰, 卢光照, 樊莉, 陈佩, 孙治国, 鲁莹*

海军军医大学, 药学系药剂学教研室, 上海

收稿日期: 2025年9月18日; 录用日期: 2025年10月22日; 发布日期: 2025年10月29日

摘 要

为解决药物动力学实验教学中传统模式存在的学生参与度低、知识内化不足等问题, 提升药物动力学实验教学效果, 将BOPPPS教学法应用于药学、中药学四年制本科实验教学中。在前期“单室模型模拟实验”成功应用基础上, 以“对乙酰氨基酚动物体内药动学研究”实验为例, 设计各环节教学方案, 通过分组研讨、分步实操等互动形式提升教学效果。课程实践操作成绩和教学效果评价数据显示, 应用BOPPPS教学法能有效提升教学质量, 为药物动力学、生物药剂学等药剂学课程群实验教学改革提供成功范例。

关键词

药物动力学, BOPPPS教学法, 实验教学

Design and Practice of Pharmacokinetics Experiments Based on BOPPPS Teaching Method

Junjie Hua, Guanzhao Lu, Li Fan, Pei Chen, Zhiguo Sun, Ying Lu*

Department of Pharmaceutical Sciences, School of Pharmacy, Naval Medical University, Shanghai

Received: September 18, 2025; accepted: October 22, 2025; published: October 29, 2025

Abstract

To address issues such as low student participation and insufficient knowledge internalization in

*通讯作者。

文章引用: 华俊杰, 卢光照, 樊莉, 陈佩, 孙治国, 鲁莹. 基于 BOPPPS 教学法的药物动力学实验教学设计与实践[J]. 教育进展, 2025, 15(10): 1402-1409. DOI: 10.12677/ae.2025.15101983

the traditional models of pharmacokinetics experimental teaching, and to improve the effectiveness of pharmacokinetics experimental teaching, the BOPPPS teaching method has been applied to the experimental teaching of four-year undergraduate programs in Pharmacy and Chinese Materia Medica. Building on the successful application of the “single-compartment model simulation experiment” in the early stage, taking the experiment “Pharmacokinetic Study of Paracetamol in Animals” as an example, teaching plans for each link have been designed. Interactive forms such as group discussions and step-by-step practical operations have been adopted to enhance teaching effectiveness. Data from course practical operation scores and teaching effectiveness evaluations show that the application of the BOPPPS teaching method can effectively improve teaching quality, providing a successful example for the reform of experimental teaching in the pharmaceuticals course cluster, including pharmacokinetics and biopharmaceutics.

Keywords

Pharmacokinetics, BOPPPS Teaching Method, Experimental Teaching

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

药物动力学是药学与中药学专业的核心基础课[1]。对药学专业，它衔接药剂学与药理学，为合理用药、新药研发提供体内过程理论支撑[2]；对中药学专业，其阐释中药有效成分代谢规律，是解析药效物质、优化炮制与配伍的关键工具，直接服务于中药现代化与临床应用[3]。药物动力学实验教学是药学、中药学等专业的核心实践环节，是连接理论与临床的关键纽带[4]。它能培养学生实验操作、数据解析及科研思维，助力理解药物体内代谢规律，为新药研发、合理用药及中药现代化提供实践支撑，是高素质医药人才培养的重要基石。

为提升药物动力学实验教学效果，各院校通过引入综合性设计性教学理念[5]-[7]、应用 PBL 教学法[8][9]、开设虚拟仿真实验[10]-[12]等教改措施，均取得一定进展。然而大多药物动力学实验虽增强了综合性设计性元素，其教学方式仍为传统“集中讲授-分组操作”为主，难以满足学生实践能力和创新思维培养的需求；PBL 教学实施过程因缺乏结构化流程设计，常出现讨论偏离核心知识点的情况；虚拟仿真实验仅在少数高校和专业应用，且多停留在操作模拟层面，与药动学理论深度融合不足，学生无法将虚拟数据与实际药动学模型建立关联。传统药物动力学实验教学中“知识内化不足”和“参与度低”等核心矛盾未能根本解决。

BOPPPS 教学法是以学生为中心的互动式教学模式，可有效提高学生学习效率和课堂教学质量，在药剂学实验教学中已有成功应用[13][14]，但上述研究主要集中在学生的文献检索阅读能力、理论知识掌握度的检测以及科研创新能力上，减少了对学生实验操作的重视，并缺乏如何针对性优化该模型以适应学生动物实验教学需求的探索。教学组前期已在我校药学、中药学四年制本科药代动力学实验“单室模型模拟”中应用 BOPPPS 教学法，优化教学内容与模式，取得较好的实验教学效果[15][16]。BOPPPS 教学法通过明确教学目标、强化师生互动、注重过程性评价，恰好能弥补目前药物动力学实验教学中的不足：其“导入-目标-前测-参与式学习-后测-总结”的闭环设计，可将网络教学资源、虚拟仿真实验纳入参与式学习环节，通过“前测”定位理论盲区；结构化的互动流程能避免 PBL 讨论的随意性，确保围绕药动学核心原理和知识点展开，提高学员参与度；而“前测”与“后测”的对比分析，可为形成

性评价提供精准的能力发展轨迹。这种系统性设计与药物动力学实验“强理论性、高操作性、严逻辑性”的特点高度契合,对推动实验教学从“技能训练”向“思维培养”转型具有重要意义。

在此基础上,本文将 BOPPPS 教学法应用于药物动力学经典实验“对乙酰氨基酚动物体内药动学研究”中,围绕军地两栖药学人才的培养目标,结合我校“雨课堂”教学平台开展教学互动,深化药物动力学实验教学改革,为药学、中药学后期专业课大型综合性、设计性实验教学探索新模式和新方法。

2. 课程简介与学情分析

2.1. 课程简介

《药物动力学》是我校药学四年制、中药学四年制的专业必修课,开设于第七学期,共 53 学时,其中实验 20 学时。本次“对乙酰氨基酚动物体内药动学研究”实验 10 个学时。在“新医科”背景中“懂医精药、善研善成”药学人才培养目标指引下,结合学校人才培养特色和四年制药学、中药学专业本科生特点,以创新和应用为导向,对本次实验课内容进行重构(见图 1)。在理解记忆基本知识点基础上,通过实验教学让学员应用理论知识开展实践操作,对实验数据进行分析、评价,最终目标是临床给药方案的设计,为新药研究开发提供数据支撑。

2.2. 排版规范的完整性

授课对象为药学/中药学无军籍四年制本科三年级学员。

药学专业、中药学专业的三年级学员前期已完成各自专业大部分课程学习,在药物、天然药物的化学性质、构效关系、分析方法、药理活性等方面都有较好基础。已完成专业课程《药剂学》《中药药剂学》大部分课程的学习,对于剂型的概念和性质较为熟悉。已经完成《药代动力学》课程全部理论知识的学习,对于单室模型、双室模型、给药方案设计等药动学基本理论和公式较为熟悉。

3. BOPPPS 教学方案的设计

围绕课程教学计划制定的人才培养目标,将 BOPPPS 教学理念融入本次实验教学实践,组织教学设计和实施流程如下(图 2)。



Figure 1. Restructuring of teaching content on pharmacokinetics of acetaminophen in animals
图 1. 对乙酰氨基酚动物体内药动学研究教学内容重构

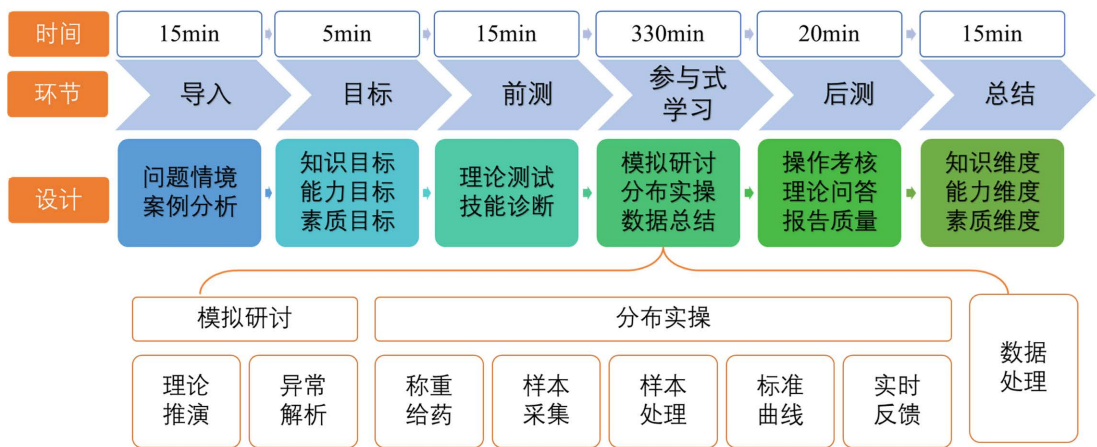


Figure 2. Teaching design and implementation of “pharmacokinetics of acetaminophen in animals” based on the BOPPPS model

图 2. 基于 BOPPPS 教学法的“对乙酰氨基酚动物体内药动学”教学设计与实施

3.1. 导入环节(Bridge-In)

按照教学计划，在上一节课中已经布置了实验课的预习，主要内容是围绕实验课教学内容提出问题，请学员检索文献资料，做好课前准备。

本环节采用“问题情境 + 案例分析”模式：给出对乙酰氨基酚临床用药过量导致药物性肝损伤的案例，引出问题“如何确定药物的安全给药剂量？”。引导学员结合药物动力学的临床应用进行思考分析，强化对“药物动力学指导临床用药”的理解，在此基础上导入本次实验课程的核心内容“对乙酰氨基酚动物体内药动学研究”和研究方法“血药法计算药动学参数”。

此环节用时 15 分钟，旨在建立实验学习与临床应用的关联，激发探究欲。

3.2. 目标环节(Objective)

根据教学内容制定三维教学目标，分别为知识目标、能力目标和素质目标。

知识目标包括：理解药物动力学实验的基本原理；掌握如何以血药法处理数据，判断药动学模型；熟悉生物利用度的计算方法和实验设计方法。

能力目标包括：熟练完成家兔耳缘静脉注射、灌胃给药和血浆样本的采集处理(离心、萃取)、色谱仪操作(流动相配置、梯度洗脱设置)等操作。

素质目标：培养严谨的实验态度、团队协作能力及基于数据的理性思维，遵守实验伦理规范。

3.3. 前测环节(Pre-Assessment)

根据本实验教学重点设计混合式前测方案，包括理论测试和技能诊断两部分：

理论测试(5 分钟)：用雨课堂设置 5 道题目随机点名限时作答或者抢答，主要考查本次课中涉及的药动学基本概念、模型药物的基本性质、血浆样品的处理、主要仪器色谱仪的基本操作等知识点。通过问答环节实现学员对理论知识点的快速回忆，同时授课教师通过雨课堂反馈，实现学情的实时掌握。

技能诊断(10 分钟)：让学生演示耳缘静脉给药、灌胃给药、留置针使用、血样采集等关键步骤操作，带教教师记录操作问题(如脱毛不干净、灌胃手法有误、留置针未肝素封管等)。

依据此部分测试结果调整课程教学重点：若 80%学生未掌握某一知识点，则在后续环节增加相关演示内容。

3.4. 参与式学习环节(Participatory Learning)

此环节为 BOPPPS 教学模式的中心环节, 重点培养学生实践中的主观能动性。教师利用雨课堂的随机点名、发弹幕等功能活跃课堂气氛, 以层层铺垫、步步设问的方式引导学生逐渐融入本次实验, 以小组形式展开激烈讨论, 形成以教师为引导、学生为主体的良好的课堂氛围。按照实验教学目标和内容, 分四阶段实施, 共计时长 330 分钟。教学设计如下:

3.4.1. 模拟研讨(30 分钟)

(1) 理论推演: 将学生分为 6 组(每组 5 人), 结合实验内容对实验台上给出的材料设备, 进行分析讨论, 对实验环节进行理论推演。教师随机抽取小组成员, 对本次实验的操作步骤、人员分工、每组自行选择需要的材料设备并进行说明和解释, 教师进行点评补充。

(2) 异常解析: 给每组学生发放“实验异常案例卡”(如“耳缘注射给药后组织水肿”, “留置针脱落、堵塞”等), 各组分析可能原因、设计验证方案、给出处置措施, 教师巡回指导并记录关键观点。

3.4.2. 分步实操(260 分钟)

(1) 称重给药: 每组按照分工领取动物, 分别进行耳缘静脉注射给药和灌胃给药。如有需要, 教师按照实验预案对“血管穿刺失败”、“灌胃给药失败”等共性问题进行集中示范。

(2) 样本采集: 每组按照实验方案定时采集血样, 存于离心管中。如有需要, 教师按照实验预案对“留置针堵管导致样品无法收集”、“血浆颜色偏红”等共性问题进行集中示范。

(3) 样本处理: 每组按照实验方案对血样进行蛋白沉淀、离心处理后置于样品盘待测。如有需要, 教师按照实验预案对“离心管配平”、“移液枪使用”等共性问题进行集中示范。

(4) 标准曲线制备: 每组按照实验方案, 制备对乙酰氨基酚标准曲线。如有需要, 教师按照实验预案对“天平使用”、“液相进样”等共性问题进行集中示范。

(5) 实时反馈: 利用雨课堂平台, 将各组色谱图谱实时共享, 师生共同分析“峰形拖尾”“保留时间漂移”等现象的解决方案, 形成“操作-反馈-修正”的闭环。

3.4.3. 数据处理(40 分钟)

指导学生分别收集数据, 用 Excel 绘制药时曲线, 分组展示曲线特征并推测药物体内过程, 汇总计算各组药动学参数并进行比较、分析。教师用“追问法”引导深入思考(如“药动学参数组间差异的可能来源?”“曲线出现双峰可能与药物肠肝循环有关吗?”)

3.5. 后测环节(Post-Assessment)

本环节目的是检测学生实验后对内容的掌握程度, 评判学习效果。教师在雨课堂设置选择题或判断题进行随机提问, 学生作答后可以通过雨课堂看到评分结果, 教师也可以对本次课的授课质量进行评价和分析。采用多元化评价方式, 用时 20 分钟:

操作考核(40%): 随机抽取“耳缘静脉给药”等操作, 依据注射角度、推注速度等指标进行评分。

理论问答(20%): 现场提问“曲线出现双峰的原因有哪些?”、“如何确定给药剂量和间隔?”等开放性问题的, 呼应导入环节提出的临床需求, 评估知识迁移能力。

报告质量(40%): 待学员上交实验报告后, 重点评价数据完整性、曲线分析深度及误差讨论合理性。

3.6. 总结环节(Summary)

通过“三维梳理”巩固学习成果, 此环节用时 15 分钟。

知识维度: 用思维导图呈现“实验步骤-药动学原理-临床意义”的关联, 帮助学员加深对“血药

法测定药动学参数→单室/双室模型药物体内过程研究→给药方案的设计”的理解。

技能维度：汇总实操中的高频错误(如色谱柱未平衡导致基线漂移)及纠正方法，制作“操作禁忌清单”。

思维维度：布置“拓展任务”如“为肝肾功能衰退患者制定对乙酰氨基酚给药方案”，培养学员科研设计能力。

4. 教学实践效果评估

4.1. 评估对象与方法

选取 2020~2021 级药学、中药学专业两个班级作为研究对象，2021 级(28 人)采用 BOPPPS 教学法，对照班(29 人)采用传统教学法。学期末通过以下指标评估效果：

- (1) 学业成绩：理论测试、实验操作、实验报告评分。
- (2) 能力测评：采用“药动学实验设计量表”评估科研思维。
- (3) 问卷调查：了解学生对教学模式的满意度。

4.2. 评估结果

(1) 学业成绩对比：实验班操作考核平均分(85.1 ± 6.7)显著高于对照班(79.5 ± 6.9) ($P < 0.05$)；理论测试中综合应用题得分亦呈现类似结果(实验班 30.3 ± 5.1 vs 对照班 28.7 ± 5.2)，表明实验班对知识点综合运用能力的提高。

(2) 能力提升：实验班在“实验设计创新性”(4.8 ± 0.5)、“数据解读深度”(4.1 ± 0.7)等维度评分均显著高于对照班。

(3) 学生反馈：93.7%的实验班学生认为“分组研讨有助于理解实验原理”，89.6%认可“实时反馈能及时纠正操作错误”，满意度显著高于对照班(78.3%)。

5. 成效分析与优化策略

5.1. 应用成效分析

BOPPPS 教学法在药物动力学实验教学中的优势体现在三方面：一是目标导向清晰，通过“前测 - 参与式学习 - 后测”的闭环设计明确可量化的教学目标，使教与学更具针对性，实现教学目标的精准达成；二是互动性强，将抽象药动学原理转化为可操作的互动任务，降低理解难度，通过小组讨论、理论推演等形式，学生由被动接受变为主动参与；三是评价即时化，前测与后测的对比分析能及时反馈教学效果，便于动态调整教学策略，多元化评价体系更全面反映学生的综合能力，避免“重操作轻思维”的弊端。这些优势与药物动力学实验教学中“理论 - 实践 - 思维”三维培养目标高度契合。

5.2. 实践中的挑战与优化策略

在实施过程中，碰到的主要问题包括：

- (1) 时间分配难题：参与式学习环节易因讨论热烈导致超时，影响后续流程。
- (2) 个体差异处理：部分基础薄弱学生在小组讨论中参与度低，存在“搭便车”现象。
- (3) 资源需求较高：雨课堂的使用需要实验室信息化设备支持，增加教学成本。

5.3. 优化策略

- (1) 引入“时间管理者”角色：每组指定 1 人负责把控讨论时长，教师用计时器进行提醒。

(2) 实施“分层任务卡”：根据前测结果为不同水平学生设计差异化任务(如基础组完成数据记录，进阶组进行结果分析)。

(3) 采用“虚实结合”模式：依托我校国家级示范中心-军事药学实验室虚拟仿真平台预习基础操作，节省课堂时间用于高阶思维训练。

6. 结语

药物动力学实验具有“强理论性、高操作性、严逻辑性”特点：实验原理涉及药动学参数计算、房室模型等抽象概念；操作过程涵盖样本处理、仪器分析、数据建模等复杂步骤；结果解读需结合生理病理因素综合分析。传统药物动力学实验教学存在“三脱节”问题：教学目标与临床需求脱节，多侧重操作技能训练，忽视科研思维培养；教学过程与学生认知规律脱节，一次性讲授大量信息导致知识消化困难；评价方式与能力培养脱节，以实验报告为主的评价难以全面反映综合能力[17]。BOPPPS教学法通过环节设计的系统性，可有效破解这些难题，通过参与式学习环节的分层设计，可将复杂内容拆解为可操作的互动任务，降低学习难度。如针对家兔耳缘静脉注射、灌胃给药和血浆样本采集处理的高难度要求，在前测环节专项技能诊断，带教教师的问题操作记录与实时指导，有效解决了药物动力学实验教学中存在的学生被动学习和参与度低的问题，并保持传统教学对学生实验操作的重视程度。通过模拟研讨的实验异常案例、分布操作中的实时反馈、数据处理的追问思考、以及报告总结，清晰化本次实验教学的目标，从理论技能学习、实验操作、数据处理及报告检测不同环节评价评价学生的学习结果和教学质量。此外，考虑到不同学生的前期基础与掌握程度，根据前测结果，针对基础薄弱的学生更侧重于从被动学习到主动协作与讨论，通过设立操作员、记录员、计时员等不同角色轮换协作，建立对整体实验框架的认识。而对于基础优秀的学生则侧重于知识的综合应用和问题的解决能力，理解给药过程操作不当如何影响血药浓度达峰时间，实验数据异常点的潜在原因分析等。本研究结果表明，经过优化的 BOPPPS 模型能够有效提升学生在药代动力学动物实验中的实验技能掌握程度、突发问题解决能力以及复杂数据的处理能力。该教学法能显著提升学生的实验操作技能、理论应用能力和科研思维，为培养创新型医药人才提供有力支撑。

未来需进一步结合智慧教学工具，优化教学环节的时空配置，明确将“科研思维 + 实操技能 + 临床转化”三维能力作为改革靶心，弱化机械操作训练，强化“实验设计 - 数据解读 - 结果应用”的完整逻辑链培养，实现“以学为中心”的教学理念在药物动力学实验教学中的深度落地。

参考文献

- [1] 姜福林, 管宴萍, 陈江英, 等. 基于规范性、溯源性和科学性的药代动力学实验教学改革[J]. 药学教育, 2019, 35(4): 76-79.
- [2] 何伟, 尹莉芳. 基于创新能力提升的生物药剂学与药物动力学实验教学改革[J]. 药学研究, 2015, 34(8): 485-487.
- [3] 邱志霞, 宣圆圆, 张培培, 等. 中药学专业药代动力学教学改革探索[J]. 药学研究, 2018, 37(12): 733-735.
- [4] 康丽, 胡燕, 周玲. 线上线下混合教学模式在生物药剂学与药代动力学实验的探索与实践[J]. 教育现代化, 2021, 8(97): 16-19.
- [5] 缪明星, 刘晓东, 刘李, 等. 基于创新能力提升的药代动力学实验教学平台[J]. 药学教育, 2015, 31(6): 51-54.
- [6] 高越颖, 刘蕾, 任怡琳, 等. 基于新药研发能力培养的药理学实验教学探索[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(10): 207-209.
- [7] 黄斌. 整合药学实验教学探索[J]. 基础医学教育, 2022, 24(5): 350-354.
- [8] 华玲, 陈红伟, 周洋. PBL 结合 TBL 在兽医药物动力学实验教学中的应用[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2018(7): 229-232.
- [9] 张纯刚, 孟营, 程岚, 等. 课程思政背景下基于 PBL 教学法的生物药剂学与药物的药代动力学教学研究与实践[J].

- 中国中医药现代远程教育, 2022, 20(14): 176-178.
- [10] 缪明星, 刘李. 基于虚拟仿真技术的药代动力学实验教学体系[J]. 药学研究, 2021, 40(5): 347-349.
- [11] 龚晶雯, 王舒婷, 许敏生, 等. 虚拟药物一致性评价在临床药物代谢动力学实验教学中的应用[J]. 医学教育管理, 2025, 11(1): 26-31.
- [12] 刘媛媛, 褚光松, 刘彩虹, 等. 基于“线上线下 + 虚实结合”教学模式的阿莫西林药代动力学实验课教学设计[J]. 中国现代教育装备, 2023(3): 72-76.
- [13] 刘苗, 成颖, 刘道洲, 等. BOPPPS 模式下 SRT 融入药剂学实验的课程设计与实践[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(8): 210-213.
- [14] 唐海玲, 黄秋洁, 梁丹, 等. 目标导向的 BOPPPS 模式在药剂学实验教学中的应用实践[J]. 山东化工, 2021, 50(3): 180-181.
- [15] 陈佩, 鲁莹. 有效教学模式 BOPPPS 在药代动力学实验教学中的探讨——以“单室模型模拟实验”为例[J]. 教育进展, 2023, 13(8): 5219-5223.
- [16] 卢光照, 高习清, 张翮, 等. 生物药剂学和药物动力学实验教学的改革探讨[J]. 广东化工, 2020, 47(20): 223-224.
- [17] 李丽华, 孙淑萍, 鄢海燕, 等. “生物药剂学与药物动力学”实验教学中提升和体现学生创新能力的探索[J]. 教育现代化, 2020(50): 147-149, 160.