

# 人工智能背景下 PBL 联合 CBL 双轨教学模式 在骨科临床教学中的应用

王 昕 王惠东\*

上海交通大学医学院附属第九人民医院 骨科 上海 201900

**【摘 要】**目的：探讨人工智能（Artificial Intelligence, AI）背景下问题导向学习（Problem-Based Learning, PBL）联合案例导向学习（Case-Based Learning, CBL）双轨教学模式在骨科临床教学中的应用价值，为骨科临床教学改革提供实践参考。方法：选取我院 2022 级骨科规范化培训学生 98 人作为研究对象，采用随机数字表法分为实验组（49 人）与对照组（49 人）。对照组采用传统（lecture-based learning, LBL）教学模式，实验组采用 AI 赋能的 PBL-CBL 双轨教学模式，两组教学周期均为 12 周。比较两组学生性别、年龄，教学前后理论考核、临床技能、病例分析量化评分，以及教学后影像诊断准确率、手术方案合理性评分与教学满意度，采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。结果：两组学生性别构成（实验组男 27 人/女 22 人，对照组男 29 人/女 20 人， $P=0.683$ ）、年龄分布（实验组  $28.2 \pm 1.6$  岁，对照组  $28.7 \pm 1.8$  岁， $P=0.149$ ）无显著性差异。教学后，实验组理论考核（ $85.5 \pm 3.4$  vs  $80.8 \pm 3.0$  分， $P<0.001$ ）、临床技能（ $79.2 \pm 4.7$  vs  $75.9 \pm 3.0$  分， $P<0.001$ ）、病例分析（ $81.9 \pm 5.5$  vs  $78.4 \pm 4.3$  分， $P<0.001$ ）评分，均显著高于对照组；实验组影像诊断准确率（ $90.9\%$  vs  $75.1\%$ ， $P<0.001$ ）、手术方案合理性评分（ $75.2\%$  vs  $69.7\%$ ， $P<0.05$ ）亦优于对照组；满意度方面，实验组教学内容实用性（ $93.9\%$  vs  $75.5\%$ ， $P<0.05$ ）、能力提升效果（ $89.8\%$  vs  $69.4\%$ ， $P<0.05$ ）、AI 工具价值（ $98.0\%$  vs  $42.9\%$ ， $P<0.001$ ）满意度均显著高于对照组。结论：AI 背景下的 PBL-CBL 双轨教学模式可有效优化骨科临床教学资源分配，提升学生理论水平、临床技能与病例分析能力，且教学满意度高，是一种高效可行的骨科临床教学模式，值得在医学教育中推广应用。

**【关键词】**人工智能；问题导向学习（PBL）；案例导向学习（CBL）；双轨教学模式；骨科临床教学

DOI:10.12417/2705-1358.26.02.063

## 1 引言

骨科临床教学是医学教育体系中连接基础理论与临床实践的核心环节，其质量直接决定骨科专业人才的诊疗能力与职业素养。随着我国社会老龄化进程加快，2023 年国家卫生健康委数据显示，我国 60 岁以上人群骨质疏松性骨折发病率较 2010 年上升 34.6%<sup>[1]</sup>。此外，交通意外、工业损伤所致的复杂骨折、骨肿瘤等疑难病例占比逐年增加，临床对骨科医生的“理论-实践转化能力”、“应急处理能力”及“精准诊疗思维”提出了更高要求。

传统骨科临床教学以 LBL（lecture-based learning, LBL）模式为主，通过教师单向讲授理论知识、演示手术操作传递信息，虽能快速覆盖知识点，但存在明显局限：一是教学场景与临床脱节，学生被动接受信息，缺乏对真实病例的深度剖析，难以形成“症状识别-影像判断-治疗决策”的连贯临床思维<sup>[2,3]</sup>；二是优质病例资源分配不均，基层教学单位因病例数量不足、病种单一，仅能覆盖骨折、关节炎等常见疾病，学生接触复杂病例的机会有限<sup>[4]</sup>；三是实操训练风险高，直接在患者身上开展切开复位、关节穿刺等操作存在医疗安全隐患，学生练习机会被严格限制<sup>[5]</sup>。

为突破传统教学瓶颈，PBL（Problem-Based Learning, PBL）

与 CBL（Case-Based Learning, CBL）模式逐步应用于骨科临床教学。PBL 以“临床问题”为核心，通过小组讨论引导学生自主查阅文献、分析问题，可激发学习主动性，但该模式高度依赖“问题设计的逻辑性”，若问题脱离真实病例背景，易导致学生学习方向偏差<sup>[6,7]</sup>。

## 2 研究方法

### 2.1 研究对象

选取我院 2022 级骨科规范化培训学生 98 人，均已完成骨科基础理论学习，但无临床实习经历。采用随机数字表法进行分组，其中观察组 49 人（男 27 人、女 22 人，平均年龄  $28.2 \pm 1.6$  岁），对照组 49 人（男 29 人、女 20 人，平均年龄  $28.7 \pm 1.8$  岁）。

表 1 两组学生一般情况

组别	例数(n)	性别		年龄(岁)
		男	女	
观察组	49	27	22	$28.2 \pm 1.6$
对照组	49	29	20	$28.7 \pm 1.8$

$\chi^2/t$ 值		0.167	1.453
P 值		0.683	0.149

2.2 分组及研究过程

(1) 对照组：传统 LBL 教学

理论讲授：教师通过 PPT 讲授骨科疾病知识，穿插简单病例举例；

临床示教：教师在模拟模型上演示骨折复位、关节穿刺等操作，学生观察，无动手练习机会；

课后任务：布置教材习题，学生完成后提交纸质作业，教师批改后统一讲解。

(2) 实验组：AI+PBL-CBL 双轨教学

课前-AI 准备：学生通过 AI 教学管理系统接收预习任务，系统根据学生前期学习数据推送个性化资料；同时，AI 平台提供 3-5 个备选病例素材，学生提前熟悉病例病史与影像资料，初步梳理疑问。教师通过 AI 分析学生预习数据，确定 PBL 讨论的核心问题，并从病例数据库中筛选匹配的 CBL 病例（含完整影像、手术视频）。

课中-双轨互动：PBL 问题讨论：以“临床问题”为核心，教师抛出预设问题，学生分组讨论；讨论中，学生可随时调用 AI 工具，教师引导学生结合 AI 数据深化分析，最终形成统一结论。

总结点评：教师结合 AI 记录的“讨论发言频次”、“操作错误类型”，总结学生表现，强化重点知识，解答遗留疑问。

课后-AI 巩固：学生通过 AI 虚拟仿真平台反复练习课中未掌握的操作，系统生成操作评分与改进建议；同时，AI 推送拓展任务，学生完成后提交病例分析报告，系统自动初评。教师通过 AI 查看学生操作记录与报告初评结果，针对共性问题开展集中答疑，对个性问题进行一对一指导。

实验组与对照组教学内容一致，教学周期均为 12 周，每周 2 课时。

2.3 数据收集与分析

数据收集：教学结束后，组织两组学生参加统一理论考核（满分 100 分）与临床技能评估（满分 100 分），收集病例分析报告并评分；同时，发放满意度问卷（实验组 49 份、对照组 49 份），全部回收有效问卷，有效回收率 100%。

统计方法：采用 SPSS 26.0 软件，计量资料以 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示，组间比较用 t 检验；计数资料以“率(%)”表示，组间比较用  $\chi^2$  检验； $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

3 研究结果

3.1 量化成绩对比

实验组在理论考核、临床技能、病例分析三项指标上的得分均显著高于对照组，差异具有统计学意义 ( $P < 0.05$ )（表 2），表明 AI+PBL-CBL 双轨模式能有效提升学生的知识掌握度与实践能力。

表 2 两组学生教学前后各项目考核成绩

评价指标		实验组	对照组	t 值	P 值
例数		49	49		
教学前	理论考核（分）	65.3±4.8	66.29±6.7	0.813	0.418
	临床技能（分）	61.9±6.9	62.1±6.7	0.207	0.836
	病例分析（分）	61.6±8.4	61.2±6.0	0.694	0.490
教学后	理论考核（分）	85.5±3.4	80.8±3.0	7.181	<0.001
	临床技能（分）	79.2±4.7	75.9±3.0	4.125	<0.001
	病例分析（分）	81.9±5.5	78.4±4.3	11.261	<0.001

3.2 质性能力与满意度对比

质性能力：实验组学生在“影像诊断准确率”（90.9%vs 75.1%）、“手术方案合理性”（75.2%vs 69.7%）上的表现优于对照组（表 3）；且实验组 100% 学生能熟练使用 AI 影像辅助系统与虚拟仿真平台，对照组仅 30% 学生接触过 AI 教学工具。

满意度：实验组对“教学内容实用性”“能力提升效果”“AI 工具价值”的满意度分别为 93.9%、89.8%、98.0%，均高于对照组的 75.5%、69.4%、42.9%（表 3）。

表 3 两组学生质性能力及满意度比较

评价指标		实验组	对照组	t/ $\chi^2$	P 值
例数		49	49		
影像诊断准确率(%)		90.9±4.9	75.1±11.9	8.538	<0.001
手术方案合理性(%)		75.2±12.0	69.7±9.7	2.515	0.014
教学内容实用性	满意	46	37	6.643	0.036
	一般	2	10		
	不满意	1	2		
能力提升效果	满意	44	34	6.282	0.0432

	一般	4	12		
	不满意	1	3		
AI 工具价值	满意	48	21	35.75	<0.001
	一般	1	21		
	不满意	0	7		

4 讨论

在医学教育领域，教学模式的创新与优化一直是研究的重点。随着 AI 技术的迅猛发展，其在医学教育中的应用逐渐受到关注。本研究通过对实验组与对照组学生的综合评估，探讨了 AI 赋能的 PBL-CBL 双轨教学模式在骨科临床教学中的应用效果。结果显示，该模式在提升学生的理论知识水平、临床操作技能、病例分析能力以及整体教学满意度方面均优于传统教学方式，体现出良好的应用潜力。

参考文献：

[1] MENG S,TONG M,YU Y,et al.The prevalence of osteoporotic fractures in the elderly in China:a systematic review and meta-analysis [Z/OL].(2023-05).

[2] SAYRE J W,TOKLU H Z,YE F,et al.Case Reports,Case Series – From Clinical Practice to Evidence-Based Medicine in Graduate Medical Education[J/OL].Cureus,2017.

[3] HERMASARI B K,NUGROHO D,MAFTUHAH A,et al.Promoting medical student’ s clinical reasoning during COVID-19 pandemic [J/OL].Korean Journal of Medical Education,2023,35(2):187-198.

[4] J T,M P C,GARCÍA R,et al.[Hospital follow-up of referred patients over a year from the emergency service at a rural health center]. [J].Atencion Primaria,1991.

[5] CHU A,YEE J C.Cardiac Tamponade.[J].2020.

[6] NIEMER L,PFENDT K,GERS M.Problem-Based Learning in Nursing Education[J/OL].Nurse Educator,2010,35(2):69-73.

[7] NORMAN G R,SCHMIDT H G.The psychological basis of problem-based learning[J/OL].Academic Medicine,1992:557-565.

4.1 教学模式的优势

在知识与技能培养方面，AI 支持的 PBL-CBL 双轨教学模式有效促进了学生对骨科知识的深度理解和掌握。PBL 训练学生多角度分析复杂问题，CBL 帮助构建系统诊疗思路，而 AI 工具可快速提供影像学辅助诊断与虚拟手术仿真，使学生能够在接近真实的情境中反复试错与调整，从而显著增强其临床判断与决策能力。此外，学生对教学内容实用性、能力提升效果及 AI 工具使用体验的满意度普遍较高。该模式突出学生主体地位，借助多样化教学手段与 AI 支持的个性化学习路径，有效激发学习主动性，拓展学术视野，进而提高整体教学满意度。

5 结论

本研究表明，AI 背景下的 PBL-CBL 双轨教学模式能有效弥补传统骨科临床教学的不足，通过“资源优化-能力培养-精准教学”的协同作用，显著提升学生的理论水平、临床技能与思维能力，同时提高师生教学满意度，是骨科临床教学改革的有效路径，具备在医学院校（尤其是有一定技术基础的院校）推广应用的条件。