

基于PBL的人工智能自主学习临床案例库在内分泌学教学中的构建和应用

刘瑞冬¹, 邢晓明², 王鸿霄³, 廖萍萍¹, 潘晓彤¹, 张瀚元¹, 梁韵琦¹, 曹彩霞^{1*}

¹青岛大学附属医院老年医学科, 山东 青岛

²青岛大学附属医院病理科, 山东 青岛

³首都师范大学计算机学院, 北京

收稿日期: 2025年9月7日; 录用日期: 2025年10月7日; 发布日期: 2025年10月14日

摘要

探讨构建基于问题导向学习(PBL)的人工智能(AI)自主学习临床案例库的理论框架、实施路径及其在医学教育,特别是内分泌学教学中的应用价值。方法:通过系统收集、筛选和标准化处理内分泌领域的真实临床病例,构建结构化的教学案例库。利用自然语言处理(NLP)和深度学习技术,开发一款能够进行智能问答、辅助诊断推理的AI软件平台,将案例库资源整合其中,形成“案例库-AI引擎-学习者”的互动学习模式。结果:成功构建了一个涵盖垂体、甲状腺、肾上腺等十大内分泌系统疾病的案例库,并初步开发了配套的AI自主学习平台。该平台能够根据学习者输入的症状、体征或问题,智能推送相关案例,引导其遵循PBL思路进行鉴别诊断和决策,实现了不受时空限制的个性化、交互式学习模式。结论:基于PBL的AI自主学习临床案例库将经典的PBL/CBL教学理念与前沿的AI技术相结合,有望显著提升学生的临床思维能力、自主学习兴趣和解决复杂临床问题的能力。

关键词

问题导向学习, 人工智能, 案例库, 内分泌学, 自主学习

Development and Implementation of a PBL-Based AI Clinical Case Repository for Self-Directed Learning in Endocrinology Education

Ruidong Liu¹, Xiaoming Xing², Hongxiao Wang³, Pingping Liao¹, Xiaotong Pan¹, Hanyuan Zhang¹, Yunqi Liang¹, Caixia Cao^{1*}

*通讯作者。

文章引用: 刘瑞冬, 邢晓明, 王鸿霄, 廖萍萍, 潘晓彤, 张瀚元, 梁韵琦, 曹彩霞. 基于 PBL 的人工智能自主学习临床案例库在内分泌学教学中的构建和应用[J]. 教育进展, 2025, 15(10): 585-591. DOI: 10.12677/ae.2025.15101873

¹Department of Geriatric Medicine, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

²Department of Pathology, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

³College of Computer Science, Capital Normal University, Beijing

Received: September 7, 2025; accepted: October 7, 2025; published: October 14, 2025

Abstract

Objective: To explore the theoretical framework, implementation pathway, and educational value of constructing a problem-based learning (PBL)-oriented, artificial intelligence (AI)-driven self-directed clinical case repository, with a particular focus on its application in endocrinology education. **Methods:** Real-world clinical cases in the field of endocrinology were systematically collected, screened, and standardized to establish a structured teaching case repository. Natural language processing (NLP) and deep learning techniques were employed to develop an AI platform capable of intelligent question-answering and diagnostic reasoning. The case repository was integrated into this platform, forming an interactive “case repository-AI engine-learner” model. **Results:** A comprehensive case repository covering ten categories of endocrine system disorders—including pituitary, thyroid, and adrenal diseases—was successfully constructed. A prototype AI-based self-directed learning platform was also developed. This platform can intelligently recommend relevant cases based on learners’ input of symptoms, signs, or questions, guiding them to follow the PBL approach in differential diagnosis and clinical decision-making. It enables personalized and interactive learning without temporal or spatial constraints. **Conclusion:** The PBL-based AI self-directed clinical case repository integrates classical PBL/CBL teaching concepts with cutting-edge AI technology. It holds promise for substantially enhancing learners’ clinical reasoning, motivation for self-directed learning, and ability to solve complex clinical problems.

Keywords

Problem-Based Learning, Artificial Intelligence, Case Repository, Endocrinology, Self-Directed Learning

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

医学教育的核心目标是培养具备扎实理论基础、娴熟临床技能和缜密临床思维能力的医学人才。其中，内分泌学作为内科学的重要分支，知识体系抽象复杂，疾病诊疗高度依赖于对生理病理机制的深刻理解和严密的逻辑推理。传统的教学模式侧重于知识的单向传递，学生难以将分散的理论知识点与复杂的临床实际有效融合[1]。

问题导向学习(Problem-Based Learning, PBL)和案例教学法(Case-Based Learning, CBL)被认为是破解这一困境的有效方法[2]-[4]。国内外众多医学院校的实践表明，PBL/CBL 教学法在激发学习兴趣、培养临床思维和提高教学效果方面显著优于传统教学法[5][6]。然而，其高质量实施高度依赖于优质教学案例资源的支撑。目前，许多院校的案例教学存在案例质量参差不齐、难以与教学目标精准契合、更新维护成本高等问题，限制了其广泛应用效果[7][8]。

与此同时, 人工智能(AI)技术的迅猛发展为医学教育创新带来了新机遇。AI 在医学影像诊断、病理分析、预后预测等领域的表现已展现出巨大潜力[9]。构建不受时空限制的线上智能化学习平台, 满足学生个性化、交互式的学习需求, 已成为医学教育发展的重要方向[10]。

因此, 本研究旨在将经典的 PBL/CBL 教学理念与前沿的 AI 技术相结合, 以内分泌学为切入点, 开发一个集成 AI 引擎的在线学习平台, 实现案例的智能检索、问答交互和学习引导; 并探索一种能够培养学生自主学习能力和临床诊断思维的新模式。

2. 材料与方法

2.1. 案例库的构建流程: 技术路线如图 1 所示

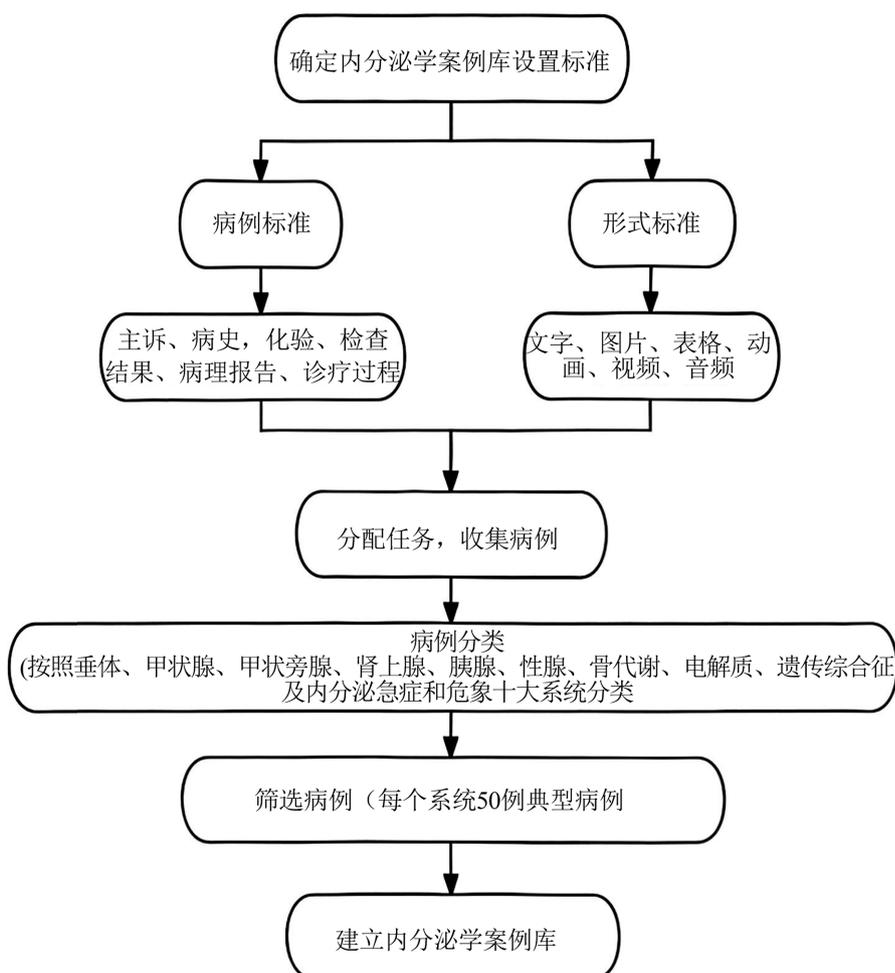


Figure 1. Technical roadmap for building an endocrinology case repository
图 1. 内分泌学案例库构建技术路线图

案例素材收集: 以《内科学》教学大纲和内分泌专科医师培养要求为指导, 收集青岛大学附属医院内分泌科的真实、典型临床病例。案例范围覆盖多发病、常见病、疑难少见病以及内分泌急症。包括量化的患者主诉、现病史、体格检查、实验室检查、影像学资料、病理结果及治疗转归。

案例筛选与标准化: 案例需具备: ① 针对性: 紧密契合特定教学目标和解惑特定知识点; ② 真实性: 源于真实世界, 描述客观、专业; ③ 典型性: 能代表某一疾病的经典临床表现或特殊类型; ④ 启发

性：能引发思考，锻炼鉴别诊断能力。筛选后的案例按照统一的标准化格式进行整理，确保结构的一致性。

案例分类与知识关联：将标准化后的案例按人体内分泌系统分为十大类(垂体、甲状腺、甲状旁腺、肾上腺、性腺、胰腺、骨代谢、电解质、遗传综合征、内分泌急症)。并对每个案例的关键知识点进行标记和关联，构建案例背后的知识网络。

案例审核与多媒体化：组织由内分泌学专家、医学教育专家组成的评审小组，从医学准确性、教学有效性、逻辑性等方面对案例进行多轮审核。同时，将文字案例与相关的影像图片、示意图、动画演进短片甚至操作视频进行多媒体整合，化抽象为具体，增强学习体验。

2.2. AI 自主学习平台的开发：平台开发的技术路线如图 2 所示

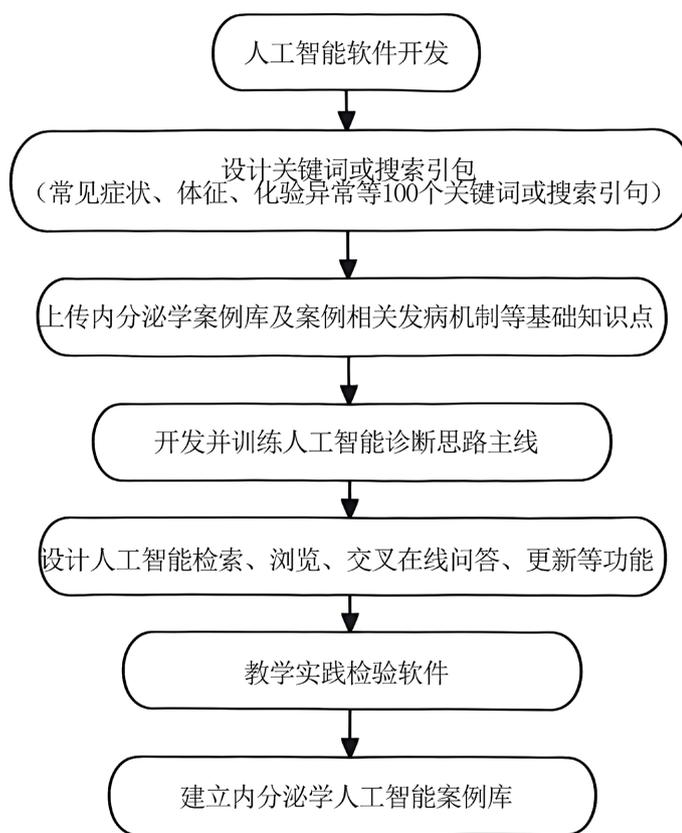


Figure 2. Technical roadmap for an AI-based autonomous learning platform in endocrinology
图 2. 人工智能内分泌学自主学习平台构建技术路线图

AI 模型训练：与合作单位(首都师范大学)的计算机专家共同开发。利用自然语言处理(NLP)技术，如 BERT、GPT 等预训练模型，对已结构化的案例库文本数据进行训练。训练目标是使 AI 模型能够理解医学术语、症状描述和临床问题。

功能模块设计：平台核心设计为一个智能问答和诊断推理辅助系统。

智能问答模块：学生可以以自然语言提问，AI 引擎从案例库和关联知识库中提取信息，生成简洁、准确的回答。

案例推送与 PBL 引导模块：学生可以输入一个或多个临床症状，AI 系统会智能匹配并推送案例库中相关的病例，并按照 PBL 流程，逐步提示学生思考下一步的病史询问、体格检查或辅助检查方向，引

导学生自主完成诊断推理过程。

自我测评模块：AI 可基于案例库自动生成选择题、简答题或案例分析题，并提供即时反馈和解析。

平台实现与部署：采用 B/S 架构，开发 Web 端应用，确保学生可通过浏览器随时随地访问。界面设计注重用户体验，交互流程清晰友好。

2.3. 应用与评价方法

案例库和 AI 平台建成后，选取青岛大学医学院临床医学专业本科生及专业学位研究生进行试点应用。通过问卷调查和访谈的形式，收集学生对该学习平台在易用性、学习兴趣激发、临床思维能力提升等方面的主观反馈。同时，通过对比使用前后的案例分析考核成绩，定量评价其教学效果。

3. 结果

3.1. 案例库的构建及内容

总案例库纳入 1280 个完整案例，每个疾病亚类的案例数量均超过 100 例，其中甲状腺疾病 265 例，糖尿病及其并发症 310 例，肾上腺疾病 115 例，垂体疾病 105 例，性腺疾病 102 例，骨代谢疾病 108 例，电解质紊乱 125 例，遗传性内分泌综合征 85 例，内分泌急症 65 例，其他代谢性疾病 100 例。所有案例均经过严格的脱敏处理，并按照统一的标准化格式进行编纂。其中，超过 90% 的案例配有多媒体资源，极大增强了案例的直观性和教学价值。

3.2. AI 自主学习平台诊断推理能力评估结果

本研究选取青岛大学医学院 200 名临床医学专业学生作为研究对象，包括五年级本科生($n = 120$)和专业学位硕士研究生(住院医师规范化培训一年级, $n = 80$)。采用前-后对照研究设计，所有参与者首先完成一次标准的临床案例分析能力前测。随后，被随机分为两组：实验组($n = 100$)使用本 AI 平台进行为期 8 周的自主学习学习。研究结束后，所有参与者完成后测并接受评估。定量数据显示，实验组在后测中的案例分析考核总分显著高于对照组($p < 0.01$)，且在诊断推理逻辑性和鉴别诊断全面性两个维度的提升尤为突出(见表 1)。实验组内部，学习行为数据表明，提问次数、案例完成数量、学习时长和诊断准确率均与最终成绩呈显著正相关(p 均 < 0.05)，而请求 AI 提示的频率则与成绩呈负相关($r = -0.31, p = 0.002$) (见表 2)。问卷调查结果(回收率 100%)表明，学生对平台持积极肯定态度。超过 90% 的学生对系统的易用性表示“同意”或“非常同意”；88% 的学生认为平台有效激发了学习兴趣；92% 的学生认同平台对提升临床思维能力有帮助；总体满意度高达 4.6/5.0 分(见表 3)。

Table 1. Comparison of case analysis scores between the two student groups ($\bar{x} \pm S$)

表 1. 两组学生案例分析考核成绩比较($\bar{x} \pm S$)

组别	例数	时间点	总分	信息收集完整性	诊断推理逻辑性	鉴别诊断全面性	治疗方案合理性
实验组	100	前测	68.5 ± 7.2	21.8 ± 2.1	24.0 ± 3.5	19.2 ± 2.8	13.5 ± 1.8
		后测	89.3 ± 5.1	24.1 ± 1.0	32.5 ± 2.2	23.8 ± 1.3	14.9 ± 0.8
		组内 P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
对照组	100	前测	67.8 ± 6.9	21.5 ± 2.3	23.8 ± 3.2	18.9 ± 2.6	13.6 ± 1.7
		后测	80.1 ± 6.3	22.9 ± 1.8	28.3 ± 2.9	21.4 ± 2.1	14.5 ± 1.2
		组内 P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
组间比较 P 值		(后测)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.063

Table 2. Correlation between learning behaviors and post-test scores in the experimental group**表 2.** 实验组学生学习行为与后测成绩的相关性分析

学习行为指标	均值 ± 标准差	与后测总分的相关系数(r)	P 值
案例完成数量(个)	18.5 ± 4.2	0.65	<0.001
平均学习时长(分钟/案例)	35.2 ± 8.7	0.58	<0.001
提问次数(次/案例)	9.8 ± 2.3	0.72	<0.001
诊断准确率(%)	76.4 ± 11.2	0.69	<0.001
请求 AI 提示频率(次/案例)	2.5 ± 1.1	-0.31	0.002

Table 3. Survey results of experimental group students (n = 100)**表 3.** 实验组学生问卷调查结果(n = 100)

评估维度	调查条目	非常同意	同意	一般	不同意	非常不同意	满意度得分(分)
系统易用性与用户体验	1. 平台界面友好, 操作简便	45%	48%	7%	0%	0%	4.38
	2. AI 回复响应迅速且准确	38%	50%	10%	2%	0%	4.24
学习兴趣与动机激发	3. 该平台比传统 PBL 更能激发我的学习兴趣	52%	36%	9%	3%	0%	4.37
	4. 我愿意主动使用该平台进行学习	48%	42%	8%	2%	0%	4.36
感知有用性与临床思维提升	5. 使用平台后, 我的病史询问思路更清晰了	55%	38%	5%	2%	0%	4.46
	6. 平台有助于我形成规范的诊断推理流程	51%	41%	6%	2%	0%	4.41
	7. AI 的反馈对我理解知识点很有帮助	47%	45%	6%	2%	0%	4.37
总体满意度	8. 总体而言, 我对该平台感到满意	50%	44%	5%	1%	0%	4.43
	9. 我愿意向其他同学推荐该平台	53%	40%	6%	1%	0%	4.45

*注: 满意度得分按 5 点计分法计算 (非常同意 = 5 分, 同意 = 4 分, 一般 = 3 分, 不同意 = 2 分, 非常不同意 = 1 分)。

4. 讨论

本研究成功构建了内分泌学的大规模案例库和智能化的学习平台, 标志着医学教育数字化转型从概念走向了深度应用。此前多数研究受限于案例规模, AI 模型容易过拟合或泛化能力不足[11] [12], 何栩[11]等在构建内科学案例库时指出, 案例质量直接决定教学效果。本研究确保了 AI 训练的充分性和教学内容的全面性, 从而能在与学员互动时给出更精准、更符合临床实际的信息。实验组在后测中鉴别诊断全面性维度得分显著高于对照组, 证实了大量高质量案例库对于培养学生宽广临床视野的关键作用, 有效解决了案例资源不足和质量参差不齐的问题。

其次, 平台的核心优势在于对 PBL 流程的深度还原与增强。实验组在诊断推理逻辑性这一核心能力上的提升幅度远大于对照组, 这一结果说明, 与传统仅提供静态案例资料的平台不同, 本平台通过 AI 对话引擎, 创造了一个高保真、低风险、可重复的临床模拟环境。学员不再是被动地阅读案例, 而是主动地“接管”病例。相关性分析显示, 学生的提问次数与后测总分呈高度正相关, 这种沉浸式体验极大地激发了学习动机, 与刘瑞芳等[7]强调的“主动探究”理念高度一致。AI 提供的即时、个性化反馈是现实教师难以企及的, 这种教学模式与姬逸男等[13]提出的 CBL 教学法一脉相承, 但通过技术手段突破了时空和人力资源的限制。

本研究结果还显示, 案例完成数量、学习时长和诊断准确率均与最终成绩呈显著正相关, 而请求 AI

提示的频率则与成绩呈负相关。这些行为数据为教育者提供了精准干预的靶点。这种数据驱动的教学优化方式,与汪恒等[8]倡导的“互联网+”教育供给侧改革理念完全契合。

此外,医学教育中的人文关怀培养同样重要[14]。本平台在案例设计中融入了医患沟通、伦理决策等要素,要求学员在问诊过程中体现人文关怀。这种设计理念与本课题组前期关于医学人文素养培养的研究成果[15]一致,确保技术赋能的同时不削弱医学教育的人文素养的培养。

综上所述, AI 自主学习临床案例库的构建是现代医学教育发展的有益探索和必然要求。本研究将 PBL/CBL 的教学优势与 AI 技术的智能化、个性化优势相结合,创造了一个能够激发学生自主学习动力、高效培养临床诊断思维的新环境。下一步将探索跨机构合作共建共享案例库,进一步扩大数据规模和多样性,并开发移动端应用,进一步提升学习的便捷性和可及性。

参考文献

- [1] 陈适,等. 传统医学教学模式在现代医学教育中的挑战与思考[J]. 中国高等医学教育, 2020(8): 1-2.
- [2] 李凡, 申逸彬. PBL 在医学教育中的应用现状与展望[J]. 中国高等医学教育, 2019(5): 12-13.
- [3] 于晓松, 孙宝志. 案例教学法在医学教育中的应用[J]. 中华医学教育杂志, 2018, 38(4): 581-584.
- [4] 翟佳丽,等. PBL 教学法对医学生批判性思维能力影响的 Meta 分析[J]. 中华医学教育探索杂志, 2022, 21(5): 591-595.
- [5] 曲丹华, 薛颜军, 任锦,等. 以案例库为基础的早期临床医学教育模式构建及在呼吸内科实践教学中的应用[J]. 中国卫生产业, 2018, 15(4): 119-120.
- [6] 董家鸿,等. 人工智能在临床医学中的应用与展望[J]. 协和医学杂志, 2021, 12(2): 145-150.
- [7] 刘瑞芳, 孙勇. 基于问题导向的人工智能应用案例式教学[J]. 计算机教育, 2023(6): 203-208.
- [8] 汪恒, 李颜. “互联网+”背景下医学生人文素质教育的供给侧改革探索[J]. 中国医学伦理学, 2019, 32(5): 657-660.
- [9] 彭磊, 肖延丽. “人工智能及医学应用”课程案例教学探究[J]. 科教导刊, 2023(27): 107-109.
- [10] Chan, K.S. and Zary, N. (2019) Applications and Challenges of Implementing Artificial Intelligence in Medical Education: Integrative Review. *JMIR Medical Education*, 5, e13930. <https://doi.org/10.2196/13930>
- [11] 何栩, 林春燕, 曾湘丽,等. 基于建设“一流本科课程”方略的《内科学》案例库的构建与实践[J]. 现代医院, 2021, 21(2): 226-228, 233.
- [12] Cook, D.A. and Triola, M.M. (2009) Virtual Patients: A Critical Literature Review and Proposed Next Steps. *Medical Education*, 43, 303-311. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2008.03286.x>
- [13] 姬逸男, 蒋奕, 李秋云,等. CBL 教学法在留学生全英文肿瘤学教学中的应用研究[J]. 中国继续医学教育, 2017, 9(17): 7-9.
- [14] 张金钟. 标准化病人教学的人文素质教育实训功能[J]. 中国医学伦理学, 2019, 32(5): 551-553, 601.
- [15] 潘晓彤, 邢晓明, 曹彩霞,等. 临床医学硕士专业学位研究生人文素养培养模式探讨[J]. 中国继续医学教育, 2024, 16(7): 25-28.