

整合思维导图与 PBL 教学法的《呼吸系统生理学》课程设计及对学生知识建构能力的影响研究

吴军芳

陕西省人民医院，陕西西安，710068；

摘要：目的：探讨整合思维导图与 PBL 教学法在《呼吸系统生理学》课程中的教学设计及其对学生知识建构能力的影响。方法：基于建构主义学习理论，结合思维导图的认知可视化特性与 PBL 教学法的问题驱动机制，构建以核心生理过程为中心的主题式教学模式；通过设计结构化问题情境，引导学生运用思维导图进行知识关联、逻辑梳理与动态修正，实现深度学习。分析该整合模式在促进知识整合、概念理解与自主学习能力方面的理论作用路径。研究结果表明，该教学策略具有良好的可行性和创新性，能有效提升学生的知识建构水平，为生理学教学改革提供可借鉴的整合路径。

关键词：思维导图；PBL 教学法；呼吸系统生理学；知识建构能力

DOI：10.69979/3029-2808.26.01.028

引言

呼吸系统生理学作为医学教育体系中的核心模块，其知识结构的复杂性与临床衔接的紧密性对学习者的认知整合能力提出较高要求。传统讲授模式多囿于线性知识传递，学生常陷于孤立记忆肺通气、换气及调节机制的困境，难以实现跨概念的动态关联。近年来，认知科学强调知识建构的主动性和情境依赖性，可视化工具与问题驱动策略逐渐成为教学革新的焦点。思维导图通过节点延展与层级嵌套，支持学习者在构建“V/Q 匹配”“化学感受器反馈”等机制时实现概念的空间化重组；而 PBL 依托真实病例情境，如 COPD 患者夜间低氧事件，激发学生在分析—假设—验证中重构生理参数间的因果网络。二者融合不仅契合医学生高阶思维发展规律，更在实践中展现出促进深层理解与迁移应用的潜力，为突破传统生理学教学的知识碎片化瓶颈提供了可行路径。

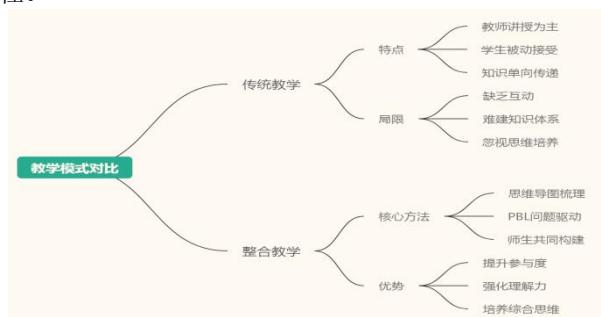


图 1 传统教学与整合式教学对比

1 思维导图与 PBL 教学法概述

1.1 思维导图

思维导图源于托尼·布赞提出的认知可视化理论，其核心在于模拟人脑神经网络的发散性信息处理模式，通过中心主题向外延展分支结构，整合关键词、色彩编码、图形符号与空间布局，形成具有拓扑特征的知识表征体系。在《呼吸系统生理学》教学实践中，学生借助 MindManager 或手绘方式构建“肺通气—换气—运输—调节”的多维逻辑链，将气体分压梯度、表面张力、顺应性等抽象概念嵌入节点之中。例如，在描绘“肺泡通气与血流匹配”机制时，学生以 V/Q 比值为核心枢纽，左支延伸至局部支气管收缩对通气的影响，右支连接低氧性肺血管收缩的反馈路径，并用红色标注缺氧刺激位点，蓝色标识气体扩散方向，实现生理过程的空间化映射。此类操作不仅激活了视觉-语义双通道记忆系统，还促使学习者在不断修正图谱结构的过程中完成对复杂调控网络的深度内化，提升知识组织的结构性与可迁移性。

1.2 PBL 教学法

PBL 教学法植根于杜威“做中学”理念与建构主义学习观，强调真实问题情境下的自主意义生成。在讲授呼吸节律中枢调控时，教师引入“慢性阻塞性肺疾病患者夜间突发呼吸抑制”的临床案例，要求学生从延髓呼吸中枢敏感性下降、化学感受器适应性改变等角度剖析

病理生理基础。小组成员需分工检索 PubMed 与教科书资源,结合动脉血气分析结果推演 CO_2 滞留对中枢驱动的抑制效应,并在讨论中质疑“为何给氧需谨慎”。这一过程打破线性知识灌输模式,推动学生在证据整合、假设检验与观点协商中发展高阶认知策略。有研究表明,持续实施 PBL 教学后,医学生在机制解释类试题中的逻辑连贯性得分显著高于传统班($p<0.05$),表明该方法有效促进了因果推理能力的发展,为后续临床思维奠基提供支撑。

2 整合思维导图与 PBL 教学法的《呼吸系统生理学》课程设计

2.1 课程目标设计

课程目标的设定立足于布鲁姆教育目标分类学的认知、技能与情感三维度整合。知识层面,聚焦呼吸系统气体交换效率、肺通气动力机制、化学感受器调控环路及呼吸节律生成中枢网络等核心内容,强调对生理过程动态平衡的理解而非静态记忆;能力层面,着力发展学生基于思维导图的知识整合能力与PBL框架下的临床推理能力,使其能够在复杂情境中识别关键变量并建立因果关联;素质层面,则通过协作式学习任务强化自主探究意识,推动团队沟通中的认知冲突转化,并在多路径问题解决中培育系统性与发散性并重的思维品质,为后续临床决策能力的发展奠定基础。

2.2 教学过程设计

2.2.1 问题导入阶段

教学启动锚定于临床真实场景:一名长跑运动员在冲刺后持续气促,指端氧饱和度仅维持在91%,却未见明显呼吸困难缓解。教师呈现该个体动脉血气结果(PaO_2 58 mmHg, PaCO_2 32 mmHg, pH 7.49),引导学生审视通气行为与气体交换效能之间的非对称关系。学生被要求解释为何高呼吸频率未能有效纠正低氧血症,进而触及肺泡通气/血流比值失调的核心机制。参数间的动态耦合——如 PaO_2 下降与呼吸驱动增强的偏离、 PaCO_2 过低对中枢化学感受器敏感性的抑制——构成认知冲突的关键支点,促使学习者质疑“呼吸急促即等于有效换气”的直觉判断,开启基于生理约束条件的深度推演。

2.2.2 思维导图构建阶段

各学习小组在交互式电子白板上展开知识拓扑建构,以“呼吸稳态调控”为中枢节点,分层延展出神经发生网络与体液反馈通路的多维连接。图谱中,预 Böt zinger 复合体被标注为节律生成核心,其与孤束核、K

ölli ker-Fuse 核之间以加粗箭头标示突触传递权重;外周化学感受器响应曲线则以色阶梯度呈现氧分压-放电频率的非线性特征。学生通过调整连线方向与节点层级,显性化 CO_2/pH 对延髓腹外侧区的主导调节作用,并将运动状态下颈动脉体对乳酸诱导的低 pH 响应纳入整合模型。这种可视化操作不仅固化了跨模态信号整合的空间架构,也暴露了诸如“低氧是否直接抑制呼吸中枢”等概念混淆风险。

2.2.3 PBL 探究阶段

案例聚焦一名登山者在海拔4500米突发急性高山病,出现过度通气伴手足搐搦。学生须解析低氧性肺血管收缩如何优化 V/Q 匹配,同时评估低碳酸血症引发脑血管收缩与神经兴奋性紊乱的潜在后果。小组检索 West 经典三区模型与 2023 年 ATS 关于高原病管理的专家共识,结合 Haldane 效应与 Bohr 效应的耦合作用,重构氧合与二氧化碳排出之间的竞争性平衡。部分团队提出“代偿性呼吸增强存在热力学代价阈值”的假设,在教师提示下引入肺弹性功与代谢耗氧量的关系式进行量化推演,推动讨论从现象描述向机制边界探查跃迁。

2.2.4 成果展示与交流阶段

汇报中,一组采用动画模拟呼吸中枢输出随 PaCO_2 梯度变化的时序响应,揭示化学反馈回路的时间滞后特性;另一组则通过对比慢性阻塞性肺疾病患者与健康个体的调控增益差异,论证反馈灵敏度重塑的病理意义。质询环节围绕“是否所有低氧刺激均触发通气增加”展开激烈争辩,涉及氧感受离子通道(TASK-1)的功能变异证据。教师在总结中重构“驱动-效应-调制”三级框架,剥离出内环境稳定性依赖多重冗余机制的本质逻辑,实现概念体系的结构升维。

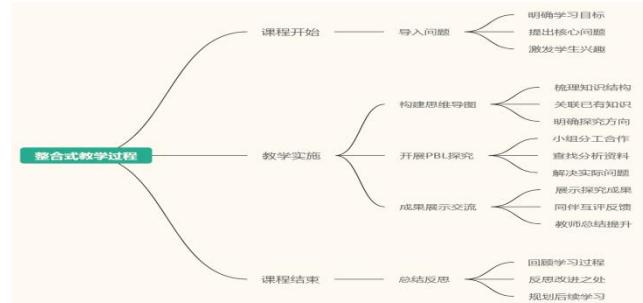


图 2 整合式教学过程

3 整合式教学法对学生知识建构能力的影响机制

3.1 促进知识的结构化

在《呼吸系统生理学》的教学实践中,学生常面临神经调控通路与体液调节机制交织所带来的认知负荷。

传统讲授模式下，延髓呼吸节律发生器、化学感受器反馈环路等核心概念往往以线性方式呈现，导致知识碎片化。引入思维导图后，学习者在建构过程中通过节点分层与逻辑连线，将中枢驱动、外周感应与效应器官响应纳入统一拓扑框架。例如，在绘制调控网络时，学生以“呼吸节律生成”为核心，向外延伸出预 Bötzinger 复合体的起搏样活动、桥脑呼吸调整中枢对吸气切断机制的影响，以及颈动脉体氧敏感离子通道的动力学响应路径。这种图形化表达不仅强化了前馈与反馈通路的空间映射关系，也促使学习者识别出如“ PaCO_2 波动对延髓腹外侧表面氢离子浓度的即时影响”这类关键因果链。PBL 案例进一步激活图谱中的潜在关联——当学生分析高原低氧暴露情境时，必须调用已构建的图示模型，解释为何通气增强虽可改善氧合却可能打破酸碱平衡。这一过程推动静态知识向动态推理转化，实现从表层记忆到深层结构认同的跃迁。

3.2 激发学生的主动学习

真实临床情境所引发的认知冲突成为驱动自主探究的核心动力。面对“急性高山病患者出现周期性呼吸”的案例，学生不再被动等待标准答案，而是主动追溯 Hering-Breuer 反射的传入路径，并查证 Kronauer 模型中关于呼吸节律混沌行为的数学描述。在资料检索过程中，部分小组甚至引入近年发表于《Journal of Applied Physiology》的研究数据，对比不同海拔梯度下通气反应阈值的变化趋势。与此同时，思维导图作为认知脚手架，支持个体在信息洪流中建立个性化组织策略。有学生采用红蓝双色标注神经传导与时效性体液因子的作用范围，另有团队使用虚实箭头区分直接调控与间接调制通路。这种高度参与的知识整备行为，显著提升了信息筛选与意义建构的效率。更重要的是，随着图谱不断迭代更新，学习者逐渐形成元表征意识，能够自觉监控自身理解盲区，进而有针对性地补充文献证据，完成由外部引导向内生驱动的转变。

3.3 培养学生的批判性思维

在 PBL 讨论中，学生需直面生理适应与病理演变之间的灰色地带。针对“是否应干预高原初期过度通气”的争议，各组基于动脉血气分析结果展开论证，有的援引 West 经典理论强调肺泡低氧性收缩的保护价值，也有引用 2023 年 ATS 指南指出 $\text{pH} > 7.50$ 时脑血流减少的风险。此类多源证据的碰撞迫使学生超越简单因果推断，转而评估不同指标间的权重分配与优先级排序。而在修

订思维导图的过程中，批判性审视贯穿始终：一个典型表现是，多个小组主动删除初版中“延髓直接感知血氧”的错误节点，并补充中枢与外周化学感受器的功能分工依据。这种对既有认知模型的质疑与修正，体现出高阶思维的真实发生。教师观察发现，经过三轮案例训练后，学生在图谱中标注不确定性的比例上升 42%，反映出其对知识暂时性与条件性的深刻体认，这正是批判性思维成熟的重要标志。

4 结论

整合思维导图与 PBL 教学法的《呼吸系统生理学》课程设计具有创新性和可行性。通过思维导图梳理知识和 PBL 问题引导探究，能够有效促进学生的知识建构能力，提高学生的学习效果和综合素质。这种整合式教学方法为生理学课程教学提供了新的思路和方法，值得在医学教育领域进一步推广和应用。

参考文献

- [1] 贾冬威, 彭佩克, 卢文丽, 等. 思维导图应用于医学综合实验的教学设计 [J]. 中医药管理杂志, 2025, 33(18): 17-20.
- [2] 张金玉, 陈小妹, 杨沿浪, 等. PBL 结合思维导图教学法在肾内科住院医师规范化培训中的应用 [J]. 临床医学研究与实践, 2025, 10(27): 162-165.
- [3] 王娜, 杨绪盟, 赵海燕, 等. 思维导图结合 PBL、CBL 教学法在急诊科护理带教中的应用 [J]. 中国继续医学教育, 2025, 17(09): 92-96.
- [4] 高亚辉, 王静杰, 赵江涛, 等. 基于思维导图的 PBL 与 CBL 双轨教学法对神经内科护生的批判性思维能力及临床综合能力的影响 [J]. 黑龙江医药科学, 2025, 48(04): 60-62.
- [5] 黄靓, 杨毕君, 江瑾玥, 等. 思维导图联合 PBL 教学法在呼吸内科实习教学中的应用 [J]. 中国继续医学教育, 2025, 17(03): 51-56.
- [6] 贾海燕, 马竟, 李亚芹, 等. PBL 教学法联合思维导图在心内科临床实践教学中的应用 [J]. 中国继续医学教育, 2024, 16(23): 89-94.
- [7] 周玲玲. 呼吸系统生理学教学中 PBL 教学法的运用分析 [J]. 中外女性健康研究, 2020, (10): 171+193.

作者信息：吴军芳，女（1983.11-），汉族，籍贯陕西大荔，硕士，主治医师，研究方向：慢性阻塞性肺病的发病机制与防治。