

思维导图主导的翻转课堂模式在生物医学工程专业“物理诊断学”教学中的实践



张仲迎, 杨 伟, 魏占云, 张 丽, 罗鸿宇, 张圣典

首都医科大学宣武医院老年病综合科 (北京 100053)

【摘要】目的 探索思维导图主导的改良翻转课堂模式(思维导图+翻转课堂)在生物医学工程专业“物理诊断学”教学中的效果。**方法** 选取首都医科大学2022级和2023级生物医学工程专业学生为研究对象,分别采用传统教学和改良翻转课堂进行头颈部查体的“物理诊断学”授课,比较2组学生考核成绩。使用问卷星对改良翻转课堂授课学生进行问卷调研,内容包括改良翻转课堂的应用效果、教学模式优势与不足,以及学生的需求建议。**结果** 对29名学生采用传统教学,43名学生采用改良翻转课堂。改良翻转课堂组学生归纳、概括思维能力考核成绩高于传统教学组(40.80 ± 4.13 vs. 37.79 ± 5.97 , $P=0.023$),2组理论考核成绩差异无统计学意义($P=0.634$)。共收回有效问卷29份,学生对改良翻转课堂的满意度评价均为“非常满意”或“比较满意”,其中“比较满意”占比更高(68.97% vs. 31.03%, $P=0.004$)。在评价思维导图是否直观易懂方面,所有学生均选择“非常直观”或“比较直观”,其中“比较直观”占比更高(68.97% vs. 31.03%, $P=0.004$)。选择思维导图“层次结构清晰”作为最喜欢功能的学生比例最高(96.55%)。**结论** 将思维导图引入翻转课堂具有良好的适用性、并有助于提高学生学习的效率及归纳、概括思维能力。

【关键词】 思维导图; 翻转课堂; 医学教育; 物理诊断学

【中图分类号】 G642.0 **【文献标识码】** A

Implementation of a mind map-driven flipped classroom approach in "physical diagnostics" instruction for the biological engineering major

ZHANG Zhongying, YANG Wei, WEI Zhanyun, ZHANG Li, LUO Hongyu, ZHANG Shengdian

Department of Geriatrics, Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, China

Corresponding author: YANG Wei, Email: yangw_79@163.com

【Abstract】Objective To explore the effectiveness of a mind map-driven modified flipped classroom model in the teaching of "physical diagnostics" for students in the major of biological engineering. **Methods** Students majoring in biomedical engineering from Capital Medical University, enrolled in the classes of 2022 and 2023, were selected as the research subjects. Traditional teaching and modified flipped classroom approaches were respectively employed for the "physical diagnostics" course on head and neck examination, and the assessment scores of the two groups were compared. A questionnaire survey was conducted among students in the modified flipped classroom group to evaluate the teaching model's application effectiveness, identify its strengths and limitations, and gather students' suggestions for improvement. **Results** A total of 29 students received traditional teaching, while 43 students received the modified flipped classroom

DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202601026

基金项目: 首都医科大学教育教学改革课题(2022JYY125); 宣武医院教育教学改革课题(2018XWJXGG-29)

通信作者: 杨伟, 博士, 主任医师, 博士研究生导师, Email: yangw_79@163.com

yxxz.whuzhmedj.com

approach. The modified flipped classroom group scored significantly higher than the traditional teaching group in assessments of inductive and summarization thinking abilities (40.80 ± 4.13 vs. 37.79 ± 5.97 , $P=0.023$). There was no statistically significant difference in theoretical knowledge assessment scores between the two groups ($P=0.634$). A total of 29 valid questionnaires were collected. All students expressed "very satisfied" or "relatively satisfied" with the modified flipped classroom, with "relatively satisfied" being more common (68.97% vs. 31.03%, $P=0.004$). Regarding whether the mind maps were intuitive and easy to understand, all students selected "very intuitive" or "relatively intuitive", with "relatively intuitive" being more common (68.97% vs. 31.03%, $P=0.004$). The feature "clear hierarchical structure" of the mind maps was selected by the highest proportion of students as their favorite aspect (96.55%). **Conclusions** The integration of mind mapping into the flipped classroom demonstrates good applicability and helps enhance students' learning efficiency as well as their inductive and summarization thinking abilities.

【Keywords】 Mind map; Flipped classroom; Medical education; Physical diagnostics

“物理诊断学”是衔接基础医学与临床医学的关键课程，可培养学生临床逻辑思维与疾病诊断推理能力，对生物医学工程专业学生而言，“物理诊断学”是从事医疗器械研发等工作的重要基础^[1]。但在传统教学中，该专业学生普遍存在课程学习主动性薄弱、学习方式依赖机械背诵、知识掌握程度不足等问题。因此，亟需创新教学模式，提升学生课堂参与感和课程学习成效。翻转课堂强调以学生课前自主学习为核心，可有效提高课堂参与度及教学效果^[2]。该教学模式现已在临床医学各类课程中得到普遍应用^[3-5]，并在预防医学专业等非临床医学专业中开展教学实践^[1]。但传统翻转课堂存在学生课外学习负荷增加、知识点呈现碎片化、自主学习能力薄弱的学生难以达到理想学习效果等问题^[6-7]。基于此，部分教学研究者将翻转课堂中引入问题导向学习、随堂选择题测评和思维导图等改良策略^[8-9]。

思维导图作为一种图形化的主动学习策略，能够提升临床逻辑思维与记忆能力，有助于弥补翻转课堂的不足^[1, 9]。近年来，生成式人工智能与思维导图软件的发展显著缩短了导图制作时间，同时生物医学工程专业学生的学科背景也使其具备高效绘制导图的优势。基于此，本研究拟将思维导图贯穿于翻转课堂，探讨该模式对生物医学工程专业学生在“物理诊断学”课程中教学效果的影响并开展教学评价，为优化课程设计、提升学生临床思维能力提供理论参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

以首都医科大学 2022 和 2023 年级生物医学

工程班学生为研究对象。纳入标准：①首都医科大学四年制生物医学工程专业在校本科生；②能够完成全部教学安排并参加考核；③知情同意并自愿参与本研究。排除标准：①缺课超过总学时 10% 或未能完整参与考核者；②问卷填写时间明显异常（少于 2 min）、填写内容完全相同或明显前后矛盾。所有研究对象均知情同意并自愿参与本研究。

1.2 教学实施

2022 级生物医学工程班采用传统教学（常规教学授课组），2023 级采用基于翻转课堂与思维导图的“物理诊断学”教学模式（翻转课堂+思维导图授课组），均进行头颈部查体的“物理诊断学”教学。

常规教学授课组：教师需在课前完成头颈部查体教案的编写，准备配套多媒体教学课件，并设计随堂考核内容；课中阶段，教师系统讲授头颈部查体理论知识，开展课堂互动并组织随堂测试；课后则进行试卷评阅与成绩评定。学生课前不设强制预习要求，课中主要参与听讲、记录笔记、与教师互动并完成课堂测试，课后亦无额外学习任务安排。

翻转课堂+思维导图授课组：教师在课前除完成常规教案、备课外，需制定教学思路（图 1）、设计调查问卷、联系学习委员建立学习群、布置安排课前预习作业、推送头颈部查体操作视频供学生预习，展示头颈部查体的思维导图（附件图 1）；课中按照思维导图的顺序及重点进行授课、开展课堂互动、组织考试、布置课后作业；课后判卷给分，布置课后调查问卷并分析结果。学生课前需完成预习任务，了解 Xmind、

MindManager、iMindMap 等常见思维导图软件的使用方法；课中听讲、师生互动、与同桌互相进行头颈部查体练习，最后完成当堂考试及问卷调查；课后作业为绘制腹部查体的思维导图以完成下节课的预习。

2 组学生除教学方法外，其他教学条件均具有可比性：2 组学生由同一位教师分别在 2024 年（常规教学组）及 2025 年（翻转课堂+思维导图组）开展教学，教室大小、配备多媒体设备及教材相同，2 组学生课时安排和教学进度一致。

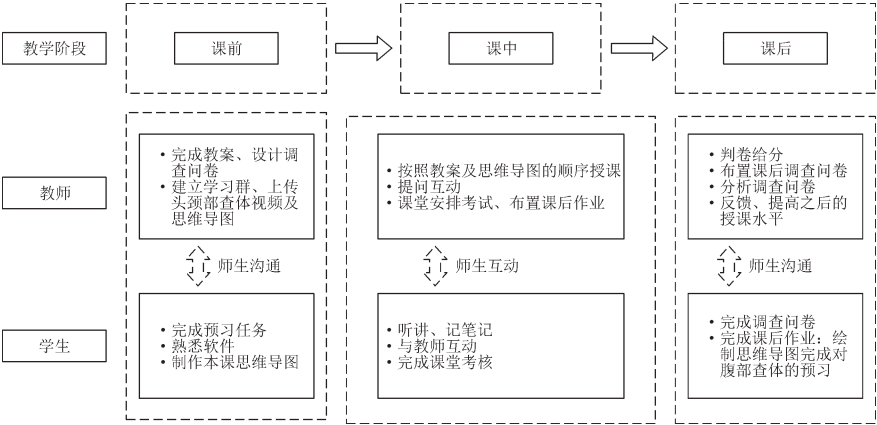


图1 教学思路设计

Figure 1. Framework of teaching design

1.3 教学评估

考核评分：①理论考核包括查体步骤、异常体征的临床意义等，题型为选择题、填空题及简答题，满分 50 分；②归纳、概括思维能力考核主要考核对头颈部查体知识的结构化整合、总结归纳不同临床疾病对应的头颈部查体异常（如概括头颈部查体的主要内容、描述甲状腺功能亢进及减退在头颈部查体中可发现的异常体征），题型为论述题及案例分析题，满分 50 分。卷面共 100 分，学生 30 min 内完成。

问卷调查：采用自拟结构化调查问卷，应用问卷星平台对改良翻转课堂授课学生进行线上调查。问卷内容包括：①学生一般信息（年龄、性别、民族）；②思维导图应用效果评价（单选题）：采用 Likert 5 级评分法，1=非常不同意至 5=非常同意，包括日常使用情况、对知识梳理与记忆的促进作用及教学满意度等维度；③该教学模式在“物理诊断学”教学中的优势、不足及需求调研（多选题）。

正式调查前，邀请具有高级职称的 2 名教学专家对问卷内容与条目表述进行审阅修订，并对答题时间进行监测。同时选取 10 名生物医学工程专业本科生开展预调查，根据反馈意见进一步优化题目表述。调查时设置答题时间监测机制，将填写时间过短或所有题目选择相同答案的问卷予

以剔除，以确保数据质量。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 22.0 软件进行统计分析。计量资料以均数和标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示，组间比较采用 t 检验，效应量以 Cohen's d 值及其 95% 置信区间 (confidence interval, CI) 报告。计数资料采用例数和百分比 ($n, \%$) 表示，组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法，并采用 Bonferroni 法校正检验水位以控制多重比较误差。采用双侧检验， $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

共纳入 72 名学生，常规教学授课组 29 名，翻转课堂+思维导图授课组 43 名。2 组学生在年龄、性别及民族构成方面差异无统计学意义 ($P > 0.05$)，见表 1。

2.2 考核成绩比较

2 组学生总成绩 [Cohen's $d = -0.45$, 95%CI (-0.94, 0.03)] 和理论考核成绩 [Cohen's $d = -0.11$, 95%CI (-0.59, 0.37)] 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。但在归纳、概括思维能力方面，翻转课堂+思维导图授课组成绩显著高于常规教学组 [Cohen's $d = 0.57$, 95%CI (0.08, 1.06), $P = 0.023$]，见表 2。

表 1 2 组学生一般资料 (n, %)
Table 1. General characteristics of two groups of students (n, %)

特征	常规教学授课组 (n=29)	翻转课堂+思维导图授课组 (n=43)	t/χ ² 值	P 值
年龄 (岁) #	20.24 ± 0.64	20.12 ± 0.59	0.859	0.393
性别			0.117	0.733
男	15 (51.72)	24 (55.81)		
女	14 (48.28)	19 (44.19)		
民族			0.683	0.409
汉族	22 (75.86)	36 (83.72)		
其他	7 (24.14)	7 (16.28)		

注: # 计量资料以均数和标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示。

2.3 思维导图主导的翻转课堂教学反馈

对于翻转课堂+思维导图授课组 43 名学生进行问卷调查, 共回收有效问卷 29 份, 回收率

67.44%。62.07% 的学生此前绘制过思维导图; 在绘制方式方面, 65.52% 的学生倾向“传统手工绘制+教科书”, 显著高于“思维导图软件+教科书”(24.14%) 及“人工智能+思维导图软件+教科书”(10.34%) (P 均 < 0.017)。学生对思维导图引入教学的满意度及直观性评价均为“比较满意”或“非常满意”、“比较直观”或“非常直观”, 其中“比较满意”或“比较直观”选项占比更高 (均为 68.97%, $P = 0.004$)。多数学生认为思维导图对知识梳理 (68.97%) 与记忆 (65.52%) “比较有帮助” (P 均 < 0.017), 见表 3。

学生在使用思维导图的功能偏好方面, 选择“层次结构清晰”者最多 (96.55%), 显著高于“可采用颜色和图标区分主题” (62.07%)、“一键生成思维导图” (13.79%) 和“支持多平台同

表 2 2 组学生考核成绩比较 ($\bar{x} \pm s$)
Table 2. Comparison of assessment scores between the two groups ($\bar{x} \pm s$)

项目	常规教学授课组 (n=29)	翻转课堂+思维导图授课组 (n=43)	t 值	P 值
总成绩 (分)	79.22 ± 8.26	82.67 ± 7.18	1.882	0.064
理论考核成绩 (分)	41.43 ± 4.12	41.87 ± 3.64	0.477	0.634
归纳、概括思维能力考核成绩 (分)	37.79 ± 5.97	40.80 ± 4.13	2.361	0.023

表 3 生物医学工程专业学生对思维导图主导的翻转课堂的教学反馈
Table 3. Feedback from biomedical engineering students on the mind map-driven flipped classroom approach

项目	人数 (%)	χ ² 值	P 值
是否在学习中绘制过思维导图		3.379	0.066
绘制过	18 (62.07)		
未绘制过	11 (37.93)		
需要绘制思维导图时会首选		21.517	< 0.001
教科书+手绘*	19 (65.52)		
教科书+思维导图工具	7 (24.14)		
教科书+人工智能软件+思维导图工具	3 (10.34)		
思维导图是否使“物理诊断学”教学直观易懂		8.345	0.004
非常直观	9 (31.03)		
比较直观	20 (68.97)		
思维导图对于“物理诊断学”教学的知识梳理是否有帮助		26.793	< 0.001
非常有帮助	7 (24.14)		
比较有帮助*	20 (68.97)		
一般	2 (6.89)		
思维导图对于“物理诊断学”教学的知识点记忆是否有帮助		23.069	< 0.001
非常有帮助	8 (27.59)		
比较有帮助*	19 (65.52)		
一般	2 (6.90)		
对于思维导图辅助“物理诊断学”教学的满意度		8.345	0.004
非常满意	9 (31.03)		
比较满意	20 (68.97)		

注: 3 个选项两两比较采用 Bonferroni 法校正, 校正后检验水准为 $\alpha = 0.017$; * 该选项与其他选项组间比较 P 均 < 0.017 。

步”(13.79%)的学生(P 均 <0.008)。思维导图在“物理诊断学”教学中的优势方面,75.86%的学生选择了“知识点更加系统化”,其次分别为“记忆更深刻”(55.17%)、“学习效率更高”(51.72%)和“显示更直观”(41.38%),选项间差异无统计学意义($P=0.061$)。在思维导图教学的劣势方面,55.17%的学生认为“制作耗时”,另有37.93%认为“内容不够详细”,

31.03%认为“操作复杂”和“缺乏互动”,选项间差异无统计学意义($P=0.191$)。关于未来教学内容的改进期望方面,选择“案例分析”的学生最多(86.21%),显著高于选择“互动练习”(48.28%)与“知识点测试”(31.03%)的学生(组间比较 P 均 <0.008);其与选择“视频展示”(55.17%)的比例差异无统计学意义,见表4。

表4 生物医学工程专业学生对思维导图辅助“物理诊断学”教学的评价和需求调研
Table 4. Evaluation and needs assessment of biomedical engineering students on mind mapping-assisted "physical diagnostics" teaching

项目	人数 (%)	χ^2 值	P 值
使用思维导图时最喜欢的功能 (多选)		59.961	<0.001
层次结构清晰*	28 (96.55)		
可采用颜色和图表区分主题	18 (62.07)		
一键生成思维导图	4 (13.79)		
支持多平台同步	4 (13.79)		
思维导图在“物理诊断学”教学中的优势 (多选)		7.383	0.061
知识点系统化	22 (75.86)		
学习效率更高	15 (51.72)		
记忆更深刻	16 (55.17)		
显示更直观	12 (41.38)		
思维导图在“物理诊断学”教学中的劣势 (多选)		4.756	0.191
制作耗时	16 (55.17)		
内容不够详细	11 (37.93)		
操作复杂	9 (31.03)		
缺乏互动	9 (31.03)		
希望在思维导图教学的同时增加 (多选)		18.683	<0.001
视频展示	16 (55.17)		
互动练习	14 (48.28)		
案例分析#	25 (86.21)		
知识点测试	9 (31.03)		

注: 组间比较采用 Bonferroni 法校正, 校正后检验水准为 $\alpha=0.008$; *该选项与其他选项组间比较 P 均 <0.008 ; #该选项与部分选项差异显著。

2.4 应用思维导图辅助“物理诊断学”教学组的课后作业

对翻转课堂+思维导图授课组学生安排了关于“腹部查体”部分的预习, 并绘制腹部查体的思维导图, 学生采用 Xmind 24.12.04124 软件绘制的腹部查体思维导图见附件图2。

3 讨论

翻转课堂将“先教后学”转变为“先学后教”, 能有效提升学生的思维能力与学习效率, 已在医学教育中得到广泛应用^[10-12]。然而, 该模式对教师的教学设计能力、学生的自律性及自主

学习能力要求较高^[7], 且存在知识体系碎片化、增加师生课外负担等问题^[9]。已有研究将不同教学方法引入翻转课堂进行改良, Wei等^[13]将基于布鲁姆教育目标分类法的翻转课堂应用于牙髓病教学中, 实现了从形式翻转到目标引领的结构化翻转; Agarwal等^[9]在血液生理学的翻转课堂教学中引入结构化讲义、思维导图及情景问题; Xiao等^[14]发现长期的翻转课堂具有积极的“剂量效应”, 提示可将其拓展为贯穿多学期的系统性教学安排。此外, 数智化分阶段教学^[15]、BOPPPS^[16]等教学模式也被用于完善翻转课堂。

在上述多种改良路径中,思维导图因其在知识整合与可视化方面的独特优势,逐渐受到关注。思维导图通过可视化方式呈现知识节点与层级,有助于实现零散知识系统化。Xu等^[6]在护理教学中将思维导图联合案例教学引入翻转课堂,增强了学生的系统化理解与自主梳理能力。He等^[1]在预防医学专业学生的“物理诊断学”教学中,利用思维导图改良传统翻转课堂,提升学生在体格检查、心电图判读和病史采集等考核成绩及学习参与度。“物理诊断学”的教学内容繁杂,以头颈部查体为例,2学时需涵盖头部与颈部诸多细分结构,采用传统言语归纳较为困难,而思维导图则直观呈现。在绘制思维导图的过程中,学生不仅能系统梳理知识、加深记忆,还能逐步培养逻辑思维能力。本研究将思维导图贯穿翻转课堂:课前提供预习框架,提高自学针对性;课中作为授课主线串联知识,结合即时测评强化关键点;课后延续导图预习,构建连贯的知识体系。

在具体实施中,思维导图的制作效率是影响师生接受度的关键因素之一。随着人工智能的发展,思维导图的绘制时间已大幅缩短。本研究针对生物医学工程专业学生信息技术应用能力较强的特点,鼓励其使用Xmind等具备人工智能辅助功能的软件。与临床医学学生相比,生物医学工程系学生编程基础更强,能充分发挥思维导图软件的智能功能。例如,学生可利用Python调用大语言模型的应用程序编程接口,自动提取教材中的关键概念及其层级关系,再通过自然语言处理对笔记进行分析,识别知识盲区并补充节点。将人工智能与编程能力融入导图制作,提升学习效率,为该专业的独特优势。

既往研究显示,课前预制的思维导图有助于建立知识关联,提升长时及短时记忆效果,避免课堂上绘制分散注意力^[1, 17-18]。将其融入翻转课堂,可使学生的课堂时间更专注于讨论与问题解决。本研究结果亦验证了上述观点,思维导图+翻转课堂组在归纳概括能力考核中显著优于传统教学组,提示该模式能有效提升逻辑思维能力。此外,在学生客观评价方面,学生普遍认可思维导图在“物理诊断学”教学中的直观性与辅助效果,最为重视“层次结构清晰”(96.55%),且认为其能使“知识点更加系统化”

(75.86%)。以上客观成绩与学生主观反馈均提示,思维导图凭借结构化、可视化的特点,有效促进了学生对知识的整合。

本研究结合生物医学工程专业特点与思维导图优势,将思维导图全程融入非临床医学专业翻转课堂。结果显示,该模式在提升学生记忆力及培养高阶思维能力方面具有良好效果,为相关教学改革提供了实证依据。针对学生反映的制作过程耗时、操作复杂及互动性不足等问题,未来可通过提供思维导图模板、优化软件操作、增加小组协作及教师反馈等改进。37.93%学生指出内容不够详细,86.21%学生希望加入案例分析,既往研究亦显示“思维导图+案例教学+翻转课堂”模式效果良好^[6],提示案例教学是学生最期待的教学强化方向。同时,未来可开展持续性的教学观察,评估该模式在长期教学中的效果与稳定性。

本研究存在一定局限性。第一,非随机化设计可能引入选择偏倚,样本量不均衡会降低统计检验效能。第二,未设立“单纯翻转课堂”对照组,无法区分教学优势的具体来源。第三,研究仅在单中心开展,其结论在不同教学环境中的普适性仍有待验证。第四,调查问卷仅面向改良教学组完成,未来可提前对所有学生课前开展学情调研,根据学生的实际需求来优化课程设计、提高教学针对性。但本研究作为探索性实践,验证了该整合模式的优越性,可为后续大样本的随机对照研究提供参考及设计依据。

综上,本研究发现,以思维导图贯穿翻转课堂各环节并嵌入即时考核,有助于将教学重心从单纯知识传授转向思维能力培养与实时评估,从而为非临床专业的医学“物理诊断学”教学改进提供了可行路径。

附件见《医学新知》官网附录 (<https://yxxz.whuznhmedj.com/futureApi/storage/appendix/202601026.pdf>)

伦理声明:所有研究对象均知情同意并自愿参与本研究

作者贡献:问卷编制、数据分析、论文撰写:张仲迎、杨伟、魏占云、罗鸿宇;问卷编制:张圣典、张丽;研究指导与论文审定:张仲迎、杨伟;经费支持:张仲迎、张丽

数据获取:本研究中使用和(或)分析的数据可联系通信作者获取

利益冲突声明:无

致谢:不适用

参考文献

- 1 He J, Wu B, Zhong H, et al. Implementing mind mapping in small-group learning to promote student engagement in the medical diagnostic curriculum: a pilot study[J]. *BMC Med Educ*, 2024, 24(1): 336.
- 2 Holroyd KB, McDonough A, Chomba M, et al. Evaluation of a flipped classroom approach to undergraduate neurology medical education in Zambia[J]. *J Neurol Sci*, 2025, 475: 123580.
- 3 Hu R, Gao H, Ye Y, et al. Effectiveness of flipped classrooms in Chinese baccalaureate nursing education: a Meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Int J Nurs Stud*, 2018, 79: 94–103.
- 4 Alabiad CR, Moore KJ, Green DP, et al. The flipped classroom: an innovative approach to medical education in ophthalmology[J]. *J Acad Ophthalmol*(2017), 2020, 12(2): e96–e103.
- 5 Shiao S, Kahn LG, Platt J, et al. Evaluation of a flipped classroom approach to learning introductory epidemiology[J]. *BMC Med Educ*, 2018, 18(1): 63.
- 6 Xu G, Lin Y, Ye Y, et al. Combination of concept maps and case-based learning in a flipped classroom: a mixed-methods study[J]. *Nurse Educ Pract*, 2024, 76: 103918.
- 7 Liang Z, Chen C, Xie Z, et al. The application of flipped classroom teaching model combining scientific research expansion in the teaching of thoracic surgery[J]. *Technol Health Care*, 2025, 33(2): 755–761.
- 8 Yan Y, Wang YH, Li K, et al. Implementation of mind mapping with problem-based learning in prosthodontics course for Chinese dental students[J]. *BMC Med Educ*, 2023, 23(1): 530.
- 9 Agarwal M, Joshi P. Effectiveness of modified flipped classrooms integrating scenario-based questions, multiple-choice question assessments, and mind maps in blood physiology[J]. *Cureus*, 2025, 17(4): e81590.
- 10 Peng W, Xiong Y, Wei J, et al. Flipped classroom improves student learning outcome in Chinese pharmacy education: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Front Pharmacol*, 2022, 13: 936899.
- 11 Naing C, Whittaker MA, Aung HH, et al. The effects of flipped classrooms to improve learning outcomes in undergraduate health professional education: a systematic review[J]. *Campbell Syst Rev*, 2023, 19(3): e1339.
- 12 Dai W, Kang Q. Improvement of flipped classroom teaching in colleges and universities based on virtual reality assisted by deep learning[J]. *Sci Rep*, 2025, 15(1): 3204.
- 13 Wei Y, Peng Z. Application of the flipped classroom model based on Bloom's Taxonomy of Educational Objectives in endodontics education for undergraduate dental students[J]. *PeerJ*, 2025, 13: e18843.
- 14 Xiao J. Improving student learning and performance through a continuous flipped anatomy teaching model[J]. *Anat Sci Educ*, 2024, 17(2): 219–226.
- 15 李臣亮, 姜丹, 周毓麟, 等. 数智时代下微生物学实验“分阶段”翻转课堂教学模式的探索与实践[J]. *微生物学通报*, 2025, 52(9): 4358–4365. [Li CL, Jiang D, Zhou YL, et al. Exploration and practice of a "staged" flipped classroom teaching mode in microbiology experiments in the era of digital intelligence[J]. *Microbiology China*, 2025, 52(9): 4358–4365.]
- 16 钱怡, 杨玉成, 胡国华, 等. BOPPPS结合翻转课堂教学模式在康复听力学中的实践探索[J]. *中华耳科学杂志*, 2025, 23(7): 905–909. [Qian Y, Yang YC, Hu GH, et al. Exploration and practice of BOPPPS combined with flipped classroom teaching mode in rehabilitative audiology[J]. *Chinese Journal of Otology*, 2025, 23(7): 905–909.]
- 17 Johnson LR. Using mind maps to teach medical students[J]. *Med Educ*, 2014, 48(11): 1124–1125.
- 18 Farrand P, Hussain F, Hennessy E. The efficacy of the 'mind map' study technique[J]. *Med Educ*, 2002, 36(5): 426–431.

收稿日期: 2026 年 01 月 07 日 修回日期: 2026 年 07 月 15 日
本文编辑: 杨室淞 曹 越

引用本文: 张仲迎, 杨伟, 魏占云, 等. 思维导图主导的翻转课堂模式在生物医学工程专业“物理诊断学”教学中的实践[J]. 医学新知, 2026, 36(7): 827–833. DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202601026.

Zhang ZY, Yang W, Wei ZY, et al. Implementation of a mind map-driven flipped classroom approach in "physical diagnostics" instruction for the biological engineering major[J]. *Yixue Xinzhi Zazhi*, 2026, 36(7): 827–833. DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202601026.