·住院医师规范化培训·

基于转化式学习理念联合Simbionix模拟系统在心脏超声模拟教学中的应用研究

朱琳　尤唱
南京大学医学院附属鼓楼医院教育处，南京 210008
通信作者：尤唱，Email：glyyyc@163.com

【摘要】 **目的**　探讨基于转化式学习理念联合Simbionix模拟系统教学在心脏超声模拟教学中的应用效果。**方法**　选取2024年1月至12月于南京大学医学院附属鼓楼医院参加超声医学培训的112名学员为研究对象。按参训时间顺序分为对照组（n=56）与试验组（n=56）。对照组采用以教师为中心的传统教学；试验组实施基于转化式学习理念联合Simbionix模拟系统的教学。培训结束后，比较2组学员的理论考核成绩、实训考核成绩、学习倦怠情况及批判性思维倾向。应用SPSS 27.0进行两独立样本 t 检验和卡方检验。**结果**　试验组学员的实训考核总分为127.69 ± 6.18，高于对照组的105.04 ± 5.66，且在设备与探头操作、标准切面获取与优化、测量与计算准确性、疾病识别与诊断推理、临床沟通与团队协作5个维度上成绩均优于对照组。在理论考核中，试验组总分（90.26 ± 5.12）高于对照组（80.81 ± 5.37），其优势主要体现在测量与计算、疾病诊断与影像解读及临床思维与决策维度（均P<0.001），而在基础理论与解剖与切面识别维度上，2组差异无统计学意义（均P>0.05）。此外，试验组学员的学习倦怠核心维度（情绪低落、成就感低、行为不当）合计分（18.91 ± 3.14）低于对照组（22.20 ± 3.18），且在支持感知维度上亦表现更佳（P<0.001）。在批判性思维方面，试验组总分（302.93 ± 13.85）高于对照组（275.60 ± 12.09），在分析能力、开放思想、认知成熟度、批判性思维自信心、求知欲5个维度上提升显著，但在寻找真相与系统化能力维度上，2组差异无统计学意义。**结论**　基于转化式学习理念联合Simbionix模拟系统教学能有效提升心脏超声学员的实践操作能力、临床思维能力与批判性思维水平，同时降低学习倦怠感，教学效果优于传统教学，具有较好的应用价值。

【关键词】 转化式学习理念；　Simbionix模拟系统；　心脏超声模拟教学；　应用效果
【中图分类号】 R-05
基金项目：中华医学会医学教育分会和全国医学教育发展中心2023年度医学教育研究课题项目（2023B165）
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20250522-02259

Application of transformative learning theory combined with the Simbionix simulation system in cardiac ultrasound simulation teaching

Zhu Lin, You Chang
Department of Education, Nanjing Drum Tower Hospital, The Affiliated Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing 210008, China
Corresponding author: You Chang, Email: glyyyc@163.com

【**Abstract**】 **Objective**　To investigate the application effects of a teaching method based on transformative learning theory combined with the Simbionix simulation system in cardiac ultrasound simulation training. **Methods**　A total of 112 trainees who participated in ultrasound medicine training at Nanjing Drum Tower Hospital, The Affiliated Hospital of Nanjing University Medical School, from January to December 2024 were selected as the study subjects. They were divided into a control group (n=56) and an experimental group (n=56) according to the order of training participation. The control group received traditional teacher-centered instruction, while the experimental group received the teaching method based on transformative learning theory combined with the Simbionix simulation system. After the training, the theoretical assessment scores, practical assessment scores, learning burnout status, and critical thinking

tendencies of the two groups were compared. Independent samples *t*-tests and chi-square tests were conducted using SPSS 27.0. **Results** The total practical assessment score of the experimental group (127.69 ± 6.18) was higher than that of the control group (105.04 ± 5.66). The experimental group outperformed the control group in all five dimensions, i.e., equipment and probe operation, standard plane acquisition and optimization, measurement and calculation accuracy, disease identification and diagnostic reasoning, and clinical communication and teamwork. In the theoretical assessment, the total score of the experimental group (90.26 ± 5.12) was higher than that of the control group (80.81 ± 5.37), with significant advantages observed in the dimensions of measurement and calculation, disease diagnosis and imaging interpretation, and clinical thinking and decision-making (all $P<0.001$). However, no statistically significant differences were observed between the two groups in the dimensions of basic theory and anatomy and plane recognition (all $P>0.05$). Additionally, the total score of the experimental group (18.91 ± 3.14) for the core dimensions of learning burnout (depression, low sense of achievement, and inappropriate behavior) was lower than that of the control group (22.20 ± 3.18), and the experimental group performed better in the perceived support dimension ($P<0.001$). In terms of critical thinking, the total score of the experimental group (302.93 ± 13.85) was higher than that of the control group (275.60 ± 12.09), with significant improvements in the five dimensions of analytical ability, open-mindedness, cognitive maturity, confidence in critical thinking, and curiosity. However, no statistically significant differences were observed between the two groups in the dimensions of truth-seeking and systematic ability. **Conclusions** The teaching method based on transformative learning theory combined with the Simbionix simulation system can effectively enhance the practical operation skills, clinical thinking abilities, and critical thinking levels of cardiac ultrasound trainees while reducing learning burnout. This approach demonstrates superior teaching effectiveness compared to traditional methods and holds significant application value.

【Key words】 Transformative learning theory; Simbionix simulation system; Cardiac ultrasound simulation teaching; Application effect

Fund program: 2023 Medical Education Research Project of the Chinese Medical Association Medical Education Branch and the National Center for Health Professions Education Development (2023B165)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20250522-02259

心脏超声（超声心动图）是心血管疾病诊断的重要手段，在现代医学中具有不可替代的作用，其操作准确性直接影响临床诊疗的决策质量[1]。心脏超声技术复杂性强、实践要求高，需经过反复训练方可熟练掌握[2]。然而，传统教学通常以教师为中心，多采用图文、视频等二维辅助手段，缺乏立体化、动态化的直观展示；同时，临床实践机会有限，学员难以在真实患者身上积累操作经验。此外，“师徒制”传授虽有一定成效，但往往依赖个人经验，缺乏系统化、标准化的培训体系，教学效果参差不齐。

近年来，以虚拟现实、高仿真模拟器为代表的医学模拟技术逐步应用于临床技能培训，为突破教学资源与安全限制提供了新路径。Simbionix 模拟系统作为高仿真医学模拟平台之一，能够构建贴近真实的心脏超声检查场景，为学员提供可重复、无风险的操作训练环境[3-4]。转化式学习理论由美国教育学者杰克·梅兹罗（Jack Mezirow）等人提出，强调通过批判性反思、情境体验与认知重构，促进学习者实现深层次的知识转化与能力提升[5]。世界卫生组织也多次倡导在医疗卫生人员培训中融入转化式学习理念，以增强教学实效性与岗位胜任力[6]。

为此，本研究旨在探讨转化式学习理念联合 Simbionix 模拟系统在心脏超声技能培训中的应用效果，以构建更为科学、高效、可推广的培训模式，为心脏超声教学的标准化与优化提供参考。

1　对象与方法

1.1　研究对象

选取 2024 年 1 月至 12 月期间于南京大学医学院附属鼓楼医院参加超声医学培训项目的学员共 112 名作为研究对象。按照参训时间顺序，将其分为对照组与试验组，每组各 56 名。其中对照组为 2024 年 1 月至 6 月期间参训学员；试验组为 2024 年 7 月至 12 月期间参训学员。

纳入标准：具有全日制临床医学或医学影像学专业本科及以上学历；已取得执业医师资格证书并完成住院医师规范化培训；自愿参与本研究，签署知情同意书。排除标准：拒绝参与本研究者；学习态度不端正、不配合教学安排者；因个人原因中途

退出培训者。研究对象基本情况见表1。

1.2　教学方法

1.2.1　教学案例设计

本研究为2组学员设计了完全相同的系列培训案例(表2)。案例设计遵循心脏超声教学大纲,覆盖从基础操作到综合应用的递进式学习目标,确保2组学员接受的知识与技能训练在广度和深度上保持一致。

1.2.2　对照组教学

采用以教师为中心的传统教学,总学时为20学时(每学时2 h),其中理论授课10学时,临床操作演示10学时。教学严格遵循既定的统一培训案例列表展开。具体教学实施包括3个层面:①多媒体理论授课。教师围绕6个核心教学案例,通过PPT系统讲授相关理论知识。内容涵盖超声物理原理、心脏解剖、标准切面定位、疾病超声表现与诊断要点等。课件辅以静态示意图、流程图及文字说明,旨在帮助学员建立系统的理论认知框架。②视频辅助操作示范。针对每个案例,播放预先录制的标准化心脏超声操作视频。视频完整展示从探头选择、参数设置、图像采集存储到测量分析的规范流程,并配有重点解说。视频内容覆盖常见病、多发病的典型超声特征及部分疑难鉴别点,以增强学员对操作情景的直观认识。③课堂互动与答疑。在每个教学单元(或案例讲解)结束后,设置2~3 min集中提问时间。鼓励学员就理论难点或视频内容提出疑问,教师进行现场解答,并可引导简要讨论,以促进知识理解与巩固。

1.2.3　试验组教学

试验组采用转化式学习理念联合Simbionix模拟系统进行教学,总学时相同,其中理论引导与系统介绍4学时,Simbionix模拟训练16学时。教学实施以学员为中心、问题为导向、模拟为平台、反思为主线,具体组织如下:①需求分析与情境导入。培训前通过问卷调研学员学习背景与需求,并基于统一案例设计具有挑战性的临床问题,引导学员明确学习目标,激发探索动机。②小组协作与模拟训练。学员按每组4人分组。教师围绕各案例设定具体临床场景,指导学员在Simbionix高仿真模拟系统中进行分阶段训练(表3、表4)。系统提供实时三维解剖可视化、动态病理参数调节、操作即时反馈及并发症模拟等功能,支持学员在安全、可重复的环

表1　2组研究对象一般资料比较(n=56)

项目	对照组	试验组	χ^2/t值	P值
性别[例(%)]			0.90	0.343
男	28(50.00)	23(41.07)		
女	28(50.00)	33(58.93)		
年龄(岁,$\bar{x}\pm s$)	25.35 ± 1.07	25.01 ± 1.25	1.55	0.125
临床工作年限(年,$\bar{x}\pm s$)	2.10 ± 0.80	2.30 ± 0.90	−1.23	0.220
学历[例(%)]			1.13	0.570
本科	45(80.36)	42(75.00)		
硕士及以上	11(19.64)	14(25.00)		
既往超声培训经历[有,例(%)]	12(21.43)	15(26.79)	0.46	0.500
培训前专业知识考核(分,$\bar{x}\pm s$)	76.79 ± 10.82	79.48 ± 10.57	−1.33	0.186

表2　心脏超声模拟教学统一培训案例

案例名称	核心教学目标	涉及的主要知识点与技能
标准心脏切面获取与基础测量	掌握心脏超声标准切面的定位、获取与图像优化;学会基础心腔测量	胸骨旁长轴/短轴切面、心尖四腔心/五腔心切面;左室内径、室壁厚度、左室射血分数(left ventricular ejection fraction,LVEF)测量
心脏瓣膜形态与功能评估	识别正常与异常瓣膜形态;掌握瓣膜狭窄与反流的定性及半定量评估	二尖瓣、主动脉瓣、三尖瓣的形态观察;多普勒频谱获取与测量;反流束面积/长度测量
左心室收缩与舒张功能评估	掌握左心室整体与局部收缩功能的评估方法;理解舒张功能不全的超声评估流程	二维Simpson法测LVEF;组织多普勒成像(tissue doppler imaging,TDI);E/e'比值等舒张功能指标
心包积液与心包填塞的超声评估	识别心包积液并定量;掌握心包填塞的超声特征与紧急评估要点	心包积液定位与定量(无回声区测量);右室舒张期塌陷、下腔静脉固定扩张等填塞征象识别
肥厚型心肌病(hypertrophic cardiomyopathy, HCM)的精准评估与决策模拟	全面掌握HCM的超声评估要点;理解左室流出道梗阻的动态评估;模拟治疗(消融)决策过程	室间隔肥厚分型与测量;静息及Valsalva动作下左室流出道压差评估;二尖瓣SAM征识别;消融靶点规划模拟
急性胸痛的快速心脏超声鉴别	培养在急症场景下的快速超声扫查与鉴别诊断思维	快速排除心包填塞、急性右心负荷过重(提示肺栓塞)、严重左室功能不全、主动脉根部增宽等危急情况

境中开展自主探索与技能内化。③多维度反思与批判性对话。每个案例模拟操作后，组织结构化小组讨论会。学员在教师引导下，结合系统记录的操作轨迹与表现数据，对个人及团队的操作决策、思维过程进行批判性反思，识别认知偏差与习惯性错误，提升认知。④知识整合与临床迁移。在完成基础与进阶案例训练后，重点开展如肥厚型心肌病精准评估与消融决策等复杂情境的模拟。学员需综合运用所学，在模拟系统中完成从评估、决策到风险预测的全流程训练，并输出结构化报告或决策方案，促进知识向临床胜任力的有效转化。

1.3　质量控制

为确保研究过程的规范性与可比性，本研究实施以下质量控制措施：①学时与内容统一：2组总培训课时均为20学时（每学时2 h）。2组教学内容均严格遵循统一培训案例列表及医院教育处制定的心脏超声教学大纲，确保教学目标与知识覆盖范围一致。②师资与教学标准化：所有授课教师均具备

表3　转化式学习理念联合Simbionix模拟系统教学流程

教学阶段	教学目标	转化式学习核心要素	Simbionix系统功能应用	学生行为与产出
问题驱动探索	全面了解学员的理论知识和实践技能水平，建立临床问题意识，激发学习动机	问题引导与情境感知	虚拟病例库：提供标准化病例库，支持不同难度案例选择（含复杂病例、罕见病、合并症场景）。动态参数调节：支持患者体型、病理特征（如室间隔厚度、瓣膜状态）等参数动态调整，模拟真实生理与病理变化	自主选择与提问：自主选择虚拟病例，并提出开放性问题（如“如何在超声引导下避开血管?”）。制定假设与记录：制定初步操作假设，并形成个人疑问清单
学习观摩	提升学员对心脏解剖结构和超声成像原理的直观认识，理解标准化操作流程	具身体验与情境模拟	实时3D成像与可视化：实时显示3D超声图像与对应的解剖结构，支持多切面、多角度同步观察。标准化操作演示：系统可演示或由教师操作，实时展示探头角度调节、标准切面获取等关键步骤。高仿真模拟设备：利用Simbionix模拟设备进行分步骤、可重复的示范教学	观摩与记录：认真观摩教师演示，记录关键操作步骤与成像要点。提问与讨论：实时提出疑问，参与课堂讨论，加深对解剖与操作关系的理解
情境模拟实践	掌握核心操作技能，强化手眼协调与动态图像解读能力	深层认知与知识整合	虚拟病例任务分配：提供具体临床场景的模拟任务（如心包填塞、急性二尖瓣反流等）。渐进式难度设计：任务难度从标准场景逐步过渡至急诊、复杂病例场景	自主操作训练：在模拟系统上独立完成指定操作任务。资料查阅与方案制定：针对模拟病例，查阅资料并制定个性化的操作与诊断方案。接受实时指导：接受教师实时反馈，并基于反馈持续改进操作
多维度反思	深化认知，形成批判性思维，促进知识的内化和转化	反思对话与认知冲突引导	线上协作讨论平台：支持学员进行小组或全班范围内的线上讨论与案例复盘。云端学习轨迹分析：系统记录并分析学员的操作数据（如探头路径、测量误差），识别认知与技能瓶颈，生成可视化报告供反思	小组反思讨论：小组内讨论操作差异，分析原因，并提出至少2项具体改进方案。撰写反思总结：基于系统反馈和个人体验，撰写包含“错误—反馈—改进”逻辑的反思报告，记录学习感悟
跨情境迁移	提升学员在复杂、多变临床情境中的综合决策与实践问题解决能力	迁移应用与能力输出	真实临床数据对比模块：允许学员将模拟病例的超声图像与去标识化的真实患者影像进行比对分析。临床决策路径模拟：系统可模拟不同临床决策可能引发的后续诊疗路径与结果	完成综合分析报告：输出针对复杂病例的多层次、多维度分析报告（如鉴别诊断、治疗建议、风险预估）。撰写实操经验总结：系统梳理操作经验，形成书面总结并提出对临床实践或教学流程的改进建议

表4　肥厚型心肌病精准评估与消融决策教学案例设计

转化式学习核心要素	Simbionix系统应用要点	教学活动设计
问题驱动探索	①动态参数调节：梯度设置室间隔厚度（12~20 mm）；模拟Valsalva动作诱发压差变化（30→80 mmHg）；②3D心脏建模：实时显示二尖瓣SAM征分级，动态观察血流动力学改变。设计说明：通过调节关键生理与病理参数，模拟真实临床不确定性，引导学员关注解剖与功能的关系	①小组辩论：围绕“压差临界值（40~50 mmHg）患者是否需消融”展开正反方辩论；②操作竞赛：在模拟系统中重复测量室间隔基底段厚度，要求5次测量误差≤1mm。教师角色：主持人、裁判、引导者，负责维持辩论秩序、点评操作规范、提供即时反馈
多维度反思	①消融误差反馈系统：实时提示靶点定位偏差（>3 mm触发警报）；②并发症模拟动画：模拟消融范围过大导致传导阻滞等并发症的演变过程。设计说明：通过即时反馈与可视化风险警示，强化学员对操作安全性与精准性的认知	①认知重构训练：对比标准切面与错误切面3D模型，分析“假性肥厚”成因；②结构化反思讨论：引导学员讨论“SAM征程度与心衰症状的非线性关联”，反思临床决策中的简化思维。教师角色：引导者、提问者，通过苏格拉底式提问促进深度反思
跨情境迁移	①负荷试验模拟模块：模拟运动坡度递增，实时观察压差变化（60→120 mmHg）；②风险预测模型：基于消融范围与位置，关联计算房室传导阻滞等并发症的发生概率。设计说明：通过多情境、动态化模拟，训练学员在复杂、不确定条件下的综合决策能力	①转化推演：构建“厚度—压差—症状”三维决策矩阵，模拟不同患者群体的干预策略；②危机情景处置模拟：模拟消融术后急性左心衰抢救流程，进行团队协作与应急决策训练。教师角色：情景控制者、观察员，必要时介入引导或提供关键临床信息

中级以上职称(副高级职称5人,中级职称3人),并接受统一课前培训,明确各组教学流程与要求。教学资料(课件、视频、模拟病例)经过教研组审核,确保内容准确、规范。③课堂质量监控:安排教学管理人员进行常态化课堂观察,使用标准化听课记录表,重点记录:教师教学行为与流程依从性;学员课堂参与度、互动情况及操作规范性(试验组额外记录模拟系统使用与反思讨论表现);通过随堂提问、迷你测验或问卷即时收集学员反馈,评估其对当堂内容的理解程度。④过程一致性保障:研究期间严格控制教学环境、设备状态及课时安排,避免因非教学因素导致的结果偏倚。所有学员均需完成全部案例学习并通过阶段考核。

1.4　效果评价

1.4.1　理论与实训考核成绩

为全面、客观地评价学员对心脏超声相关理论与操作技能的掌握程度,本研究依据心脏超声科教学大纲,分别制定了《心脏超声科理论考核量表》(表5)与《心脏超声科实训考核量表》(表6)。2组学员均在完成全部培训内容后参加统一考核,考核内容、形式、时长及评分标准均保持一致,以保障评价的公平性与可比性。

1.4.2　心脏超声科学员学习倦怠情况量表

采用《心脏超声科学员学习倦怠情况量表》(表7)对2组学员进行学习倦怠程度的评估。该量表旨在系统反映学员在培训期间的情绪体验、学习投入与心理状态,包含情绪低落、成就感低、行为不当等维度,分析不同教学方法对学员学习倦怠水平的影响。

1.4.3　心脏超声科学员批判性思维能力

培训结束后,采用中文版批判性思维能力测量表(critical thinking disposition inventory-Chinese Version, CTDI-CV)[8]对2组学员进行评估。该量表采用Likert 6级计分法(1=非常不同意,6=非常同意),共包含7个维度:寻找真相、开放思想、分析能力、系统化能力、批判性思维的自信心、求知欲和认知成熟度。每个维度含10个条目,共70个条目,总分范围为70~420分。根据量表常模,总分≥280分表示具有正性的批判性思维倾向,得分越高,表明批判性思维倾向越强。

表5　心脏超声科学习理论考核量表(满分100)

考核维度	具体评估项目	题型及题量	分值	评分标准
基础理论	超声波物理原理及成像机制;心脏超声常用术语(如B/M型、多普勒效应);超声伪像识别与成因分析	单选题(20题);多选题(5题)	1分/题,共25分	单选题答对得1分,答错不倒扣;多选题全对得2分,部分选对得1分,选错不倒扣
解剖与切面识别	标准切面解剖定位(胸骨旁、心尖、剑突下);超声图像结构标注(提供超声图像,标注关键结构)	判断题(5题);图像标注题(3图)	1分/题,共5分;5分/图,共15分	判断题答对得1分;标注题每图正确标注≥3个关键结构得5分,少1个扣2分
测量与计算	心室收缩/舒张功能指标计算(如LVEF、FS);瓣膜流速及压差计算;心包积液定量估算	计算题(3题)	5分/题,共15分	公式正确(2分)+计算过程清晰(1分)+结果准确(2分)
疾病诊断与影像解读	提供超声图像,诊断常见病变(如瓣膜反流、室壁运动异常);急重症征象识别(如心包填塞、主动脉夹层);图像质量评估与优化建议	简答题(4题);图像分析题(2图)	5分/题,共20分;5分/图,共10分	简答题按诊断依据(2分)、鉴别诊断(2分)、治疗建议(1分)给分;图像分析题按识别准确性(3分)与优化建议(2分)给分
临床思维与决策	综合案例分析(如肥厚型心肌病评估与消融决策);超声检查适应证与禁忌证判断;急诊场景下的快速鉴别诊断流程设计	分析题(2题)	10分/题,共20分	逻辑合理性(4分)、分析完整性(3分)、临床决策依据(3分)

表6　心脏超声科学习实训考核量表(满分100)

考核维度	具体评估项目	任务场景示例	分值	评分标准
设备与探头操作	探头选择与握持;设备参数初始化与优化;图像存储与归档	模拟急诊胸痛患者	15分	探头选择正确(3分)、握持稳定(3分)、参数设置合理(4分)、存储规范(3分)、图像命名清晰(2分)
标准切面获取与优化	胸骨旁长轴/短轴切面;心尖四腔心/五腔心切面;剑突下切面	为模拟患者完成全套标准切面	25分	每个切面:解剖结构显示完整(3分)、图像清晰度(2分)、调节合理性(2分)
测量与计算准确性	LVEF(Simpson法);瓣膜流速与压差;心腔尺寸与室壁厚度	测量肥厚型心肌病患者的室间隔厚度	20分	测量方法正确(5分)、操作规范(5分)、结果误差≤5%(5分)、报告格式规范(5分)
疾病识别与诊断推理	识别常见异常(如瓣膜反流、心包积液);急重症征象判断(如心包填塞);鉴别诊断思维	分析急性胸痛患者的超声图像	25分	异常识别准确(8分)、征象判断合理(7分)、鉴别诊断逻辑清晰(6分)、诊断报告结构化(4分)
临床沟通与团队协作	模拟向临床医生汇报发现;记录关键发现并建议下一步检查	参与模拟多学科会诊场景	15分	表达清晰(5分)、逻辑连贯(4分)、建议合理(3分)、团队协作态度(3分)

1.5　统计学方法

应用SPSS 27.0进行统计分析。符合正态分布的计量资料用均数 ± 标准差表示，组间比较采用两独立样本 t 检验；计数资料用人数(%)表示，采用卡方检验。检验水准 α=0.05。

2　结果

2.1　2组学员理论考核成绩比较

试验组学员在大部分超声医学理论与实训操作维度上成绩高于对照组，尤其是在操作技能、临床思维、沟通协作等核心能力方面。然而，在基础理论知识与标准流程记忆维度，2组差异无统计学意义，说明转化式学习与模拟训练并未提升记忆性知识掌握，更侧重于能力的培养(表8、表9)。

2.2　2组学员学习倦怠情况比较

采用《心脏超声科学员学习倦怠情况量表》对2组学员进行评估，结果显示试验组在情绪低落、成就感低和行为不当3个维度的评分均低于对照组，提示转化式学习联合Simbionix模拟系统在减轻学员学习倦怠方面效果更为明显。此外，试验组在支持感知维度的评分亦低于对照组，表明该教学有助于增强学员对教学支持的感知，进一步提升其学习投入度与心理健康水平(表10)。

2.3　2组学员批判性思维能力评价比较

试验组在批判性思维总分及各主要维度(分析能力、开放思想、认知成熟度、自信心、求知欲)上均高于对照组，表明转化式学习理念联合Simbionix模拟系统在提升学员批判性思维倾向方面具有明显优势。在“寻找真相”与“系统化能力”2个维度上，2组差异无统计学意义(表11)。

表7　心脏超声科学员学习倦怠情况量表(满分50分)

维度	条目内容	相关性说明
情绪耗竭	在长时间操作超声设备后，我感到精神疲惫，难以集中注意力；	体现超声操作对注意力的持续要求
	面对复杂的心脏动态图像解读时，我感到焦虑和压力；	针对心脏超声图像解读的特殊认知负荷
	在模拟训练中反复尝试仍无法获得标准切面时，我感到沮丧	反映高仿真模拟训练中的挫折感
学习疏离	我觉得心脏超声的理论知识与实际操作之间存在脱节(R)；	反向计分，评估理论与实践的整合感知
	我对心脏超声技术的临床应用价值产生过怀疑；	评估专业认同感变化
	在小组讨论中，我不愿主动分享自己的操作经验或困惑	反映社交退缩行为
成就感低落	即使经过培训，我仍怀疑自己能否独立完成标准心脏超声检查；	评估专业自信心
	与其他学员相比，我觉得自己在图像解读能力上进步缓慢；	社会比较带来的挫折感
	当带教教师指出我的操作错误时，我会过度自责而忽视学习收获(R)	反向计分，评估对反馈的接受方式
学习行为失调	我会拖延心脏超声案例报告的撰写，直到截止日期前才匆忙完成；	具体化拖延行为
	在模拟训练中，我倾向于机械重复操作而不思考优化策略；	反映深度学习动机不足
	我曾因压力过大而错过超声培训课程或提前离开实训室	具体化逃避行为
支持感知	我认为培训中的师生互动有助于缓解我的学习压力(R)；	反向计分，评估社会支持感知
	模拟系统的即时反馈功能增强了我对学习过程的控制感(R)	评估技术工具对学习体验的积极影响

注：本量表专为心脏超声专科培训学员设计，采用Likert 5点计分(1=从不，5=总是)。标注(R)的条目为反向计分。计分方式：正向条目：1=1分，5=5分；反向条目(R)：1=5分，5=1分；情绪耗竭、学习疏离、学习行为失调：得分越高表示倦怠越严重；成就感低落：得分越高表示成就感越低；支持感知：得分越高表示感知到的支持越少(即保护因素越弱)；维度分计算：各维度得分为所含条目平均分×条目数；总分计算：前4个维度得分之和(支持感知维度作为独立分析项，不计入总分)。

表8　2组学员理论考核成绩比较(n=56，分，$\bar{x} \pm s$)

组别	基础理论	解剖与切面识别	测量与计算	疾病诊断与影像解读	临床思维与决策	总分
对照组	26.14 ± 2.01	6.21 ± 0.73	7.03 ± 0.73	26.08 ± 2.65	15.35 ± 1.25	80.81 ± 5.37
试验组	26.85 ± 1.78	6.45 ± 0.82	9.26 ± 0.86	28.85 ± 2.24	18.85 ± 1.25	90.26 ± 5.12
t值	1.93	1.58	14.74	5.97	14.83	9.33
P值	0.055	0.117	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表9　2组学员实训考核成绩比较(n=56，分，$\bar{x} \pm s$)

组别	设备与探头操作	标准切面获取与优化	测量与计算准确性	疾病识别与诊断推理	临床沟通与团队协作	总分
对照组	21.08 ± 1.81	22.35 ± 1.61	20.14 ± 1.02	26.14 ± 1.02	15.33 ± 1.20	105.04 ± 5.66
试验组	27.85 ± 2.13	27.52 ± 2.11	24.26 ± 1.14	28.85 ± 1.14	19.21 ± 1.66	127.69 ± 6.18
t值	18.13	14.58	18.37	10.37	14.18	20.15
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表 10　2 组学员学习倦怠情况比较（n=56，分，$\bar{x} \pm s$）

组别	情绪低落	成就感低	行为不当	支持感知（独立分析）
对照组	10.98 ± 1.56	5.85 ± 1.62	5.37 ± 1.33	8.12 ± 1.45
试验组	9.97 ± 1.61	4.63 ± 1.51	4.31 ± 1.32	6.45 ± 1.28
t 值	3.37	4.12	4.23	6.25
P 值	<0.001	< 0.001	< 0.001	<0.001

表 11　2 组学员 CTDI-CV 评分比较（n=56，分，$\bar{x} \pm s$）

组别	分析能力	开放思想	认知成熟度	批判性思维的自信心	求知欲	寻找真相	系统化能力	总分
对照组	41.98 ± 2.56	39.85 ± 1.92	40.37 ± 2.33	36.37 ± 2.13	42.38 ± 4.23	36.40 ± 2.03	38.25 ± 2.45	275.60 ± 12.09
试验组	46.97 ± 2.61	42.63 ± 2.51	46.31 ± 3.32	42.37 ± 2.63	47.35 ± 3.33	37.20 ± 2.15	39.10 ± 2.52	302.93 ± 13.85
t 值	10.21	6.58	10.96	13.27	6.91	1.94	1.78	11.35
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.054	0.077	< 0.001

3　讨论

3.1　教学模式创新性以及对学员实践能力的提升

传统心脏超声教学多依赖理论讲授与有限的人体实操，前者难以直观呈现心脏动态解剖与血流动力学变化，后者则受限于患者安全、隐私保护及操作风险，教学效果往往受限[9]。随着心脏超声在术中实时导航、治疗决策支持（如肥厚型心肌病经导管消融）等领域的拓展，传统教学已难以满足高阶临床能力培养的需求[10]。

本研究创新性地融合转化式学习理念与高仿真 Simbionix 模拟系统，构建了“情境导入—模拟训练—反思重构—临床迁移”的教学闭环。转化式学习强调以学员为主体，通过批判性反思促进认知结构深层重构[11]；Simbionix 系统则提供了高度拟真的心脏超声检查场景，支持解剖参数动态调整（如实时改变室间隔厚度以模拟肥厚型心肌病变）、操作即时反馈（如探头角度不佳提示）及并发症模拟（如心包填塞演变），尤其适用于高风险、高不确定性的临床决策训练[12]。二者结合，不仅弥补了传统教学在直观性、安全性方面的不足，更精准回应了心脏介入技术发展对超声医师提出的“从诊断到治疗全程参与”的新角色要求。

研究结果显示，试验组在理论考核总分及各维度（尤其是测量计算、疾病诊断、临床思维）和实训考核总分及各技能维度上均优于对照组。表明该教学不仅能巩固学员的基础理论知识，更能显著提升其操作规范性、图像解读能力与临床综合应对能力。究其原因，学员在仿真系统中进行“手眼协同”训练，将抽象知识转化为可操作的视觉与动作记忆；以问题为导向的小组学习激发了学员的自主性与参与感，促进了知识的社交化建构；系统与教师的双重反馈机制帮助学员及时修正错误，形成“操作—反思—提升”的良性循环[13-15]。

进一步分析可见，这种能力提升具有显著的层次性，在实训考核中，试验组在设备与探头操作、标准切面获取等基础技能维度已建立优势；而在疾病识别与诊断推理、临床沟通与团队协作等高级综合能力维度的优势更为突出。这恰好印证了该教学不仅训练了“如何操作”，更通过模拟系统性地培养了“为何如此操作”以及“如何根据结果调整决策”的临床思维能力。

3.2　教学改革有利于缓解学习倦怠情绪

医学技能培训常伴随高认知负荷与心理压力，易导致学习倦怠。本研究采用专科化《学习倦怠量表》进行评估，发现试验组在情绪低落、成就感低、行为不当 3 个核心倦怠维度上均低于对照组，且在支持感知维度表现更好，提示该教学具有较好的心理支持效应。首先，创造了安全容错的学习环境，系统允许学员在无临床风险的条件下反复尝试与失败，从根本上消除了因操作失误可能对真实患者造成伤害的终极恐惧，极大地减轻了伴随高风险操作而产生的焦虑与自我怀疑[16]。其次，通过将复杂任务（如完成一例肥厚型心肌病评估）分解为可达成的小目标（如准确测量室间隔基底段厚度），并结合系统的即时评分与教师的正面肯定，学员能在训练中持续获得小进步的积极反馈，增强了学员学习自信与内在动力。再者，小组协作与结构化反思讨论营造了互助、开放的学习氛围。在反思环节中，学员分享困惑与经验的过程本身即是情绪宣泄和认知重构的过程，有助于打破孤立感，学员共同面对挑战从而有效缓解压力。值得注意的是，试验组在支持感知维度的优势，揭示了教学本身作为一种“支持性架构”的价值。这种支持不仅来自教师和同伴，更内嵌于模拟系统客观、中立的反馈机制以及课程设计的循序渐进性之中，为学员提供了稳

定、可靠的学习心理环境。

3.3 教学改革有效激发学员批判性思维

批判性思维是临床决策与终身学习能力的基石。本研究显示，试验组在批判性思维总分及分析能力、开放思想、认知成熟度、自信心、求知欲等维度上均高于对照组，表明该教学能有效激发学员的批判性思维倾向。因为模拟系统提供多样化、动态变化的临床场景（如急性胸痛鉴别、HCM 消融策略选择），迫使学员主动收集信息、权衡相互冲突的证据、评估不同选择的潜在后果。例如，在模拟“急性胸痛”病例时，学员必须迅速排除心包填塞、急性右心负荷过重、严重左室功能不全等多种危急情况，这一过程本身就是对分析能力和系统化能力的锻炼。课后小组讨论与个人反思报告引导学员审视自身决策背后的逻辑假设、识别潜在的认知偏差（如过度依赖某一超声征象）。这种对过程的思考是提升思维清晰性、深度与适应性的核心。教师作为“教练”的角色转变，教学互动也进一步促进了学员思维从被动接受向主动质疑与建构的转变。需要特别指出的是，试验组在寻找真相和系统化能力 2 个维度上未显示出统计学差异。说明批判性思维中某些更深层次、更依赖长期知识积累和思维习惯养成的特质，可能在短期集中培训中难以被显著改变，也指明了未来课程深化努力的方向。

3.4 研究意义、局限与展望

本研究证实，基于转化式学习理念联合 Simbionix 模拟系统的教学模式能够同步且系统地提升心脏超声学员的实践技能、临床思维能力与批判性思维水平，并显著缓解其学习倦怠，为高仿真模拟教学在专科医师培训中的应用提供了有力的依据。该模式具有较强的可操作性与推广价值，尤其适用于资源有限、风险较高或技术更新迅速的临床技能培训场景，为心脏超声教学的标准化与同质化提供了新的解决方案。

然而，本研究采用非随机分组设计（按时间顺序分组），虽在基线资料上差异无统计学意义，但仍可能存在未知的时间相关混杂因素（如不同批次学员的整体积极性、同期医院工作强度等）导致的选择偏倚。其次，单一样本单位，其独特的教学文化、师资水平和设备条件可能限制了研究结论向外部的推广性。同时，本研究主要评估了培训结束时的即时效果，未对真实临床工作的迁移效果进行追踪，下一步研究计划考虑对学员进行为期数月甚至数年的随访，评估其临床胜任力的长期变化，明确模拟教学效果的持续性与衰减规律。

利益冲突　所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明　朱琳：数据收集、论文撰写；尤唱：教学实施与管理、论文修改

参考文献

[1] 杨安琪，张运，张梅. 世界超声心动图联盟（WASE）心脏超声正常值对抗肿瘤治疗相关心肌损伤超声评估指标的潜在影响[J]. 中华超声影像学杂志，2021，30（1）：5. DOI: 10.3760/cma.j.cn131148-20200725-00601.

[2] 张伟义，杨笛，伍怡萱，等. 心脏超声模拟教学效果的系统评价[J]. 中国循证医学杂志，2020，20（12）：6. DOI: 10.7507/1672-2531.202004159.

[3] Cope AG, Lazaro-Weiss JJ, Willborg BE, et al. Surgical science-simbionix robotic hysterectomy simulator: validating a new tool [J]. J Minim Invasive Gynecol, 2022, 29(6): 759-766. DOI: 10.1016/j.jmig.2022.01.016.

[4] Aydin A, Ahmed K, Van Hemelrijck M, et al. Simulation in Urological Training and Education (SIMULATE): protocol and curriculum development of the first multicentre international randomized controlled trial assessing the transferability of simulation-based surgical training [J]. BJU Int, 2020, 126(1): 202-211. DOI: 10.1111/bju.15056.

[5] 刘玲，方金鸣，王岚，等. 转化式学习模式在全科医生培训中的应用及思考[J]. 中国社会医学杂志，2022（4）：39.

[6] 车文静，何之璨，陈洁婷. 医学生岗位胜任力视域下“转化式学习”效果评价问卷编制及信效度分析[J]. 中国卫生统计，2023，40（5）：711-713.

[7] 李芳，王婷婷，王丽，等. 基于BOPPPS教学模式的混合式教学在本科护理教学中的应用[J]. 护理研究，2023，7（22）：4126-4128. DOI: 10.12102/j.issn.1009-6493.2023.22.029.

[8] 杨光媚，韦慧燕，万乐平，等. 简化版批判性思维量表在医学生中的信效度分析[J]. 郑州大学学报（医学版），2022，57（3）：330-335. DOI: 10.13705/j.issn.1671-6825.2021.07.104.

[9] 陈昭蓓，李业钊，张霞，等. 多元化教学在超声科规培教学中的应用效果[J]. 中国医药导报，2021，17：102-105.

[10] 王霜，王斌. 多模态超声技术评估人工心脏瓣膜功能的研究进展[J]. 中华超声影像学杂志，2024，33（12）：1085-1089. DOI: 10.3760/cma.j.cn131148-20240611-00327.

[11] 师岩，张春晶，李淑艳，等. 转化式学习理念融入线上线下生物化学实验教学模式的探索[J]. 中国高等医学教育，2024（3）：129-131.

[12] Jaensch C, Jensen RD, Paltved C, et al. Development and validation of a simulation-based assessment tool in colonoscopy [J]. Adv Simul (Lond), 2023, 8(1): 19. DOI: 10.1186/s41077-023-00260-5.

[13] 刘颖，吴吟晨，林晨琳，等. 新医科背景下多学科协作情景模拟教学在医学影像专业实习带教的应用[J]. 福建医科大学学报（社会科学版），2024，25（4）：67-71.

[14] 聂栾骁，赵娟娟，曹希，等. 基于最佳实训标准的护理情景模拟教学学生评价方法研究[J]. 护理学杂志，2024，39（18）：77-81.

[15] 郭利忠，臧广超. 医学本科生创新能力培养的实践与改革探索[J]. 中华医学教育探索杂志，2024，23（3）：378-382. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20230320-0167.

[16] Dawidziuk A, Miller G. Visualisation approaches in technology-enhanced medical simulation learning: current evidence and future directions [J]. Adv Exp Med Biol, 2023, 1421: 175-190. DOI: 10.1007/978-3-031-30379-1_8.

（收稿日期：2025-05-22）

（本文编辑：唐宗顺）