DOI：10. 3969/j. issn. 2096-045X. 2026. 05. 004

·专题研究·

口腔新药研发思维渗透式教学模式构建

刘奕彤[1] 张 爽[2] 刘 怡[1] 郭力嘉[3*]

（1. 首都医科大学附属北京口腔医院牙周科，北京 100070；2. 首都医科大学药学院，北京 100069；3. 首都医科大学附属北京口腔医院王府井院区正畸科，北京 100006）

【摘要】针对口腔医学教学中临床问题、材料知识、药学思维与科研训练衔接不足，本文构建口腔新药研发思维渗透式教学模式。该模式以“临床痛点-科学问题-研发方案-转化评价”为主线，将靶点辨识、递送系统设计、证据评价和转化风险分析嵌入口腔基础课程、口腔材料学课程、临床教学及科研实训，形成课程嵌入、案例牵引、双导师协同和过程性评价相结合的教学框架，并以案例库、文献库和任务库提供资源支撑。该模式无需另设完整的新药研发课程，可在既有课程体系中强化研发视角、证据意识和跨学科协作，为新医科背景下复合型口腔医学人才培养提供可操作的路径参考。

【关键词】新医科；口腔医学；新药研发；交叉学科；课程整合；转化医学

【中图分类号】R78；G642. 0 【文献标识码】A

Construction of penetrative teaching mode for thinking in new oral drug R&D

Liu Yitong[1], Zhang Shuang[2], Liu Yi[1], Guo Lijia[3*]

(*1. Department of Periodontics, Beijing Stomatological Hospital, Capital Medical University, Beijing 100070, China; 2. School of Pharmaceutical Sciences, Capital Medical University, Beijing 100069, China; 3. Department of Orthodontics, Wangfujing Campus, Beijing Stomatological Hospital, Capital Medical University, Beijing 100006, China*)

【Abstract】To address insufficient alignment between clinical problems, dental materials knowledge, pharmaceutical thinking and research training in stomatological education, this article proposes an embedded teaching model for cultivating drug-development thinking in stomatological education. Following the sequence of "clinical pain point–scientific question–development proposal–translational evaluation", the model integrates target identification, delivery system design, evidence appraisal, and translational risk analysis into basic stomatology courses, dental materials courses, clinical teaching and research training. It combines curriculum embedding, case-based guidance, dual mentorship, and formative assessment, and is supported by case bank, literature, and task repositories. Major learning outputs include problem lists, mechanism maps, literature reviews, development proposals, and group presentations. This model does not require a separate complete course in drug development, introduces research-oriented, evidence-based, and interdisciplinary perspectives into the existing curriculum and offers an operational reference for cultivating interdisciplinary stomatology professionals under the New

基金项目 1. 北京市自然科学基金委员会卓越医师科学家培育项目（L2510103）；2. 首都医科大学基础-临床联合科研培育平台（JLPYPT2025012）；3. 2025年北京市卫健委医师科学家项目（BJPSTP-2025-29）；4. 首都医科大学附属北京口腔医院创新基金临床专项（CXJJ25101）；5. 云南省基础研究计划项目（202601AT070266）

第一作者 刘奕彤，博士，副研究员，研究方向：口腔组织再生及转化研究。Email：yitongliu@mail.ccmu.edu.cn

*通信作者 郭力嘉，博士，主任医师，副教授，硕士研究生导师，研究方向：口颌功能调控及正畸骨改建机制。Email：drguolijia@163.com

Medical Science.
【Keywords】 New Medical Science; stomatology; new drug development; interdisciplinary education; curriculum integration; translational medicine

“新医科”建设强调医学与工学、理学、药学、信息科学等学科的交叉融合。相关政策提出推进医科与多学科深度交叉，培养“医学+X”复合型人才[1]，并以岗位胜任力为导向改进医学人才培养质量[2]。落实到口腔医学教育中，关键不在于增加前沿概念，而在于重组课程内容、教学任务和评价方式，使学生能够从临床问题出发理解研发与转化逻辑。

在口腔临床教学中，局部给药滞留不足、生物膜清除困难、感染控制与组织再生协同不足等问题，往往分散于病理学、材料学、药学和临床课程中。局部递送、微环境响应型材料和机器学习辅助药物筛选等研究不断发展[3-5]。在现有分科教学中，相关内容往往难以与疾病机制、材料性能和病例管理形成连续的证据链。基于此，本文从教学管理与课程整合角度，构建口腔新药研发思维渗透式教学模式。该模式不另设完整的新课程，而是在既有课程节点中串联“临床痛点–科学问题–研发方案–转化评价”，形成可实施、可评价的教学框架，为复合型口腔医学人才培养提供路径参考。

1　口腔新药研发思维渗透式教学模式

本模式遵循“不另起炉灶、嵌入现有课程、围绕临床问题、突出证据与转化”的设计原则，通过明确培养对象、能力目标和任务链条，将新药研发逻辑拆解为不同培养阶段可完成的学习活动，为后续课程渗透和教学管理提供总体框架。

1.1　从“增加内容”转向“重组问题”

渗透式融合的重点不是把药学、材料学和人工智能知识简单叠加到口腔医学课程中，而是重新组织学生已经接触过的知识[6]。以牙周炎教学为例，传统课堂多强调菌斑生物膜、宿主炎症反应和牙周支持组织破坏；渗透式教学则在此基础上追问：哪些炎症因子或细胞行为可作为干预靶点，局部递送材料需要适应怎样的牙周袋环境，疗效评价应关注哪些临床和生物学指标。通过这样的追问，原有知识并未被替代，而是被放入“临床问题–研发思路–评价证据”的连续链条中。

这种模式尤其适合医学教育学时紧、课程边界清晰、学生负担较重的现实条件。它不要求所有学生都成为药物研发人员，而是帮助其建立基本研发素养：能从病例中提出值得研究的问题，能理解新技术解决的是哪一类临床限制，能用证据和风险意识评价方案的可行性。

1.2　面向对象与培养目标

本模式可面向口腔医学本科高年级学生、口腔医学专业学位研究生以及住院医师规范化培训早期学员。不同层次学生的要求应有所区别：本科阶段侧重理解临床问题与研发逻辑之间的关系，研究生阶段侧重文献证据整合和方案设计，住院医师阶段则更适合围绕真实病例进行转化医学问题凝练。

培养目标可分为3个层面：①知识层面：学生应理解口腔局部微环境、药物递送材料、候选药物筛选和转化评价的基本概念；②能力层面：学生应能够从病例中提炼治疗瓶颈，提出结构完整、逻辑自洽的研发设想；③素养层面：学生应形成尊重证据、关注患者需求、重视伦理与安全、愿意进行跨学科沟通的专业意识。该培养目标以结果导向教育为总体设计依据[7]，并与病例教学[8]及临床能力评价框架[9]相衔接。

1.3　教学主线与能力递进

本文将教学主线概括为“临床痛点–科学问题–研发方案–转化评价”。其中，“临床痛点”来自病例和诊疗过程，如给药维持时间短、病变部位难以到达、再生效果不稳定、预后预测不足等；“科学问题”要求学生把痛点进一步转化为机制、材料、药物或评价问题；“研发方案”强调材料–药物匹配、递送路径和实验验证思路；“转化评价”

则关注安全性、伦理性、患者依从性和临床可实施性。基于上述教学主线，本模式在不同课程环节中的嵌入重点、典型教学任务及学习产出见表1。

表1 口腔新药研发思维渗透式教学框架

教学环节	原有学习重点	嵌入的研发视角	典型教学任务	学习产出
基础医学课程	口腔生物学、免疫学、病理学等机制知识	靶点辨识、微环境调控、机制证据链	围绕牙周炎、口腔黏膜病等疾病绘制机制图	文献述评、机制图
口腔材料学课程	材料组成、理化性质、机械性能和生物相容性	递送平台、控释机制、材料-药物匹配	比较水凝胶、膜剂、微针和纳米载体在局部给药中的适用边界	小组方案、案例分析
临床教学	诊断、治疗流程、操作规范和病例管理	临床痛点识别、患者需求、转化风险	从病例中形成“研发问题清单”	问题清单、病例讨论记录
科研实训	文献检索、课题设计和科研表达	证据整合、虚拟筛选、方案论证和转化评价	完成研发建议书并进行小组答辩	研发建议书、答辩和反思日志

2 课程渗透路径

课程渗透以既有教学节点为载体，按照基础机制理解、材料与递送设计、临床问题凝练和研发方案论证的顺序递进。各环节既承担相对独立的学习目标，又通过共同案例和连续学习产出相互衔接，形成从知识理解到方案表达的学习链。

2.1 基础医学课程

基础医学课程是研发思维形成的起点。在口腔生物学、免疫学和病理学教学中，教师可围绕“疾病为什么发生、干预可能落在哪里、证据如何支持干预”设计问题链。以口腔黏膜屏障教学为例，教师可在讲解上皮屏障、共生菌群和局部免疫细胞的基础上，引导学生讨论炎症因子、趋化因子、氧化应激和微生物生态失衡对疾病迁延的影响[10]。学生并不需要在此阶段完成复杂的实验设计，但应知道“靶点”并非孤立名词，而是来源于疾病机制、患者表现和可验证证据的共同指向。

中医药相关内容可作为案例资源适度融入基础课程，无须作为与“口腔新药研发”并列的第二条主线。通过引导学生认识“整体观”“多成分、多靶点调节”等思维对复杂疾病分析的启发意义，明确任何候选药物或活性成分都应接受现代药理学、质量控制和转化评价检验。这样既保留中西医结合的思辨特色，也避免把概念性表述替代为证据论证。

2.2 口腔材料学课程

口腔材料学课程天然适合作为新药研发思维的嵌入点。传统教学常围绕材料组成、机械性能、黏附性和生物相容性展开；在渗透式教学中，教师可进一步追问这些性能如何服务于局部递药。例如，原位水凝胶的相变特征如何影响牙周袋内滞留，黏附性膜剂如何抵抗唾液冲刷，纳米颗粒如何兼顾渗透性与安全性，刺激响应型材料是否能够适应口腔pH值、酶和炎症微环境的变化[3-4]。

课堂活动可采用“小型方案设计”而非单纯技术介绍。学生围绕一个典型病例，完成适应证、给药部位、材料选择、候选药物、释放机制、风险点和评价指标的初步设计。教师评价的重点不是方案是否已经达到真实研发水平，而是学生能否说明材料选择与临床环境之间的关系。通过“材料性能-口腔环境-药物释放-临床获益”的逻辑链，学生能够把原本相对孤立的材料学知识与疾病治疗需求联系起来。

2.3 临床教学

临床带教阶段最容易发现真实问题，也最容易因教学节奏快而忽略问题背后的研发价值。在牙周病、牙体牙髓病、口腔黏膜病、口腔种植和颌面外科教学中，带教教师可在常规病例讨论后增加一个简短环节：现有治疗方案还有哪些不

足，若进行改进，可能从靶点、材料、给药方式或评价指标哪一侧切入。以深牙周袋局部给药为例，学生可比较冲洗、凝胶、膜剂、微针和纳米载体的适用边界，分析其在滞留时间、操作便利性、患者舒适度和安全性方面的差异。以根管感染控制为例，教师可引导学生讨论生物膜结构、药物渗透性、根管解剖复杂性和再感染风险之间的关系[11]。以种植体周围炎为例，讨论可从“如何抑制感染”进一步延伸到“如何改善局部再生微环境”。

建议学生在病例讨论后形成“研发问题清单”，内容包括患者需求、现有治疗不足、可能靶点、可用材料或技术、候选药物、预期获益和转化风险。问题清单不宜写成长篇综述，而应突出临床现场感和可讨论性。这样的训练能帮助学生从被动学习诊疗流程，逐步过渡到主动识别可研究问题。

2.4　科研实训

科研实训阶段可承接前述课程和病例讨论，形成较完整的学习产出。对于尚未进入真实实验室的学生，可依托文献数据库、药物靶点预测平台、分子对接工具和公开数据资源，开展候选靶点与研发方案筛选的虚拟训练[5]。训练内容可包括：围绕某一口腔疾病检索关键文献，提炼潜在靶点，选择候选药物或活性成分，解释材料递送思路，最后形成研发建议书。

人工智能辅助药物筛选[5]、虚拟现实或增强现实技术[12]可以作为实训工具，但不应成为教学目的本身。教师应把重点放在问题设定、数据来源、模型局限、结果解释和证据验证上[13]。学生需要理解，算法结果只能辅助提出假设，不能替代实验验证、伦理审查和临床转化评价。对于教学资源有限的院校，也可采用三维模型图谱、病例影像重建、线上文献工作坊等轻量化方式启动，不宜把高成本平台作为模式实施的前置条件。

3　教学管理保障

渗透式教学涉及多门课程、多类教师和多种教学资源，仅依靠单次课堂活动难以持续运行。为保证课程目标一致、教学任务连续和评价过程可追踪，需要从组织协同、资源建设、导师指导及质量改进4个方面建立运行保障机制。

3.1　建立跨学科课程小组

教学组织是否稳定决定了渗透式教学能否持续运行。以课程群或教研室为基本单元，建立由口腔临床教师、基础医学教师、药学教师、材料学教师和教学管理人员共同参与的课程小组。临床教师负责提供真实问题和病例边界，基础或药学教师负责解释机制与研发路径，教学管理人员负责学时协调、过程记录和质量反馈。课程小组可每学期选择若干个高频、典型且安全边界清晰的病例作为共享案例，避免教师各自为战。在集体备课时，教师不仅要讨论“讲什么前沿技术”，更要明确该案例放入哪门课程、对应什么学习目标、需要学生完成何种任务、如何评价学习产出。

3.2　建设案例库、文献库和任务库

案例库是该模式的基础资源。每个案例建议按照“疾病类型-临床痛点-研发切入点-课程节点-学生任务-评价依据”的结构编写。如“难治性牙周炎局部给药”案例，可包含病例摘要、牙周袋环境特点、候选递送材料、推荐阅读文献、课堂讨论问题和研发建议书要求。文献库应避免只收集高影响因子论文，而要兼顾经典教育理论、口腔药物递送、药物研发伦理、人工智能工具局限和临床指南等资料。任务库则可包括机制图绘制、病例问题清单、文献述评、方案答辩和反思日志等。三类资源相互配套，能降低教师重复准备成本，也便于不同课程和不同学生层次的灵活调用。

3.3　推行“临床导师+基础研发导师”协同指导

对于研究生和高年级本科生，可试行“临床导师+基础研发导师”的协同指导。临床导师帮助学生判断问题是否真实存在、患者是否真正受益、方案是否符合诊疗流程；基础研发导师则帮助学生判断靶点选择、材料路径和验证方法是否

合理。双导师制的价值不是增加管理链条，而是让学生的研发构思同时接受临床必要性和技术可行性的检验。该机制可嵌入课程作业、大学生创新训练项目、研究生开题前训练和住院医师科研素养培养。学生在两类导师的反馈中修订研发建议书，逐步形成“能提出问题、能查找证据、能解释方案、能认识局限”的训练闭环。

3.4 教师发展与质量改进

跨学科教学对教师提出新的要求。院校可通过专题培训、课程观摩、教学沙龙和短期研修，帮助教师熟悉口腔新药研发流程、材料递送技术、人工智能工具的适用边界以及医学教育评价方法[14]。青年教师可优先参与案例库建设和跨学科工作坊，将教学改革与科研方向、课程建设和人才培养成果结合起来。质量改进应重视过程记录。每轮教学结束后，课程小组可根据学生问题清单、文献述评、研发建议书和答辩表现进行复盘：学生是否会提出问题，是否能找到证据，是否理解工具局限，是否忽视伦理与安全。复盘结果应用于下一轮案例修订，而不是停留在一般性的满意度调查。

4 评价体系

评价方式会直接影响学生的关注点。若仍以记忆性考试为主，学生很可能只记住“水凝胶、纳米载体、人工智能筛选”等名词，而难以形成真正的问题意识。因此，本模式建议采用过程性评价与成果性评价结合的方式，把重点放在学生能否识别临床问题、整合跨学科证据、设计初步方案并解释风险[15]。评价设计可借鉴结果导向教育理念[7]和Miller能力金字塔[9]。在较低层级，评价学生是否“知道”相关概念；在较高层级，评价其是否能够在病例情境中“展示”问题分析和方案论证能力。对于尚处于本科阶段的学生，不宜过度要求实验结果，而应强调逻辑完整性、证据来源和风险意识。课程评价重点关注临床问题识别、跨学科证据整合、研发方案设计、工具使用与风险意识以及协作反思，具体评价维度与方式见表2，其中所列评价维度用于明确教学评价的主要关注点，不预设统一权重。具体课程实施时，可根据培养层次、课程目标、教学任务难度和学时安排，由课程组通过专家论证或预试后确定各维度权重。

表2 口腔新药研发思维渗透式教学评价维度与方式

评价维度	主要观察点	评价方式
临床问题识别	能否从病例中提炼给药、再生、预后或个体化干预痛点	病例问题清单、课堂讨论
跨学科证据整合	能否整合病理机制、材料特性、药物作用和文献证据	文献述评、机制图
研发方案设计	方案是否体现临床需求、科学逻辑、“材料-药物”匹配和初步可行性	研发建议书、小组答辩
工具使用与风险意识	能否合理使用数智工具，并说明模型局限、伦理与转化风险	虚拟研发记录、风险分析
协作与反思改进	能否完成团队协作，接受反馈并修订方案	过程性评价、反思日志

评价结果不宜简单用于学生排名，更应服务于教学改进。若学生能列出许多前沿技术却难以说明临床痛点，说明病例引导不足；若学生能够提出问题但方案证据薄弱，说明文献训练和证据评价需要加强；若学生方案富有想象力但忽视安全、伦理和转化边界，则说明风险教育不够。将这些问题反馈至案例库、集体备课和教师培训，才能形成真正的质量改进。

5 实施难点与改进方向

本模式在推广中需要注意三类问题：①跨学科师资协同存在组织成本。口腔临床教师、药学教师和材料学教师在术语、教学重点和评价习惯上并不完全一致，需要通过共同备课和案例标准化逐步磨合。②案例质量决定教学质量。若案

例只有前沿技术堆砌而缺少真实临床问题，学生仍然难以形成转化思维；若案例过于复杂，又会超出普通学生的认知负荷[16]。③数智工具使用需要边界。虚拟现实和增强现实等数智工具可增强教学的沉浸性与互动性，但现有证据仍需进一步严格验证[12]，且此类工具不能替代教师对问题、证据和伦理的引导。

后续研究可在真实课程中进一步检验该模式的可行性。较为稳妥的做法是先选择一门课程或一个课程群开展小规模实践，收集学生作业、课堂讨论记录、导师评价和访谈资料，再逐步形成可量化的评价指标。待条件成熟后，可开展多院校共享案例库建设，比较不同培养阶段学生在问题识别、证据整合和方案设计方面的差异，为模式推广提供更充分的实践证据。

6 结　语

口腔医学教育的改革不只是把更多前沿内容搬进课堂，更重要的是让学生学会在临床问题、基础机制和研发证据之间建立联系。口腔新药研发思维的渗透式教学，为这种联系提供了一条相对轻量、可管理、可评价的路径。其价值不在于让每名口腔医学生都完成真正意义上的新药研发，而在于帮助其理解：临床中的“难治”“易复发”“维持时间短”“再生效果不稳定”等问题，都可能成为值得进一步研究和改进的起点。

在“新医科”背景下，口腔医学人才培养需要从单一技能训练走向临床能力、科研素养和跨学科协作能力并重。本文提出的课程嵌入、案例牵引、双导师协同与过程性评价框架，可为学生理解临床痛点与研发方案之间的转化逻辑提供训练路径。未来仍需依托真实课程实践、持续评价和多学科团队协作，进一步检验该模式的可行性、教学效果及评价工具的信效度。

利益冲突　所有作者声明不存在利益冲突。

作者贡献声明　刘奕彤：研究构想提出，文献检索和整理，教学框架设计，论文撰写；张爽：研究指导，教学框架设计，论文审订；刘怡：研究指导，论文审订；郭力嘉：教学框架设计，论文修改与审订。

参考文献

[1] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于加快医学教育创新发展的指导意见[EB/OL]. (2020-09-23)[2026-07-13]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2020-09/23/content_5546373.htm.

[2] 教育部，国家卫生健康委员会，国家中医药管理局. 教育部 国家卫生健康委员会 国家中医药管理局关于加强医教协同实施卓越医生教育培养计划2.0的意见[EB/OL]. (2018-10-17)[2026-07-13]. https://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/moe_740/s7952/201810/t20181017_351901.html.

[3] Zhang Y, Jiang R, Lei L, et al. Drug delivery systems for oral disease applications[J]. J Appl Oral Sci, 2022, 30:e20210349.

[4] Liang J, Peng X, Zhou X, et al. Emerging applications of drug delivery systems in oral infectious diseases prevention and treatment[J]. Molecules, 2020, 25(3):516.

[5] Vamathevan J, Clark D, Czodrowski P, et al. Applications of machine learning in drug discovery and development[J]. Nat Rev Drug Discov, 2019, 18(6):463-477.

[6] Brauer D G, Ferguson K J. The integrated curriculum in medical education: AMEE Guide No. 96[J]. Medl Teach, 2015, 37(4):312-322.

[7] Harden R M. AMEE guide No. 14: outcome-based education: part 1—an introduction to outcome-based education[J]. Med Teach, 1999, 21(1):7-14.

[8] Thistlethwaite J E, Davies D, Ekeocha S, et al. The effectiveness of case-based learning in health professional education: a BEME systematic review: BEME Guide No. 23[J]. Med Teach, 2012, 34(6):e421-e444.

[9] Miller G E. The assessment of clinical skills/competence/performance[J]. Acad Med, 1990, 65(9):S63-S67.

[10] Hajishengallis G, Chavakis T, Lambris J D. Current understanding of periodontal disease pathogenesis and targets for host-modulation therapy[J]. Periodontol 2000, 2020, 84(1):14-34.

[11] Siqueira J F Jr，Rôças I N. Present status and future directions：microbiology of endodontic infections [J]. Int Endodontic J，2022，55(S3)：512-530.
[12] Tene T，Vique López D F，Valverde Aguirre P E，et al. Virtual reality and augmented reality in medical education：an umbrella review [J]. Front Digit Health，2024，6：1365345.
[13] Schwendicke F，Samek W，Krois J. Artificial intelligence in dentistry：chances and challenges [J]. J Dent Res，2020，99(7)：769-774.
[14] Steinert Y，Mann K，Anderson B，et al. A systematic review of faculty development initiatives designed to enhance teaching effectiveness：a 10-year update：BEME Guide No. 40 [J]. Med Teach，2016，38(8)：769-786.
[15] Heeneman S，de Jong L H，Dawson L J，et al. Ottawa 2020 consensus statement for programmatic assessment-1. Agreement on the principles [J]. Med Teach，2021，43(10)：1139-1148.
[16] van Merriënboer J J G，Sweller J. Cognitive load theory in health professional education：Design principles and strategies [J]. Med Educ，2010，44(1)：85-93.

（收稿日期：2026-06-15，修回日期：2026-07-14）
（本文编辑：闫红）

开放获取 本文使用遵循知识共享 署名-非商业性-禁止演绎4.0协议（CC BY-NC-ND 4.0），详细信息请访问 https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/。

OPEN ACCESS This article is licensed for use under Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Deed（CC BY-NC-ND 4.0）. For more information，visit https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.