

临床案例驱动下的《组织工程》情境教学设计研究

向一鸣

中南民族大学生物医学工程学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2026年2月7日; 录用日期: 2026年3月6日; 发布日期: 2026年3月16日

摘要

《组织工程》作为生物医学工程专业体现“医工交叉”特征的核心课程之一, 具有前沿性强、综合度高、概念抽象等特点, 理论内容与临床实践之间长期存在一定脱节, 传统以章节讲授为主的模式难以有效激发学生学习兴趣, 也不利于其形成以临床问题为起点的系统性组织工程思维。本文在新医科、新工科背景下, 基于本人在《组织工程》课程中的教学实践, 构建了以“临床案例库”为核心的情境化教学模式。依托校医(校企)合作, 设计“三维一体”的临床案例库, 从临床情境、工程分析、教学引导三个维度对案例进行结构化与分级管理, 并据此形成“课前案例预习-课堂情境研讨-课后拓展反思”的“案例-驱动-探究”教学流程, 同时配套构建包含课堂参与、案例报告与期末案例综合应用题在内的多元化评价体系。教学实践表明, 该模式能够在不削弱知识体系完整性的前提下, 提高学生课堂参与度, 增强其在临床情境中整合“种子细胞-支架材料-微环境调控-功能重建”等核心知识的能力, 促进其临床问题分析与初步技术方案构思能力的提升, 并在一定程度上强化学生对“临床需求驱动工程设计”理念的认同。期末考核中加入的案例综合应用题显示出较好区分度, 能够一定程度反映学生的临床情境分析与综合运用能力。总体来看, 以临床案例库为支撑的情境化教学模式有助于缩短《组织工程》课程中理论教学与临床实践之间的距离, 对生物医学工程类课程的教学改革具有一定推广价值, 但在案例库深度建设、评价工具精细化及长期效果追踪方面仍需持续完善。

关键词

组织工程, 临床案例, 案例教学, 情境学习, 生物医学工程教育, 教学改革

Clinical Case-Driven Situated Teaching Design Research on Tissue Engineering

Yiming Xiang

College of Biomedical Engineering, South-Central Minzu University, Wuhan Hubei

Received: February 7, 2026; accepted: March 6, 2026; published: March 16, 2026

Abstract

Tissue Engineering is a core course in biomedical engineering programs that embodies the “medicine-engineering integration” feature, yet it is characterized by highly interdisciplinary, cutting-edge and abstract content. A persistent gap exists between theoretical knowledge and clinical practice, and traditional lecture-based, chapter-oriented teaching often fails to stimulate students’ interest or foster a systematic, clinically oriented tissue engineering mindset. In the context of emerging medical and engineering education reforms in China, this study develops a clinical case-driven situated teaching model for the Tissue Engineering course, based on the author’s teaching practice. Relying on collaborations between the university and affiliated hospitals (and enterprises), a “three-dimensional” clinical case bank was constructed, in which each case is structured around three dimensions: clinical context, engineering analysis and instructional guidance, and is organized through both tissue-type and difficulty-level classifications. On this basis, a “case-driven-inquiry” teaching process was designed, consisting of pre-class case briefing and self-directed exploration, in-class situated discussion and scheme design, and post-class extension and reflection, accompanied by a diversified assessment system that integrates classroom participation, case analysis reports and case-based comprehensive items in the final examination. Teaching practice indicates that, without compromising the integrity of the knowledge system, this model enhances students’ engagement, strengthens their ability to integrate key elements such as seed cells, scaffolds, microenvironment regulation and functional reconstruction within clinical scenarios, and promotes their competence in analyzing clinical problems and proposing preliminary tissue engineering strategies. The case-based comprehensive items in the final examination demonstrate reasonable discrimination and can partly reflect students’ abilities in contextual analysis and knowledge application. Overall, the clinical case-driven situated teaching model helps narrow the gap between theory and clinical practice in the Tissue Engineering course and shows potential for broader application in biomedical engineering education, although further refinement is needed in deepening the case bank, optimizing assessment tools and tracking long-term outcomes.

Keywords

Tissue Engineering, Clinical Cases, Case-Based Teaching, Situated Learning, Biomedical Engineering Education, Teaching Reform

Copyright © 2026 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. 研究背景与问题提出

1.1. 课程的特点与教学挑战

《组织工程》课程综合了细胞生物学、生物材料学、生物化学、再生医学、外科学等多学科知识，是生物医学工程专业体现“医工交叉”特征的关键课程。其主要内容包括组织工程基本原理、种子细胞、生物材料与支架构建、组织构建与体内外调控、临床转化应用等模块，具有以下特点：

1) 前沿性突出。大量内容涉及再生医学与再生外科领域的最新进展和临床转化案例，知识更新速度快[1] [2]。

2) 综合性强。需要学生在掌握基础医学、材料学、工程学、细胞与分子生物学等先修知识的基础上进行横向整合。

3) 概念抽象。干细胞多向分化、微环境调控、生物材料降解动力学、组织再生的时空过程等概念,对缺乏临床场景经验的本科生而言较为抽象[3][4]。

在传统“章节式、讲授式”教学模式下,教师通常按照教材或知识逻辑线索讲解,临床应用案例仅作为“穿插式”补充。这种模式在一定程度上保证了知识体系的完整性,但也带来一些显性问题:学生在学习过程中容易将各章节孤立化理解,对知识点的临床意义和应用场景缺乏直观感受,难以形成“从临床问题出发,回到组织工程方案”的系统思维。

结合本人在本学院《组织工程》课程教学中的实践体会及学生反馈,当前教学主要存在以下突出问题:其一,学习方式偏“被动”。部分学生将本课程视为“知识记忆型”课程,学习主要围绕期末考试的概念和原理记忆,课堂提问与互动意愿不强,缺乏主动探究驱动。其二,知识掌握呈“碎片化”。虽然学生在考试中能够回忆起单个知识点,但在面对综合性或跨章节问题时,往往难以将“种子细胞-支架材料-微环境调控-功能重建”整合起来,导致学生对知识的掌握呈现“碎片化”状态,难以将种子细胞、支架材料、微环境调控等核心知识点进行有效关联与整合,从而无法形成应对复杂临床问题的系统性思维框架。其三,临床问题视角缺乏。多数学生对临床诊疗流程、疾病自然病程和治疗决策过程了解有限,很难从一个具体伤病案例出发,分析现有治疗方案的局限性并思考组织工程可能的介入方式,临床思维和工程设计思维之间存在明显断层。

1.2. 相关研究现状与改革诉求

在新医科、新工科建设背景下[5][6],高等教育改革普遍强调以学生发展为中心,突出“问题导向、能力本位、产出导向”的人才培养理念。对于生物医学工程专业而言,既要培养学生扎实的基础理论和工程技能,更要强调其跨学科整合能力、临床需求敏感性和创新实践能力[7]。在此背景下,单一的“知识灌输”已难以满足培养目标需求。《组织工程》课程亟须在教学目标、教学内容组织、教学方法与评价方式等方面进行系统性重构,使学生在在学习过程中能够置身于真实或仿真的临床情境中,通过解决复杂问题来内化和重组知识,并逐步形成“医工融合”的综合能力。

从理论基础看,情境学习理论强调知识习得与使用情境的紧密关联,学习应发生在与真实实践相联系的情境之中,通过参与实践共同体的活动来逐渐实现从“新手”到“熟练者”的身份转变[8]。案例教学法作为一种典型的情境化教学策略,已在商科、法学、医学等领域广泛应用[9],并逐步在工程教育中得到推广。国内外学者较多关注问题导向学习(PBL)[10]、基于项目的学习(PjBL)、基于案例的学习(CBL)等模式的设计与实施,研究结果普遍表明:恰当设计的真实或近真实案例,有助于提升学生的综合运用能力和解决复杂工程问题的意识[11][12]。但在应用层面,还存在学科特点适配度、案例开发成本和评价机制配套等诸多挑战[13]。

在医学教育领域,临床病例教学、床旁教学、基于问题的临床推理训练等已有较成熟的实践经验,大量研究证实临床案例有助于培养医学生的临床思维、诊疗决策能力以及人文关怀意识[14][15]。近年来也有学者尝试将医学教育中的临床案例与工程教育结合,如在生物医学工程、医疗器械工程课程中引入疾病病例,以帮助学生理解医工协同解决方案[16]。

然而,医学教育的临床案例直接迁移到工程类课堂往往面临难度:一方面,案例呈现方式和深度需要根据工科学生的知识结构进行重构;另一方面,工程学生在课程目标上更强调“技术路径的设计与评价”,而非“临床诊断和治疗决策”的完整训练[17]。因此,需要在临床案例的选取、结构设计及课堂活动安排等方面进行“二次开发”。

目前关于《组织工程》课程教学改革的文献,多集中于课程体系构建[18]、实验教学改革、虚拟仿真平台应用等方面;关于案例教学的报道多为零散的章节性案例引入[19],缺乏以“临床案例库”为核心、

贯穿课程始终的系统化教学模式构建与实证研究[20][21]。特别是在如何将临床案例进行结构化、如何将案例与课程知识体系相匹配、如何构建多维评价体系等方面,尚缺乏较为成熟和可复制的范式。

因此,在《组织工程》这类典型的工医交叉课程中,构建以临床案例驱动的情境教学模式,并对其实施过程和成效开展系统研究,具有一定的理论与实践价值。

1.3. 研究目的、内容与方法

基于上述问题与研究缺口,本文以本人在《组织工程》课程中的教学改革实践为基础,旨在:1)开发一套适用于《组织工程》课程的临床案例驱动情境教学模式,包括临床案例库构建、课堂教学流程设计及多元评价体系;2)在实际教学中实施该模式,系统记录和分析其运行过程,探索其对学生知识掌握、临床情境分析及学习态度的影响;3)在反思和总结基础上,提出可供同行借鉴的课程改革路径和实践建议。

在理论层面,本研究尝试将情境学习理论具象化于工医交叉课程,探索以“临床问题逻辑”重构“工程知识逻辑”的教学设计范式;在实践层面,为学生提供沉浸式学习体验,促进知识向能力转化,并为推动生物医学工程专业“医工融合”人才培养模式创新提供微观案例。

研究方法方面,主要采用:1)文献研究法:系统查阅国内外关于情境学习[6]、案例教学、PBL等相关研究,为本研究提供理论基础与设计参照;2)行动研究法:本人作为课程主讲教师,在真实教学情境中持续经历“设计-实施-反思-调整”的循环;3)统计分析法:对期末考试(特别是案例综合应用题)和问卷结果进行基本统计与比较分析,以辅助判断教学模式的影响趋势(具体数据由实践者结合实际情况补充);4)访谈法:选取部分学生开展半结构化访谈,获取其对课堂体验、案例设计质量及学习方式变化的深度反馈。

2. 临床案例驱动的情境教学模式构建

2.1. 核心理念与设计原则

本研究所构建的“三维一体”临床案例库,指每个案例均涵盖临床情境、工程分析、教学引导三个维度,并统合于一个完整的教学单元之中。

学生中心:以学生的学习需要与认知发展为出发点,强调学生在案例分析与方案探究中的主体地位,教师更多扮演引导者和促进者角色;问题导向:以临床实际问题为驱动力组织教学内容,引导学生围绕“问题-分析-方案-评价”全过程进行学习,而非仅对零散知识点进行记忆;情境真实:以真实或高度仿真的临床案例为载体,尽可能呈现完整、复杂的情境信息,使学生在具体场景中理解组织工程技术的适用边界与局限性。

在此基础上,案例设计遵循典型性、递进性、整合性和启发性原则:选取具有代表性的疾病或损伤类型(如大面积烧伤、骨缺损、软骨损伤、血管重建等),体现“组织缺损-修复需求-传统治疗局限-组织工程方案”的完整链条[1][2];按照知识难度和临床复杂度进行分级,从“单一组织、单一技术路径”逐步过渡到“多组织、多策略整合”;在每个案例中兼顾基础理论、工程技术和临床应用三个维度,促进学生将先修课程知识进行再整合[7];同时保留一定开放空间,通过设问和讨论引导学生提出多种可能方案并学会比较与反思[9]。

2.2. “三维一体”临床案例库的建设

在学校与合作医院已有合作基础上,联合骨科、烧伤整形科、口腔科、皮肤科、心胸外科等相关科室,通过访谈与资料收集构建案例库。案例来源与筛选严格遵循与课程核心内容的紧密相关性、病情与

治疗路径清晰性、隐私保护性及可拓展性等标准, 确保案例既具有教学代表性, 又便于匿名、脱敏处理及后续更新。

为便于教学应用, 每个案例均按以下结构化模块整理: 1) 临床情境与挑战: 包括患者基本信息(脱敏)、主要症状体征、影像学资料摘要、既往治疗史等, 突出“组织结构和功能损伤”的临床表现及对生活质量的影响; 2) 传统治疗局限: 简要介绍当前临床常规治疗方案(如自体移植、同种异体移植、游离皮瓣移植、金属内固定等), 分析其在供体有限、免疫排斥、并发症风险、长期功能恢复等方面的不足, 引出进一步改进的临床需求; 3) 组织工程解决方案的切入点: 结合课程内容, 引导学生思考组织工程在种子细胞来源与制备[2]、生物材料与支架设计[3]、微环境调控策略[4]、动物实验与临床转化路径[1]等方面可能的介入环节及关键科学与工程问题。

案例库的组织与管理按照“按组织/器官类型分类”和“按知识难度分级”两条主线展开, 如骨与软骨、皮肤、血管与心血管、口腔颌面等组织工程案例, 并将案例分为基础型、综合型和前沿型三个层级。依托学校教学平台建设数字化案例资源库, 为每个案例配套病历摘要、关键影像图像、简化示意图、参考文献链接及教师教学提示, 支持课前自主预习与课后延伸。

2.3. “案例 - 驱动 - 探究” 教学流程

教学流程分为课前、课中与课后三个阶段。课前, 通过教学平台提前一周发布简要案例及思考问题, 如“该患者组织缺损的主要特点”“主要治疗手段及局限”“组织工程可能介入环节”等, 并配套推荐阅读材料, 鼓励学生小组查阅资料和初步讨论。

课中, 课堂实施大体分为四个阶段: 一是情境锚定, 教师通过图片、影像或视频再次呈现临床情境, 引导学生复述病例要点和主要治疗困境, 形成共同关注的“问题场”; 二是知识链接, 通过设问引导学生回顾与案例相关的基础知识和前置课程内容, 实现知识激活与整合; 三是方案探究, 学生分组围绕“种子细胞 - 支架材料 - 微环境调控 - 移植与评价”等关键环节提出组织工程方案, 教师在巡视与互动中进行“点拨”, 纠正概念性误解并提示技术可行性与安全性考虑; 四是总结提升, 各小组汇报方案, 教师组织对比与评价, 从理论合理性、技术可行性、临床风险与伦理等维度展开讨论, 最终将学生讨论结果挂靠到课程理论框架中, 帮助学生构建知识网络。

课后, 以小组案例分析报告作为拓展作业, 要求整理和完善方案、查阅若干篇相关文献并进行简要述评, 在报告结尾进行反思, 概括学习中遇到的困难、尚存疑问及对后续学习的启示。教师通过书面反馈和课堂展示, 促进持续的学习共同体氛围。

2.4. 多元化评价体系设计

在传统期末闭卷考试基础上, 本研究将形成性与过程性评价纳入综合评价体系, 主要包括: 课堂参与与小组讨论表现(根据提问质量、参与积极性、合作态度等记录); 案例分析报告(从问题分析深度、方案设计合理性、文献支持程度与反思质量等维度评价); 期末考试结构优化(保留必要基础理论题的同时, 增加一定比例以案例背景为引导的综合应用题, 用以考查学生在情境下整合知识的能力); 以及在部分环节中尝试引入自评与互评, 促进元认知觉察。通过上述设计, 推动评价从单一“结果评价”向“结果 + 过程”“知识 + 能力 + 态度”的综合评价转变。

3. 教学实践的实施过程

3.1. 实践对象与课程安排

本研究以生物医学工程学院《组织工程》本科课程为实践平台, 在某学年度一学期内, 对本专业某

年级一个教学班实施临床案例驱动情境教学改革,另一个平行班采用相对传统教学方式作为参照。课程总学时保持不变,在整体进度基本一致前提下,选择“皮肤组织工程”“骨与软骨组织工程”“血管组织工程”等若干关键章节作为重点实施案例化教学的单元,其余章节视内容特点适当引入简化案例或临床片段。教学管理平台与在线工具用于支持案例资料发布、课前问题收集、课后作业提交与在线反馈。

3.2. 典型案例：“大面积烧伤患者的皮肤再生”

在“皮肤组织工程”章节中,选取“大面积烧伤患者的皮肤再生:从临床急症到组织工程策略”作为典型案例。课前通过平台发布经脱敏处理的病例简介,包括患者基本情况、烧伤范围与深度、急性期救治简要经过及传统植皮方案面临的皮源有限、瘢痕挛缩、功能与美观受损等问题,并提出诸如“大面积深度烧伤为何危及生命”“传统移植局限”“皮肤的结构和功能特点”“皮肤组织工程策略的关键问题”等引导性问题,鼓励学生小组查阅“皮肤屏障功能”“真皮与表皮结构”“常用皮肤替代物类型”等文献并提交预习反馈。

在课堂实施中,教师通过示意图及典型图片帮助学生直观感受大面积烧伤对生命与生活质量的影响,引导学生将“抽象的皮肤组织工程”与“具体患者处境”联系起来。在此基础上,以“要实现皮肤再生究竟要重建哪些结构、恢复哪些功能”为核心问题,引导学生回顾皮肤解剖结构、细胞成分、基底膜与真皮支架、血供等知识,强调结构与功能的对应关系,帮助学生对知识进行重组。

随后,围绕“种子细胞来源与优劣”“支架材料选择与关键性能”“生长因子/细胞因子应用策略”等维度开展小组讨论。在讨论过程中,学生们被引导进入真实的工程权衡与决策过程,不再停留于“选择一种好材料”的层面,而是需要综合考虑并计算多种材料参数之间的平衡关系:

1) 力学性能与降解动力学的权衡:有小组提出使用胶原蛋白支架,因其生物相容性极佳。但在分析其“降解速率”参数时,学生通过查阅文献数据发现,纯胶原支架在体内的降解速度过快(通常为数周),无法为真皮再生提供足够长时间的力学支撑。随即,有学生提出引入“交联密度”这一工程概念,通过调整交联剂用量(如戊二醛浓度),计算出可调控的降解时间窗(从数周延长至数月),并讨论交联度提高后对细胞毒性和材料柔韧性的潜在影响。

2) 孔隙率与力学强度的博弈:另一个小组在讨论合成高分子材料(如 PLGA)时,关注其“孔隙率”参数。为促进细胞长入和血管化,需要>90%的高孔隙率,但这会显著降低支架的抗拉伸强度和缝合保持力,而这是移植手术成功的关键。学生们在讨论中,利用简化的力学模型计算了不同孔隙率下支架的理论抗拉强度,并开始思考“梯度支架”或“复合材料”的构思,即如何通过结构设计(如致密表层 + 多孔芯层)来同时满足力学支撑和细胞生长的双重需求。

3) 材料参数与细胞行为的关联:在微环境讨论中,学生不仅关注支架本身,还开始分析材料表面“亲/疏水性”“表面拓扑结构”等物理参数,如何通过影响“细胞黏附蛋白”的吸附,从而间接调控角质形成细胞和成纤维细胞的增殖与迁移行为。这一讨论将宏观的材料选择与微观的细胞生物学紧密结合,体现了典型的生物医学工程分析范式。

教师在巡视中针对共性误区进行点拨,如澄清“简单覆盖创面”与“真正实现皮肤功能再造”的差异,并提示需考虑免疫反应、感染风险等临床现实问题。在随后的总结中,教师特别强调了这种“需求定义参数,参数驱动设计”的工程方法论,将学生的思维从“记忆知识点”提升到了“运用工程原理创造性地解决问题”的高度。

在方案汇报与集体讨论环节,各小组用简明方式展示组织工程策略构想,其他学生从可操作性、创新性、风险控制、与患者需求匹配度等角度进行质疑与补充,使讨论兼具合作与适度“对抗”。最后,教师将学生提出的多种方案进行归纳,与典型临床产品或前沿策略对照,梳理皮肤组织工程的基本技术路

径与核心科学问题，帮助学生建构“从创面特点出发选择策略”的分析框架。

课后，以小组为单位完成案例分析报告，进一步论证与完善方案，补充若干篇相关研究或综述文献并进行简要述评，同时总结学习收获与反思，尤其是对“临床需求驱动技术设计”的认识。教师通过批阅与反馈了解学生在资料检索、文献理解和方案整合方面的实际能力表现，并据此调整后续章节教学。

在教学实施过程中，教师有意识地引导学生从“看热闹”转向“懂门道”：初次接触临床案例时，部分学生容易被图像或情节吸引而停留在情绪反应层面，课堂中通过连续追问和示意图，将注意力逐步引回到“受损组织结构与功能”“现有治疗局限”“技术改进路径”等专业维度。面对学生提出的“超纲问题”，如涉及复杂免疫机制、伦理争议或尚无定论的前沿话题时，教师采取“适度回应 + 引导查阅”的策略：对关键概念做简要解释，指出其前沿性或争议点，并推荐课后阅读方向，既让学生感受学科前沿，又不偏离课程目标。

同时，为平衡案例教学与知识系统性之间的关系，在课程整体设计中预先划定“主线章节”和“重点案例章节”，对每一案例所占课时进行规划，并在课堂中控制讨论节奏，每次案例教学结束时通过板书或课件进行“结构化小结”，确保知识体系的完整呈现。针对基础较弱或性格内向学生参与度偏低的问题，尝试在小组内设置不同角色(如资料搜集、方案汇总、汇报等)，并采用有针对性的提问方式，鼓励不同类型学生以多种方式参与，提高教学改革的覆盖面和实效性。

为更清晰地呈现本模式中“三维一体”案例的结构化设计与教学引导逻辑，本文在附录中提供了该典型案例的完整教学卡片(见附录)，详细列出了案例涉及的临床参数、对应的工程考点、教师的引导话点以及预期的学生产出，以供同行参考与借鉴。

4. 教学效果评估与分析

本研究从“学习成效”“能力与情感态度”“深度反馈”三个层面构建评估框架，通过期末考试、问卷调查与访谈等多种方式开展数据与资料收集。

在学习成效方面，课程结束时通过期末考试考查学生的知识掌握情况，适当增加基于临床情境的综合应用题，要求学生在给定简要病例背景下分析治疗需求、识别传统治疗局限并提出简要组织工程构想，以观察其在情境中调动和整合知识的能力。如条件允许，可与往届或平行班考试结果进行对比，关注基础知识题与案例综合应用题得分情况，以及整体区分度和难度是否合理。

在能力与情感态度方面，依据课程目标与研究关注重点设计学生自评问卷，围绕学习兴趣与课堂参与、自主学习与资料查阅能力、在临床情境下分析问题与提出方案的信心、对“临床需求驱动工程设计”理念的认同等维度，在课程初期与结束前各实施一次，用以了解一个学期内学生自我感知的变化。若条件允许，可进一步对量表进行信效度分析，提高结果解释力。

在深度反馈方面，从不同成绩层次与参与水平的学生中选取若干名开展半结构化访谈，围绕对临床案例驱动情境教学的整体感受、收获最大与挑战最大环节、对案例选择与课堂组织及评价方式的具体建议，以及课程学习对其后续选课、科研兴趣或职业规划的影响等问题展开。访谈内容经同意后记录，并在分析中匿名处理。

从趋势性结果看，引入临床案例驱动情境教学后，学生在案例题上的应对能力和主动尝试分析问题的意愿有所提升，课堂提问与讨论频率较传统教学更为活跃。多数学生认为，临床案例使抽象概念更加具象，有助于理解组织工程技术“为什么需要、能解决什么问题”；部分学生指出，在案例讨论中首次意识到课程知识点与具体临床难题之间的对应关系。

与此同时，一些学生也反映了学习挑战：案例教学对文献查阅与资料筛选能力提出更高要求，初期不太适应，需要较多时间阅读英文文献或理解专业术语；在多门课程任务并行的情形下，课前预习和报

告撰写的时间管理存在一定困难。在改进建议方面,学生希望适当增加与日常生活体验更贴近或媒体中常见的疾病案例,以提高代入感;建议在小组讨论后预留更多时间进行组间交流与教师点评,以便更清晰地区分不同方案的优劣;同时希望形成性评价权重适度提高,更好地体现平时投入与合作成果。

综合定量与定性信息,可以初步认为:在知识掌握方面,学生对关键概念和原理的理解不再局限于“定义记忆”,在案例情境下能够较好地识别相关知识点,并尝试按“临床问题-组织工程要素-技术路径”的逻辑进行应用;在能力发展方面,学生在自主查阅资料、团队协作与方案整合方面表现出一定提升,在复杂情境下提出初步技术解决思路的信心有所增强;在学习态度与专业认同方面,部分学生表示通过案例化学习更能体会生物医学工程专业在解决临床实际问题中的价值,对未来从事相关研究或产业工作产生兴趣。

需要指出的是,本研究目前主要基于一个学期、有限人数的教学实践和阶段性数据,结论仍属趋势性和探索性,对长期学习成效与能力迁移的判断尚需进一步跟踪。

5. 讨论与反思

从本次实践看,临床案例驱动情境教学模式在《组织工程》课程中取得初步成效,主要归因于真实情境的驱动力、案例设计与课程内容的紧密匹配以及教师角色的有效转换。真实或高度仿真的临床案例能够激发学生情感共鸣与认知兴趣,促使其在面对“真实患者问题”时产生投入的内在动机,愿意为寻找解决方案投入时间与精力;结构化、分级化的案例设计使案例不再是“额外的故事”,而成为组织教学内容与学习活动的主线,帮助学生在情境中“看见”知识点之间的联系;教师从单一知识传授者转变为学习活动组织与引导者,在问题设计、讨论推进、即时反馈与总结提升方面发挥关键作用,也对教师的学科素养与教学设计能力提出了更高要求。

对生物医学工程专业其他课程而言,本研究的经验提示:可尝试将“临床需求”作为课程设计起点,使课程内容更多围绕“临床-工程-临床闭环”展开,引导学生形成从临床问题出发、调用工程工具解决问题并回到临床评价效果的思维路径;在课程体系层面,可探索基础医学、工程基础与专业核心课程之间的案例或项目衔接,形成跨课程、跨学期的连续性学习体验;鼓励建立多学科交叉教学团队,引入临床医生与企业工程师参与课程共建,使学生在课堂中即可体验多角色视角的碰撞与融合。

本研究亦存在不足:一是案例库建设仍处于起步阶段,目前案例数量有限,覆盖疾病类型与技术路径尚不全面,部分案例在细节呈现和配套资源方面有待丰富;二是样本规模与时间跨度有限,难以对模式的普适性与长期效应作出充分论证;三是评价体系有待进一步精细化,现有评价主要集中在课程内表现和学生自我报告,未来可考虑引入更系统的能力测评工具以及中长期追踪指标(如毕业设计选题、科研参与情况等)。针对上述局限,后续可持续发展与更新案例库,在大班教学中尝试分层分组以保障讨论质量,优化问卷与测评工具以提高信度和效度,并开展跨学年、跨课程的纵向跟踪研究。

展望未来,《组织工程》及相关课程教学改革可在构建跨学科教学团队、开发虚拟仿真案例辅助教学、在《生物材料》《生物力学》《医学成像原理》等核心课程中推广临床案例驱动情境教学模式等方面持续推进,根据不同课程特点进行个性化调整,逐步形成专业层面的整体改革格局。

6. 结论

本研究以生物医学工程专业《组织工程》课程为对象,基于课程本身的交叉性与临床关联度,开展了以临床案例库为支撑的情境教学模式构建与实践。主要工作包括:系统梳理课程教学中存在的问题和改革需求,提出“学生中心、问题导向、情境真实”的教学理念;与临床科室合作构建“三维一体”临床案例库,并据此设计“课前案例预习-课堂情境研讨-课后拓展反思”的“案例-驱动-探究”教学流

程；在实际教学中实施该模式，通过考试结构优化、问卷与访谈等方式对阶段性效果进行评估；在此基础上，总结模式成功要素、对专业教学的启示及未来改进方向。

阶段性结果表明，临床案例驱动情境教学模式有助于提升学生对组织工程关键概念与技术路径的理解深度，促进知识整合与临床问题分析能力的培养，增强学生对专业价值的认同，对生物医学工程专业课程教学改革具有一定借鉴意义。其创新之处在于：面向高度医工交叉的《组织工程》课程，将“临床案例库”作为教学模式构建核心，较系统地探索了案例来源、结构化设计与分级管理策略；将情境学习与案例教学理念与课程内容特征紧密结合，形成较完整的“案例-驱动-探究”教学流程，并在此基础上尝试多元形成性评价路径；以行动研究方式在教学实践中持续反思与调整，为在更大范围内推广和深化类似教学改革提供了经验基础与改进方向。

面向有意在《组织工程》或相关课程中开展类似教学改革的教师，建议从若干关键章节的小规模试点做起，逐步扩大覆盖面；重视与临床一线科室的持续合作，建立稳定的案例供给与教学互动机制，保证案例的真实性、典型性与更新速度；在改革启动阶段同步思考并设计配套评价工具(如前后测问卷、案例应用题与学习档案)，为效果评估提供可靠依据；鼓励教师开展行动研究，有意识地记录教学设计、课堂观察与学生反馈，使教学改革与教学研究相互促进、共同发展。

参考文献

- [1] Griffith, L.G. and Naughton, G. (2002) Tissue Engineering—Current Challenges and Expanding Opportunities. *Science*, **295**, 1009-1014. <https://doi.org/10.1126/science.1069210>
- [2] Howard, D., Bittery, L.D., Shakesheff, K.M. and Roberts, S.J. (2008) Tissue Engineering: Strategies, Stem Cells and Scaffolds. *Journal of Anatomy*, **213**, 66-72. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2008.00878.x>
- [3] O'Brien, F.J. (2011) Biomaterials & Scaffolds for Tissue Engineering. *Materials Today*, **14**, 88-95. [https://doi.org/10.1016/s1369-7021\(11\)70058-x](https://doi.org/10.1016/s1369-7021(11)70058-x)
- [4] Fisher, M.B. and Mauck, R.L. (2013) Tissue Engineering and Regenerative Medicine: Recent Innovations and the Transition to Translation. *Tissue Engineering Part B: Reviews*, **19**, 1-13. <https://doi.org/10.1089/ten.teb.2012.0723>
- [5] 新工科建设指南(“北京指南”)[J]. 高等工程教育研究, 2017, 65(4): 20-21.
- [6] 教育部, 卫生部. 关于实施卓越医生教育培养计划的意见[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/moe_740/s7952/201205/t20120507_166950.html, 2012-05-07.
- [7] Sheppard, S.D., Macatangay, K., Colby, A., et al. (2009) Educating Engineers: Designing for the Future of the Field. Jossey-Bass.
- [8] Lave, J. and Wenger, E. (1991) Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511815355>
- [9] Herreid, C.F. (1994) Case Studies in Science: A Novel Method of Science Education. *Journal of College Science Teaching*, **23**, 221-229.
- [10] Barrows, H.S. (1996) Problem-Based Learning in Medicine and Beyond: A Brief Overview. *New Directions for Teaching and Learning*, **1996**, 3-12. <https://doi.org/10.1002/tl.37219966804>
- [11] Prince, M.J. and Felder, R.M. (2006) Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education*, **95**, 123-138. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2006.tb00884.x>
- [12] Duch, B.J., Groh, S.E. and Allen, D.E. (2001) The Power of Problem-Based Learning: A Practical “How To” for Teaching Under-Graduate Courses in Any Discipline. Stylus Publishing.
- [13] Yadav, A., Shaver, G.M. and Meckl, P. (2010) Lessons Learned: Implementing the Case Teaching Method in a Mechanical Engineering Course. *Journal of Engineering Education*, **99**, 55-69. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2010.tb01042.x>
- [14] Thistlethwaite, J.E., Davies, D., Ekeocha, S., Kidd, J.M., MacDougall, C., Matthews, P., et al. (2012) The Effectiveness of Case-Based Learning in Health Professional Education. a BEME Systematic Review: BEME Guide No. 23. *Medical Teacher*, **34**, e421-e444. <https://doi.org/10.3109/0142159x.2012.680939>
- [15] McLean, S.F. (2016) Case-Based Learning and Its Application in Medical and Health-Care Fields: A Review of Worldwide Literature. *Journal of Medical Education and Curricular Development*, **3**, 39-49.

<https://doi.org/10.4137/jmeed.s20377>

- [16] Atesok, K., Hurwitz, S., Egol, K.A., *et al.* (2010) Perspective: Integrating Simulation into Orthopaedic Surgical Training Programs. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **468**, 2580-2585.
- [17] Williams, B. (2005) Case Based Learning—A Review of the Literature: Is There Scope for This Educational Paradigm in Prehospital Education? *Emergency Medicine Journal*, **22**, 577-581. <https://doi.org/10.1136/emj.2004.022707>
- [18] 姚瑞晗, 何冰冰, 张榆锋, 熊丽, 朱婧颖. 新工科背景下生物医学工程专业研究生课程教学改革探索[J]. 教育进展, 2024, 14(6): 765-772. <https://doi.org/10.12677/ae.2024.1461003>
- [19] 陈晴, 刘晓燕, 刘勤勇. 案例教学在医学教育中的应用研究[J]. 职业教育发展, 2022, 11(6): 561-565. <https://doi.org/10.12677/ve.2022.116087>
- [20] 陈宁, 张庆林. 基于问题学习的实施及对教师的挑战[J]. 基础教育研究, 2006(1): 27-29.
- [21] 王群, 周海燕, 杨学攀. 临床案例在“基础医学”课程线上线下混合教学中的应用[J]. 教育教学论坛, 2024(40): 152-155.

附录：典型案例教学卡片

案例名称	大面积烧伤患者的皮肤再生：从临床急症到组织工程策略			
所属章节	皮肤组织工程			
案例类型/难度	综合型案例(适用于学完皮肤结构与功能基础知识后，引导学生整合种子细胞、支架、微环境等核心模块)			
临床情境维度	<p>患者信息(脱敏)：男性，35岁，因火灾致全身大面积烧伤(TBSA 75%，III度烧伤占60%)，伴吸入性损伤。入院后行早期切痂、异体皮覆盖等急救处理，病情稳定后拟行永久性创面修复。</p> <p>临床表现与诊断：胸、背、四肢大部皮肤全层坏死，痛觉消失，创面苍白、干燥，需尽快重建皮肤屏障，预防感染、减少水分蒸发和瘢痕增生。</p> <p>传统治疗局限：自体皮片移植需多次取皮，供皮区严重缺乏；异体/异种皮仅临时覆盖，最终被排斥；单纯表皮细胞悬液喷涂难以形成完整的真皮-表皮结构，愈后功能差。</p> <p>核心临床困境：如何在皮源极度匮乏的条件下，实现真皮和表皮的功能性再生，同时减少供区损伤和远期瘢痕？</p>			
工程分析维度	工程问题分解	引导性问题	关键工程参数/原理	预期工程方案构思
	1. 种子细胞	<ul style="list-style-type: none"> ① 可用于皮肤再生的细胞有哪些类型？各有什么优缺点？ ② 如何解决大面积烧伤患者自身健康细胞来源有限的问题？ ③ 细胞扩增需要多长时间？如何保证扩增后细胞的功能？ 	角质形成细胞、成纤维细胞、毛囊干细胞、诱导多能干细胞(iPSCs)；细胞体外扩增倍数、培养周期、分化潜能；细胞活力、细胞外基质分泌能力	从患者少量健康皮肤中分离角质形成细胞和成纤维细胞，体外共培养扩增；或探索使用同种异体脱细胞真皮基质结合自体细胞；利用生物反应器快速扩增，缩短等待时间。
	2. 支架材料	<ul style="list-style-type: none"> ① 理想的皮肤支架应具备哪些性能？(力学、降解、孔隙、生物相容性等) ② 如何权衡支架的降解速率与组织再生速度？ ③ 如何同时满足真皮重建的力学支撑和表皮层形成的精细结构？ 	材料种类(天然/合成/复合)、孔径(80~200 μm)、孔隙率(>90%)、降解半衰期、拉伸强度(至少与正常皮肤相当)、亲水性、细胞黏附位点	设计双层支架：上层为致密的硅橡胶膜或薄层胶原膜，起临时屏障作用并支持表皮细胞接种；下层为多孔胶原-硫酸软骨素海绵或PLGA/胶原复合支架，孔径梯度引导成纤维细胞长入和血管化。通过调节交联度控制降解时间(4~8周)。
	3. 微环境构建	<ul style="list-style-type: none"> ① 如何促进支架内快速血管化，保证移植存活？ ② 需要添加哪些生长因子或细胞因子？如何实现时空控制？ ③ 如何避免感染和免疫排斥？ 	血管内皮生长因子(VEGF)、成纤维细胞生长因子(FGF)、转化生长因子-β(TGF-β)；缓释微球、逐层组装技术；免疫调节(如使用低免疫原性材料或间充质干细胞)	在支架中负载VEGF缓释微球，促进血管新生；培养体系中加入角质形成细胞生长因子(KGF)；采用患者自体细胞以消除免疫排斥；支架表面修饰抗菌肽预防感染。

续表

教学引导维度	教学阶段	教师引导话术示例	设计意图	预期学生产出
	课前预习	“请大家认真阅读病例资料，思考：大面积深度烧伤为何危及生命？传统植皮方案有哪些局限性？如果让你设计一个组织工程皮肤，你需要解决哪些核心问题？”	激活已有解剖生理知识，初步建立“临床问题→工程需求”的映射，带着问题进入课堂。	每位学生提交预习笔记：至少列出2个皮肤的功能与结构要点，3个传统治疗局限，2个组织工程可能的介入点。
	课中·情境锚定	“同学们，现在你就是负责这位患者的工程师。我们需要在1个月内为他设计出可移植的皮肤替代物。面对仅存的少量健康皮肤，你会如何决策？”	将学生代入真实决策者角色，激发情感共鸣和责任感，形成共同关注的问题场。	小组快速复述病例核心信息，明确技术目标。
	课中·知识链接	“回顾皮肤的结构：表皮、真皮、基底膜……它们分别对应哪些功能？如果我们要用工程手段重建这些结构，需要哪些‘材料’和‘工艺’？”	引导学生从临床需求回溯基础理论，建立结构与功能的对应关系，为工程讨论铺垫。	课堂互动：学生能准确说出皮肤各层主要细胞类型和功能，并初步对应到细胞和支架设计。
	课中·方案探究	“请各小组围绕种子细胞、支架材料和微环境三个方面，提出你们的初步方案。注意：方案必须可操作，要考虑细胞来源、材料性能参数、临床风险等因素。你们可以假设现有技术手段，但需说明依据。”	驱动学生综合运用多学科知识，进行工程权衡与决策，培养系统性工程思维。	各组绘制方案草图(含细胞类型、支架结构、生长因子等)，并附简要说明，准备3分钟汇报。
	课中·总结提升	“我们听了各组方案，大家关注了细胞扩增、支架降解、血管化等关键问题。现在我们把大家的智慧结晶与临床现有产品(如 Integra、Apligraf)对比，看看哪些构思已实现，哪些仍是前沿挑战。”	将学生方案与真实世界连接，评价方案的合理性与创新性，巩固知识体系，拓展前沿视野。	学生能总结出皮肤组织工程的基本技术路径(双层支架 + 自体细胞 + 血管化策略)，并能指出至少一项现有技术的不足和未来改进方向。
	课后拓展	“请各组根据课堂讨论，完善你们的方案，撰写一份案例分析报告。报告中需包含至少2篇近5年的相关文献综述，并反思：本案例让你对‘临床需求驱动工程设计’有了哪些新认识？”	强化知识整合与文献调研能力，促进元认知，形成可留存的学习成果。	提交小组报告(2000字左右)，包含：病例分析、技术方案、文献支撑、学习反思。教师可择优在下次课进行简短分享。