·人才培养·

多模态资源联合阶梯式任务驱动的人机双模式在抗酸染色涂片标准化教学中的应用

龙姗姗，肖代雯，常凡，黄湘宁，喻华，刘鑫
四川省医学科学院·四川省人民医院（电子科技大学附属医院），临床医学检验中心，四川 成都 610072

摘要：目的　探讨多模态资源联合阶梯式任务驱动的“人工－仪器”双模式在抗酸染色标准化教学中的应用效果，提升实验教学质量与学生操作规范性。**方法**　选取医学检验技术专业的规培生、实习生共 82 名，采用随机对照教学研究，随机分为试验组（41 名）与对照组（41 名）。对照组采用传统教学模式，试验组采用多模态资源＋阶梯式任务驱动＋人工镜检＋仪器自动读片模式教学。比较两组理论成绩、标准化操作评分、镜检判读准确率、仪器操作熟练度、学习满意度。采用 SPSS 26.0 软件进行数据分析，$P<0.05$ 为差异有统计学意义。**结果**　与对照组相比，试验组的理论成绩[（88.56 ± 5.42）vs.（76.33 ± 6.18），$P<0.001$]、抗酸染色标准化操作总分[（92.15 ± 4.36）vs.（78.42 ± 7.59），$P<0.001$]、镜检判读准确率（94.72% vs. 79.56%，$P<0.001$）、仪器操作熟练度分[（90.34 ± 5.11）vs.（65.27 ± 9.82），$P<0.001$]以及学习满意度各维度评分（$P<0.001$）均显著高于对照组。**结论**　融合多模态资源与阶梯式任务驱动的“人工镜检＋仪器自动读片”双模式教学可显著提升学生抗酸染色理论水平、操作规范性、镜下识别能力与自动化设备应用能力，教学效果显著优于传统教学，贴合临床智慧检验发展需求，有效提升检验人才培养质量，助力结核病实验室诊断标准化，具有重要推广价值。

关键词：多模态资源；阶梯式任务驱动；双模式教学；抗酸染色；标准化操作
中图分类号：R446.5；G642.42　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1003-8507（2026）19-3643-06
DOI：10.20043/j.cnki.MPM.202604295

Application of multimodal resources combined with stepwise task-driven human-machine dual mode in standardized acid-fast staining teaching

LONG Shan-shan, XIAO Dai-wen, CHANG Fan, HUANG Xiang-ning, YU Hua, LIU Xin
Clinical Laboratory Center, Sichuan Academy of Medical Sciences & Sichuan Provincial People's Hospital (Affiliated Hospital of University of Electronic Science and Technology of China), Chengdu, Sichuan 610072, China

Abstract: Objective To evaluate the effect of a human-machine dual-mode teaching strategy integrating multimodal resources and stepwise task-driven learning in standardized training for acid-fast staining, and to improve laboratory teaching quality and students' procedural standardization. **Methods** A randomized controlled educational study was conducted among 82 medical laboratory technology trainees and interns. Participants were randomly assigned to the experimental group (n=41), which received a teaching model integrating multimodal resources, stepwise task-driven learning, manual microscopy, and automated image reading, or the control group (n=41), which received conventional teaching. Theoretical examination scores, standardized operational performance, microscopic interpretation accuracy, instrument operation proficiency, and learning satisfaction were compared between the two groups. Data were analyzed using SPSS 26.0, with $P<0.05$ considered statistically significant. **Results** Compared with the control group, the experimental group exhibited significantly higher theoretical scores (88.56±5.42 vs 76.33±6.18, $P<0.001$), total standardized operation scores (92.15±4.36 vs 78.42±7.59, $P<0.001$), microscopy interpretation accuracy (94.72% vs 79.56%, $P<0.001$), instrument operation proficiency (90.34±5.11 vs 65.27±9.82, $P<0.001$), and all subscales of learning satisfaction ($P<0.001$). **Conclusion** The human-machine dual-mode teaching model combining multimodal resources and stepwise task-driven learning significantly improves students' theoretical mastery, operational standardization, microscopic identification competence, and automated device application skills in acid-fast staining. This approach outperforms conventional teaching, aligns with the development of intelligent clinical laboratory medicine, enhances the quality of medical laboratory talent training, and facilitates the standardization of tuberculosis laboratory diagnosis. It is worthy of widespread implementation and promotion.

Keywords: Multimodal resources; Stepwise task-driven learning; Dual-mode teaching; Acid-fast staining; Standardized operation

作者简介：龙姗姗（1983—），女，本科，主管技师，研究方向：细菌耐药机制与耐药监测
通信作者：刘鑫，E-mail：zxkglx@126.com

结核病是严重危害人类健康的重大慢性传染病，快速、准确的实验室诊断是结核病防控的关键环节。抗酸染色作为分枝杆菌筛查最基础、最常用、最经济的技术，是临床微生物检验与公共卫生监测的“金标准”之一，其操作规范性与结果判读准确性直接影响感染性疾病诊疗效果与疫情防控效率[1]。

在医学检验技术专业人才培养体系中，抗酸染色实验是临床微生物检验课程的核心教学内容，承担着夯实学生形态学识别能力、规范操作技能、培养临床思维的重要任务[2]。然而，传统实验教学仍以“教师示教 – 学生模仿 – 课后报告”为主流模式，长期存在四大突出问题：（1）教学形式单一，可视化教学资源不足，涂片厚度、脱色时间、镜检标准等关键细节难以精准传递[3]；（2）重操作流程、轻结果判读，学生镜下识别能力薄弱，假阳性、假阴性、非特异性杂质误判率较高[4]；（3）教学内容与临床自动化、智能化读片严重脱节，学生对全自动读片仪、AI 辅助诊断系统缺乏认知[5]；（4）学生被动学习，缺乏任务驱动与临床情境训练，自主学习能力与岗位胜任力不足[6]。

近年来，随着医学教育改革与新医科建设的深入推进，微视频、翻转课堂、基于问题的学习（problem-based learning，PBL）、BOPPPS 教学模型（bridge-in，objectives，pre-assessment，participatory learning，post-assessment，summary，BOPPPS）、多模态教学、任务驱动教学等新型模式已广泛应用于医学实验教学改革[7-9]。多项研究证实，在革兰氏染色等基础微生物实验中，多模态资源可突破时空限制，阶梯式任务驱动能提升学习主动性，临床工作流程的融入可显著增强学生岗位胜任力[10-12]。但目前，将人工显微镜检与仪器自动读片深度融合，并嵌入多模态资源与阶梯式任务闯关的创新教学模式，尚未见系统报道。

本研究立足智慧检验发展与临床岗位需求，首次将多模态资源、阶梯式任务驱动、人工镜检与仪器自动读片四者融合，构建一体化双模式教学体系；以抗酸染色全流程标准化操作与结果判读为载体，实现“基础操作 – 人工识别 – 仪器分析 – 结果比对 – 临床审核”的递进式能力培养，系统评价其教学效果，为临床微生物检验技能教学提供新模式、新方法、新证据。

1　对象与方法

1.1　研究对象　选取四川省人民医院临床医学检验中心医学检验技术专业规培生、实习生共 82 名开展分层随机对照教学研究。

（1）分层因素：以年龄（≤20 岁 /＞20 岁）、前期基础课成绩（≤80 分 /＞80 分）双维度分层，将全部受试者划分为 4 个亚层。

（2）随机序列生成：由未参与教学、考核的第三方教学管理员使用 SPSS 26.0 内置随机数字生成器生成分层随机数字序列。

（3）分配隐藏方案：采用密封不透光信封法实施分配隐藏，信封外仅标注受试者编号，内部封存分组方案，教学、评分人员全程无法提前获知分组结果。

（4）分组执行人员：随机序列生成、信封分装、受试者入组分配均由独立教学管理专员完成，授课教师、考核评分人员不参与分组流程。

分层随机完成后，试验组、对照组各 41 人，分别实施新型双模式教学、传统教学。

纳入标准：已完成医学检验课程；自愿参与；全程完成教学与考核。排除标准：缺席教学≥1 次；未完成考核及评价资料。

1.2　教学方法　试验组和对照组由同一位老师授课，两组教学内容相同。

1.2.1　对照组（传统教学模式）　该组授课教师、教学学时、考核标本库、标准化操作评分细则、理论试卷、镜检判读考核片、满意度问卷均与试验组完全统一，仅采用传统线下教学流程：统一讲授抗酸染色原理、操作步骤、镜检判读要点并现场实物示范；学生分组独立完成涂片、染色、人工镜检操作；教学配套资源仅发放纸质教材、静态黑白显微图谱，无线上多模态预习资源、无阶梯闯关考核、无全自动读片仪训练；实验结束提交纸质实验报告，所有考核使用与试验组完全相同的统一评分标准、统一标本库开展评价。

1.2.2　试验组（多模态资源 + 阶梯式任务驱动 + 双模式教学）　以“预习铺垫 – 技能训练 – 阶梯考核 – 全程评价”为核心，整合多模态资源、阶梯式任务驱动与双模式训练，具体实施如下：

（1）多模态资源库建设与课前预习：资源开发严格遵循《分枝杆菌感染实验室诊断标准》（WS/T 883—2026）《结核病实验室检验规程》，构建包含标准化操作视频、典型显微图像、易错点解析、自动化设备原理动画、临床案例及在线试题在内的多模态资源库[13-14]。配套线上教学平台为超星学习通，全部资源量化。① 标准化操作微视频共 12 条，单条时长 2 ~ 5 min，总教学视频时长 42 min；完整覆盖标本制备、染色脱色、镜检、仪器操作全流程；② 典型显微图像库共 100 张，包含阳性、弱阳性、阴性、杂质干扰涂片；③ 标准化易错点解析条目共 20 条，涵盖涂片厚薄、脱色时长、镜检视野选择、仪器参数设置、结果误判等高频错误；④ 全自动读片仪操作动画 3 段，总时长 15 min；⑤ 线上预习测评题型包含单选、多选、案例分析题，每套试卷 20 题，满分 100 分。课前 3 d 通过超星学习通推送

全部资源，学生自主观看学习并完成线上预习测评，系统自动记录视频完成进度、测评得分，作为过程性评价依据。

（2）“人工镜检 + 仪器自动读片”双模式训练（课中核心训练），以人机协同判读为核心开展技能训练：①学生完成涂片染色后进行人工镜检并记录结果；②操作全自动读片仪完成标本扫描与 AI 初筛；③对比人工与仪器判读结果，分析差异并撰写审核报告；④教师针对问题集中点评，纠正不规范操作，强化临床思维与标准化流程。

双模式训练规定人工镜检统一使用油镜 ×100 放大倍数观察；全自动分枝杆菌读片仪统一扫描参数：扫描分辨率 0.22 μm，每张涂片扫描 300 个标准视野；人机判读差异界定标准：人工与仪器阳性 / 阴性结果判定不一致、阳性分枝杆菌计数等级相差 2 级及以上，定义为判读差异，需人工复核并记录误差原因。

镜检判读用于考核的标本库共有 100 张涂片，其中阴性涂片 50 张、弱阳性涂片 20 张、阳性涂片 30 张；终末考核随机抽取 10 张 / 人，阴性、阳性、弱阳性比例与总标本库保持一致，两组受试者使用完全相同批次、相同配比考核涂片，控制标本难度混杂因素。

镜检判读准确率判定与计算。单张涂片判读标准：以整张涂片最终阴 / 阳定性结果作为判定依据，整张涂片定性结果与标本金标准不符即判定该张涂片判读错误；仅单视野漏检少量杆菌、但整体定性结论正确，不计入错误样本。镜检判读准确率 =（判读正确涂片总数 ÷ 考核涂片总张数）× 100%。

阶梯式任务驱动（四阶闯关考核）：在双模式训练完成后，采用阶梯式闯关考核检验训练效果，实现从基础到综合能力的逐步提升[15]。阶梯 1 即抗酸染色标准化操作，阶梯 2 为人工显微镜检识别，阶梯 3 为仪器自动读片，阶梯 4 为人机结果综合审核，四级阶梯满分均为 100 分。

（3）闯关考核统一采用百分制标准化评分表，具体规则：每一关达标合格线设定为 80 分；操作缺项每项扣 5 ~ 10 分，操作不规范每项扣 2 ~ 5 分，结果判读错误单次扣 10 分，报告书写缺陷每项扣 3 分；首次考核低于 80 分判定闯关失败，允许 2 次补考闯关，补考最高得分限定 80 分；3 次仍未达标需教师一对一专项辅导后重新考核；所有关卡由经统一培训的盲态评分老师依据同一套评分表打分，全程录像留存操作过程便于复核。

（4）形成性评价（全程跟踪评价）：构建“过程性评价 + 终末考核”一体化综合评价体系，综合满分 100 分，各模块权重明确：①课前线上预习（视频完成率 + 预习测评）占 20%；②四阶阶梯闯关平均得分占 40%；③终末理论 + 操作考核占 40%。所有过程数据自动留存于超星学习通平台，按照固定权重折算计入学生综合评价总分。评价指标包含：课前视频完整完成率、线上预习测评成绩、课中人机训练参与时长、四阶闯关每轮得分、操作录像复盘整改情况、人机差异分析报告规范性。全部过程指标可追溯、量化计分，形成教学反馈闭环[16]。

1.3　观察指标　理论考核成绩（100 分）、抗酸染色标准化操作评分（100 分）、镜检判读准确率（%）、仪器操作熟练度（100 分）、过程性综合评价得分（满分 100 分）、学习满意度问卷（Likert 5 级评分）。

1.4　盲法实施方案　由于两组教学模式存在明显差异，学生可主观感知自身所处教学组别，完全单盲无法实现，因此采用单盲（评价者盲法）设计，仅对考核评分人员设盲，同时强化全流程质控，降低偏倚。（1）授课与考核分离：统一安排专职带教老师开展教学，考核评分教师均不参与两组教学工作，全程不清楚学员分组情况，实行独立盲评；（2）学员匿名考核：考核时隐去学员姓名、组别等身份信息，仅使用统一编号，评分教师仅依据编号打分；（3）场地与时段隔离：两组分时段、分独立场地开展教学与考核，禁止组间交流教学内容；（4）资源管控：多模态教学资源、任务题库加密发放，课后统一回收，严禁拍照、外传及跨组共享；（5）全部考核数据录入、统计分析由独立统计人员完成，统计结束后统一拆封分组信封完成破盲。

1.5　统计学方法　采用 SPSS 26.0 软件，计量资料以（$\bar{x} \pm s$）表示，组间比较采用独立样本 t 检验；计数资料以率（%）表示，组间比较采用 χ^2 检验。以 α=0.05 为检验水准。

2　结　果

2.1　两组基线资料比较　两组年龄、基础课成绩、实验基础水平比较，差异无统计学意义（P>0.05），具有可比性。见表 1。

表 1　两组基线资料比较［（$\bar{x} \pm s$），例 / 样本量 (%)］

Table 1　Comparison of baseline characteristics between the two groups［（$\bar{x} \pm s$），n(%)］

指标	试验组	对照组	t/χ^2 值	P 值
样本量	41	41	—	—
平均年龄（岁）	20.12 ± 1.03	20.34 ± 1.15	0.782	0.436
前期基础课成绩（分）	79.45 ± 5.22	78.68 ± 5.71	0.591	0.556
实验基础良好	21/41(51.2)	19/41(46.3)	0.198	0.656

2.2　两组理论考试成绩　试验组理论考核成绩为(88.56 ± 5.42),显著高于对照组的(76.33 ± 6.18),差异有统计学意义(t=9.53,P<0.001)。

2.3　两组抗酸染色标准化操作评分比较　试验组各项分数及总分数均显著高于对照组,差异有统计学意义(P<0.001),见表 2。

表 2　两组操作评分比较($\bar{x} \pm s$)

Table 2　Comparison of operational skills scores between the two groups ($\bar{x} \pm s$)

项目	试验组	对照组	t 值	P 值
涂片制备	18.56 ± 1.02	14.32 ± 2.11	10.857	<0.001
染色与脱色	27.34 ± 1.85	21.45 ± 3.22	9.562	<0.001
镜检操作	23.11 ± 1.56	18.67 ± 2.89	8.335	<0.001
结果记录与报告	13.14 ± 1.22	10.98 ± 1.76	6.210	<0.001
总分	92.15 ± 4.36	78.42 ± 7.59	10.112	<0.001

2.4　两组镜检判读准确率比较　使用 10 张教学用片开展判读考核，试验组镜检判读准确率为 94.72%(388/410)，显著高于对照组的 79.56%(326/410),差异有统计学意义(χ^2=21.56,P<0.001)。

2.5　两组仪器操作熟练度比较　试验组仪器操作熟练度得分为 (90.34 ± 5.11)，显著高于对照组的(65.27 ± 9.82)，差异有统计学意义 (t=13.89,P<0.001)。

2.6　两组过程性评价相关指标比较　两组课前预习完成情况、过程综合得分见表 3。对照组无标准化阶梯闯关训练,无分阶段闯关得分数据;试验组四阶闯关得分随考核层级整体呈上升趋势。试验组课前测评完成率、综合过程评价得分均显著高于对照组,差异有统计学意义(P<0.001)。

表 3　两组过程性评价相关指标比较[n(%),($\bar{x} \pm s$)]

Table 3　Comparison of formative assessment indicators between the two groups [n(%), ($\bar{x} \pm s$)]

指标	试验组	对照组	t/χ^2 值	P 值
课前线上测评完整完成率	41(100.00)	23(56.10)	21.33	<0.001
阶梯 1 操作关得分	89.63 ± 4.71	—	—	—
阶梯 2 人工镜检关得分	87.25 ± 5.03	—	—	—
阶梯 3 仪器操作关得分	88.17 ± 4.66	—	—	—
阶梯 4 综合审核关得分	91.04 ± 3.92	—	—	—
综合过程评价总分	89.72 ± 4.15	70.26 ± 6.83	15.02	<0.001

注:“—”表示未进行该项评价打分。

2.6　两组学习满意度比较　试验组各维度满意度评分均显著高于对照组，差异有统计学意义 (P<0.001),见表 4。

表 4　两组学习满意度比较($\bar{x} \pm s$)

Table 4　Comparison of learning satisfaction between the two groups ($\bar{x} \pm s$)

维度	试验组	对照组	t 值	P 值
学习兴趣	4.62 ± 0.31	3.57 ± 0.52	10.76	<0.001
自主学习能力	4.58 ± 0.33	3.42 ± 0.55	11.22	<0.001
教学实用性	4.67 ± 0.28	3.38 ± 0.59	12.65	<0.001
临床对接度	4.71 ± 0.25	3.26 ± 0.61	13.91	<0.001
总体满意度	4.65 ± 0.29	3.41 ± 0.54	12.33	<0.001

3　讨　论

本研究构建并实践了融合多模态资源与阶梯式任务驱动的“人工镜检 + 仪器自动读片” 双模式教学体系,结果显示,新模式在理论成绩、标准化操作、镜检判读准确率、仪器操作熟练度及学习满意度等方面均显著优于传统教学(P<0.001),为抗酸染色标准化

教学提供了可推广的创新范式。

3.1　双模式教学契合新医科教育转型，实现教学理念升级　在新医科建设与医学教育高质量发展背景下，实验教学已从传统的“知识传授型”向能力导向、临床适配、智慧融合转型，新时代医学检验教育更强调实践能力、临床思维与智能化技术应用[17]，要求学生兼具规范操作、形态判读、仪器应用与结果审核能力[18]。传统教学以教师示范、学生模仿为主，存在资源单一、可视化不足、人工与智能脱节、学生被动学习等问题[7,9]，难以满足临床智慧检验岗位需求。本研究以学生为中心、以能力为主线、以临床为导向，将多模态资源、阶梯任务与双模式训练深度整合，实现从“知识传授”向“能力培养”转变，从“单一技能训练”向“人机协同一体化培养”转变，契合 OBE、情境学习与深度学习理念[10,12]，有效提升教学针对性与实效性。

3.2　多模态资源破解教学痛点，提升操作标准化与同质化　抗酸染色操作细节多、主观性强，传统示范难以保证信息传递精准统一，易导致操作异质性高、判读误差大[3-4]。研究证实，标准化视频与可视化教学可提升学生操作成功率与规范性[10-11]。本研究构建的标准化操作视频、典型图像库、易错解析、仪器原理动画等多模态资源，将抽象步骤可视化、关键细节清晰化、错误案例典型化，使学生可课前预习、课中对照、课后复盘，有效降低教师示范差异与学生操作偏差。结果显示，试验组各操作分项评分显著更高（$P<0.001$），表明多模态资源可实现教学传递精准化、规范化，为大规模实验教学质量稳定提供支撑[13-14]。

3.3　阶梯式任务驱动构建递进式培养路径，提升自主学习能力　传统教学流程碎片化、目标模糊，学生易机械模仿、缺乏探究意识。本研究将抗酸染色全流程拆解为四阶闯关任务，任务逐级解锁、即时反馈、达标过关，符合认知递进规律[15]，显著提升学习主动性与目标感。试验组学生自主学习能力维度评分更高（$P<0.001$），表明阶梯式任务可有效激发内在动机，推动从“被动完成”向“主动探究”转变，与 PBL 教学、翻转课堂所强调的自主学习与协作学习目标高度一致[7-8]。

3.4　“人工镜检 + 仪器自动读片”双模式训练填补教学与临床脱节短板，提升岗位胜任力　目前，临床普遍采用仪器初筛 + 人工复核的智慧检验流程[5]，但传统教学仍以纯手工镜检为主，学生入职后适应周期长。本研究创新构建临床实景化人机双模式训练：以人工判读夯实形态学核心能力，以仪器操作对接临床智慧检验新设备，通过人机结果比对、差异分析与报告审核，强化学生质量控制意识与规范出具检验报告的职业素养。该模式完全贴合临床真实工作流程，既避免学生过度依赖仪器导致基础技能弱化，又补齐自动化设备应用与临床思维短板。结果显示，试验组镜检判读准确率与仪器操作熟练度均显著更高（$P<0.001$），实现教学与临床岗位无缝衔接，大幅缩短学生从校园到实验室的适应周期，提升就业竞争力与岗位胜任力[18-19]。

3.5　多元化形成性评价实现全过程监测，推动教学质量闭环提升　本研究构建过程性 + 技能 + 结果 + 满意度的多元化评价模式[16]，涵盖视频完成率、课前测评、训练参与度、阶梯闯关、操作复盘、报告规范、误差分析等指标，改变传统重结果、轻过程的评价弊端。评价数据可监测、可追溯、可持续改进，实现“教学 – 练习 – 考核 – 反馈 – 优化”PDCA 闭环[20]，全面反映学习成效，为教学改革提供量化依据，符合现代医学教育评价改革方向。

3.6　研究的局限性与展望　本研究为单中心、有限样本教学实践，存在一定局限：研究中心单一、样本量有限；部分院校缺乏自动化读片设备；未开展长期随访，无法评价教学效果持续性。未来可推进多中心大样本研究，开发虚拟仿真模块降低设备门槛，建立校院协同授课机制，融入生物安全、思政教育与质量控制内容，并将模式拓展至革兰染色、真菌镜检、免疫荧光等形态学实验，形成标准化、可复制、可推广的教学体系。

融合多模态资源与阶梯式任务驱动的“人工镜检 + 仪器自动读片”双模式教学，可显著提高学生抗酸染色理论水平、标准化操作能力、镜下判读准确率及自动化设备应用能力，学习满意度更高，符合新时代医学检验人才培养需求，值得在全国院校及临床教学基地推广应用。

利益冲突声明　本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] 中华医学会结核病学分会. 重症肺结核诊断和治疗专家共识[J]. 中华结核和呼吸杂志，2025，48(12)：1127-1143.
Tuberculosis Branch of the Chinese Medical Association. Expert consensus on the diagnosis and treatment of severe pulmonary tuberculosis[J]. Chinese Journal of Tuberculosis and Respiratory Diseases, 2025, 48(12): 1127-1143.(In Chinese)

[2] 王辉，倪语星，王明贵. 临床微生物学检验技术[M]. 北京：人民卫生出版社，2020.
Wang H, Ni YX, Wang MG. Clinical microbiology testing technology [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2020.(In Chinese)

[3] 胡勇，侯建勇，唐文凤. 革兰氏染色实验教学探讨[J]. 实验室科学，2014，17(6)：120-122.
Hu Y, Hou JY, Tang WF. Exploration on experimental teaching of Gram staining[J]. Laboratory Science, 2014, 17(6): 120-122.(In Chinese)

[4] 李姝璇，张小莉，梅雪，等. BOPPPS 模式在革兰氏染色实验教

学中的应用[J]. 光明中医,2023,38(10):1990-1993.
Li SX, Zhang XL, Mei X, et al. Application of BOPPPS model in experimental teaching of Gram staining[J]. Guangming Journal of Chinese Medicine, 2023, 38(10): 1990-1993.(In Chinese)

[5] 周贵霞,李俐,黄海辉. 全自动分枝杆菌涂片读片系统的临床应用评价[J]. 中华检验医学杂志,2021,44(3):266-269.
Zhou GX, Li L, Huang HH. Clinical application evaluation of automated mycobacteria smear reading system [J]. Chinese Journal of Laboratory Medicine, 2021, 44(3): 266-269.(In Chinese)

[6] 林超,崔广懿. 微视频 + 翻转课堂 +PBL" 探索细菌革兰氏染色实验教学[J]. 基础医学教育,2026,28(3):233-238.
Lin C, Cui GY. Exploration of "micro-video + flipped classroom + PBL" in experimental teaching of bacterial Gram staining [J]. Basic Medical Education, 2026, 28(3): 233-238.(In Chinese)

[7] 刘莎,朱俊萍,潘晋,等. 新医科背景下翻转课堂在病原生物学与免疫学实验教学中的应用[J]. 基础医学教育,2025,27(4):314-317.
Liu S, Zhu JP, Pan J, et al. Application of flipped classroom in experimental teaching of pathogenic biology and immunology under the context of New Medical Education [J]. Basic Medical Education, 2025, 27(4): 314-317.(In Chinese)

[8] 张国荣,徐慧颖,孙聪. 基础医学整合 PBL 课程考核评估体系的构建与实践[J]. 基础医学教育,2024,26(2):128-132.
Zhang GR, Xu HY, Sun C. Construction and practice of assessment and evaluation system for integrated PBL course in basic medicine[J]. Basic Medical Education, 2024, 26(2): 128-132.(In Chinese)

[9] 陈香宇,孙冰华. 翻转课堂 +PBL" 联合转化医学教学模式在消化内科实习生培养中的应用与评价[J]. 胃肠病学和肝病学杂志,2025,34(7):1053-1056.
Chen XY, Sun BH. Application and evaluation of "flipped classroom + PBL" combined with translational medicine teaching model in the training of gastroenterology interns [J]. Chinese Journal of Gastroenterology and Hepatology, 2025, 34(7): 1053-1056.(In Chinese)

[10] 王燕,唐小梅,吴瑗,等. 医学微生物学思政微视频的创作和教学改革探索[J]. 基础医学教育,2025,27(11):1079-1084.
Wang Y, Tang XM, Wu Y, et al. Exploration on the creation of micro-videos for ideological and political education in the course of medical microbiology [J]. Basic Medical Education, 2025, 27(11): 1079-1084.(In Chinese)

[11] 唐双阳,李乐,李忠玉,等. CBL+TBL 双轨制医学微生物学实验教学理念研究[J]. 基础医学教育,2016,18(11):905-907.
Tang SY, Li L, Li ZY, et al. Research on CBL + TBL dual-track teaching concept in medical microbiology experimental teaching[J]. Basic Medical Education, 2016, 18(11): 905-907.(In Chinese)

[12] 吴萌,崔潇婷,洪伟鸣,等. 基于雨课堂的细菌的革兰氏染色信息化教学设计[J]. 产业与科技论坛,2022,21(18):184-185.
Wu M, Cui XT, Hong WM, et al. Information-based teaching design of bacterial Gram staining based on Rain Classroom [J]. Industry and Technology Forum, 2022, 21(18): 184-185.(In Chinese)

[13] 王朋. 人工智能环境下教育短视频在信息素养课程中的应用路径[J]. 传播与版权,2025,(15):92-95.
Wang P. Application path of educational short videos in information literacy courses under the environment of artificial intelligence [J]. Dissemination and Copyright, 2025, (15): 92-95.(In Chinese)

[14] 黎欢,袁桂云,敬小波,等. 对革兰氏染色三步法的教学研究[J]. 中学生物教学,2021,(18):44-45.
Li H, Yuan GY, Jing XB, et al. Teaching research on the three-step method of Gram staining [J]. Biology Teaching in Secondary Schools, 2021, (18): 44-45.(In Chinese)

[15] 张晓玲. 基于 OBE 理念的高职院校课程持续改进机制研究[J]. 山西教育,2025,(21):66-67.
Zhang XL. Research on the continuous improvement mechanism of higher vocational college curricula based on OBE concept[J]. Shanxi Education, 2025, (21): 66-67.(In Chinese)

[16] 王程,陈雪,张巍,等. 智慧教育视域下基础医学 CBL 联合 PBL 课程形成性评价体系构建与应用[J]. 中国教育技术装备,2024,(22):12-14, 18.
Wang C, Chen X, Zhang W, et al. Construction and application of formative evaluation system for CBL combined with PBL course in basic medicine from the perspective of smart education[J]. China Educational Technology & Equipment, 2024, (22): 12-14, 18.(In Chinese)

[17] 张杰,王微,王靖,等. 新医科背景下地方医学院校医学检验技术专业建设实践[J]. 卫生职业教育,2025,43(22):41-44.
Zhang J, Wang W, Wang J, et al. Construction and practice of medical laboratory technology major in local medical colleges under the background of new medicine[J]. Health Vocational Education, 2025, 43(22): 41-44.(In Chinese)

[18] 中国医师协会检验医师分会. 医学检验技术专业临床教学指南[M]. 北京:人民卫生出版社,2023.
Laboratory Medicine Branch of the Chinese Medical Doctor Association. Clinical teaching guidelines for medical laboratory technology [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2023.(In Chinese)

[19] 余永莉,王丽君,刘波,等. 基于新发展理念基础医学综合性设计性实验教学模式探索[J]. 基础医学教育,2025,27(1):62-65.
Yu YL, Wang LJ, Liu B, et al. Exploration on a teaching model of comprehensive and design experiments of basic medicine based on New Development Philosophy[J]. Basic Medical Education, 2025, 27(1): 62-65.(In Chinese)

[20] 钱云英,姚建新,蒋捷,等. 基于 PDCA 循环的附属医院临床教学质量持续改进模式的构建与应用研究[J]. 延边大学学报(自然科学版),2025,51(1):158-161.
Qian YY, Yao JX, Jiang J, et al. Construction and application of a continuous improvement model for clinical teaching quality in affiliated hospitals based on the PDCA cycle[J]. Journal of Yanbian University(Natural Science), 2025, 51(1): 158-161.(In Chinese)

收稿日期:2026-04-21