·数智护理教育专题·

基于TAM模型的3D数字标本融合课堂在正常人体学中的教学实践效果研究

吕叶辉　吴佳寅　唐心怡　刘丽
上海健康医学院基础医学院，上海 201318
通信作者：吕叶辉，Email：lvyh_15@sumhs.edu.cn

【摘要】 目的　基于技术接受模型（technology acceptance model，TAM），探究数字化3D实物标本平台在助产专业《正常人体学》教学中的实践应用效果，分析影响学生使用行为的关键因素，为课程教学改革提供实证依据。**方法**　选取某医学院校助产专业2022级学生（59人）作为对照组，2023级学生（58人）作为试验组。对照组采用常规线上线下混合式教学模式，试验组在混合式教学基础上，深度融合数字化3D实物标本平台（云解剖），并辅以手势比拟法构建融合课堂。通过对比2组学生的阶段性理论测试、实验测试及期末理论成绩评估教学效果，同时运用教学满意度问卷、能力提升量表及基于TAM的结构方程模型分析学生的反馈与行为意向。采用SPSS 21.0进行独立样本t检验，AMOS 24.0进行路径分析，检验水准α=0.05。**结果**　试验组实验考核成绩（75.23 ± 6.14）显著高于对照组（69.18 ± 7.23），t(115)=4.88，P<0.001。问卷调查结果显示，试验组在“知识点理解”“知识体系构建”及“师生互动”方面的认同度显著更高（P<0.05）。TAM模型分析表明，感知易用性对感知有用性有正向影响（β=0.751，P<0.001），二者共同驱动学生满意度（β=0.898，P<0.001；β=0.832，P<0.001），并通过使用意愿（β=0.821，P<0.001）转化为实际使用行为。**结论**　在《正常人体学》教学中，将数字化3D实物标本平台与手势比拟法等教学设计相结合，能有效提升助产专业学生的形态学认知能力和课程成绩。TAM模型验证了该模式的可接受性和有效性，为优化数智工具的推广与应用路径提供了理论支撑，可作为助产专业融合课堂改革的有效方案。

【关键词】 助产学；　正常人体学；　技术接受模型；　3D实物标本；　教学实践
【中图分类号】 R-05
基金项目：教育部产学合作协同育人项目（230720174907275）；2025年上海青年工作研究课题（2025QYKTLX14-13）；上海健康医学院教师教学研究项目（YBXM10JC）
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20251102-02220

Practice effectiveness of a 3D digital specimen-integrated classroom based on the technology acceptance model in teaching the course Normal Human Morphology

Lü Yehui, Wu Jiayin, Tang Xinyi, Liu Li
Basic Medical College, Shanghai University of Medicine & Health Sciences, Shanghai 201318, China
Corresponding author: Lü Yehui, Email: lvyh_15@sumhs.edu.cn

【Abstract】 Objective　To investigate the practical application effectiveness of a 3D digital physical specimen platform in teaching the course Normal Human Morphology for midwifery majors based on the technology acceptance model (TAM), analyze the key factors influencing usage behavior of students, and provide empirical evidence for course teaching reform. **Methods**　Students enrolled in 2022 (n=59) and 2023 (n=58) in a midwifery program at a medical university were selected as the control group and the experimental group, respectively. The control group received conventional online-offline blended teaching. The experimental group received blended teaching and an integrated classroom constructed with deep integration of the digital 3D physical specimen platform (Cloud Anatomy) and supplementation with the gesture simulation method. Teaching effectiveness was evaluated by comparing the scores on phased theoretical tests, experimental tests, and final theoretical examinations between the two groups. Student feedback and behavioral intention were analyzed using a teaching satisfaction questionnaire, a competency

improvement scale, and a TAM-based structural equation model. Independent samples *t*-tests were performed using SPSS 21.0, and path analysis was conducted using AMOS 24.0, with a significance level of α=0.05. **Results** The experimental test score of the experimental group was significantly higher than that of the control group [(75.23 ± 6.14) vs. (69.18 ± 7.23), $t(115)$=4.88, P<0.001]. Questionnaire surveys showed that the experimental group had significantly higher recognition in understanding of knowledge points, construction of knowledge system, and teacher-student interaction (P<0.05). TAM analysis indicated that perceived ease of use positively influenced perceived usefulness (β=0.751, P<0.001). These two factors jointly drove student satisfaction (β=0.898, P<0.001; β=0.832, P<0.001) and were translated into actual usage behavior through behavioral intention to use (β=0.821, P<0.001). **Conclusions** In Normal Human Morphology teaching, integrating the 3D digital physical specimen platform with instructional designs such as the gesture simulation method can effectively enhance the morphological cognitive ability and course performance of midwifery students. The TAM verifies the acceptability and effectiveness of this model, providing theoretical support for optimizing the promotion and application path of digital intelligence teaching tools. This model can serve as an effective strategy for integrated classroom reform in midwifery education.

【**Key words**】 Midwifery; Normal Human Morphology; Technology acceptance model; 3D physical specimen; Teaching practice

Fund program: University-Industry Collaborative Education Program (230720174907275); 2025 Shanghai Youth Work Research Project (2025QYKTLX14-13); Shanghai University of Medicine & Health Sciences Teacher Teaching Research Program (YBXM10JC)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20251102-02220

正常人体学是助产专业的一门整合式专业基础课，其核心目标是助力学生构建对人体正常形态、结构与功能的系统性认知，为后续妇产科护理、助产技术等专业课程的学习奠定基础[1]。然而，该课程知识点抽象、结构繁杂，特别是在骨盆、女性生殖系统等核心模块，传统以二维图像和静态模型为主的教学方式，难以满足学生对三维空间结构及其毗邻关系的深度认知需求。有研究显示[2]，在传统教学模式下，助产学生对骨盆标识的掌握情况（38.56 ± 5.64）明显低于试验组（44.25 ± 4.25）。此外，现有的解剖实验模型或虚拟3D解剖模型与实物标本差异较大，且标本资源稀缺、易损耗，这限制了学生自主观察和反复实践的机会，导致知识内化困难，影响教学有效性的实现与提升[3-4]。

为破解上述困境，线上线下混合式教学模式被广泛引入。实践证实，该模式可拓展教学时空、提升教学质量[1,5]。一项基于40篇文献的meta分析表明，混合式教学组学生的理论成绩和技能成绩均显著高于传统教学组[6]。然而，现有实践多聚焦于教学资源的线上迁移和成绩对比，普遍存在两大局限：一是对数智教学工具（如虚拟仿真软件等）的整合流于表层，未能深入剖析其影响教学效果的内在机制；二是评价维度单一，多依赖终结性学业成绩，忽视了学生对技术的接受度、使用意愿及满意度等关键心理变量，导致工具推广与教学优化缺乏针对性[7]。数字化3D实物标本平台凭借高仿真、强交互和多终端优势，为形态学教学改革提供了理想载体，非常适合构建数字化融合学习环境[8]；技术接受模型（technology acceptance model，TAM）作为解析用户信息技术采纳行为的经典理论，为探究学生使用态度和行为意愿提供了科学框架[9]。目前，将TAM模型与3D数字标本教学深度融合并系统评估其应用效果的研究尚显不足。现有多数研究仅将学生学习成绩作为衡量教学效果的评价指标，缺乏对教学满意度和能力提升程度的探讨，对数智工具的技术接受情况（有用性、易用性、使用意愿等）的分析更是稀少。这正是本研究运用TAM模型的主要原因，即通过多维度评估，识别影响教学实践效果的关键因素。

基于此，本研究旨在系统探讨以下问题：其一，在正常人体学中，以数字化3D实物标本平台为核心的融合课堂，能否有效提升学生的学业成绩和综合能力？其二，学生对该教学平台的技术接受度怎样？哪些关键因素驱动着他们的使用行为？为解决上述问题，本研究采用对照实验设计，以助产专业学生为研究对象，在混合式教学的基础上，试验组深度融合3D实物标本平台与手势比拟法，构建数字化融合课堂。通过成绩对比、满意度调查以及

TAM结构方程模型分析，从多维度评估教学效果，识别影响学生使用行为的核心路径，以期为助产专业基础课程的教学改革提供理论与实证参考。

1　对象与方法

1.1　研究对象

采用便利抽样法，选取上海某医学院校助产专业2022级和2023级学生作为研究对象。其中，2022级59名学生为对照组，2023级58名学生为试验组，统计2组学生的人数、性别、生源地构成以及前一学期主干课程成绩等情况。2组学生由同一教师团队授课，对照组采用线上线下混合式教学，试验组则在混合式教学的基础上，将数字化3D教学平台融入教学设计中。2组的教学大纲、进度、线上学习平台、测试阶段、考核标准等基本一致，以此排除其他因素对教学效果的影响，确保组间可比性。

1.2　教学平台和资源

常规线上资源依托超星学习通平台构建，主要教学资源涵盖知识图谱、微课、重点内容串讲视频、预习与复习课件、习题及讨论话题等，可用于课前自主学习、课中随堂练习和课后作业提交。该平台同时供对照组和试验组使用。

试验组还运用数字化3D实物标本平台（云解剖）开展教学改革实践。该平台先对真实解剖标本的图像进行多角度、多层面的高清扫描与采集，再进行三维重建，让3D标本具备高度的仿真性与可交互性[8]。用户点击即可高亮显示特定人体结构，点选的结构还关联有视频、知识点及配套习题等。数字化3D实物标本可自由放大、缩小、360°旋转，使学习过程更具直观性与互动性。该平台不仅支持网页端访问，还能在手机微信小程序中运行，极大地方便了简易数字课堂的建设。借助其基于各器官系统的即时结构测试功能，既有助于开展精准教学，加深学生对复杂解剖结构的理解，也有助于丰富形成性评价。网页端新版本还融合了云解剖AI，可自定义检索具体器官、结构等，提供相关实物标本、数字化交互标本、数字切片、医学视频等丰富自主学习资源。其核心技术参数如下：①系统稳定性：平均无故障运行时间≥99.9%，支持千人以上同时在线且无卡顿；②响应速度：3D实物标本和数字化交互标本加载响应时间≤1.0 s，旋转、放大缩小、标注等操作延迟≤0.2 s；③用户界面：采用简洁直观的模块化设计，支持结构高亮、自定义标注、截屏、收藏、分享等功能，还配有相关视频、结构自测、智能讲解等个性化功能。为进一步提升数字融合课堂的互动性，教师团队在前期研究基础上[8,10]，聚焦助产学重点内容，设计并开发手势比拟素材：针对骨盆结构，以双手掌心相对呈“倒梯形”比拟骨盆上口轮廓，拇指内扣示意骶岬位置，示指尖相合；针对子宫姿势，用“蛇形手”（掌心朝下、手指自然弯曲呈弧形）动态演示子宫前倾前屈；针对盆底肌，以手指交叉呈“网状”模拟肌纤维交织形态与肌束走行等。每个手势比拟素材均标注与3D实物标本结构的对应关联点，便于教学衔接。

1.3　教学设计

2组学生的授课教师、教学进度及主要教学内容一致，教学模式均选用线上+线下的混合式教学模式。

对照组：课前（线上）依据预习安排，在学习通完成自主学习任务点（如观看微课、阅读课件等）。理论课（线下）采用传统教学模式，教师系统讲解正常人体学基础知识，开展师生互动，并辅以随堂练习，适时进行理论测试或图片实验测试。实验课（线下）主要进行标本/模型示教，学生自主观察。课后（线上）利用学习通平台线上资源库复习巩固，教师适时发布作业习题或讨论话题等，学生通过学习通提交。

试验组：课前（线上）的其他安排与对照组相同，学生在完成预习任务的基础上，教师同步推送本次课对应的3D实物标本资源链接。在线下理论课上，当涉及需要重点掌握或较为复杂的解剖学结构（如骨盆、盆底肌）时，教师借助3D实物标本平台展示相关形态学结构，并指导学生使用微信小程序中的云解剖平台，打造简易数字化融合课堂，方便学生快捷调取对应的3D实物标本，直观、自主地观察其形态、结构及毗邻关系；教师还通过手势比拟法精讲知识点，以女性生殖系统输卵管为例，教师用单臂伸直模拟输卵管长轴，五指张开呈“伞状”示意输卵管伞端，掌心内凹演示输卵管壶腹部的膨大部分，帮助学生区分输卵管各段的形态差异，再引导学生对照手势动作和3D实物标本观察输卵管的形态和结构，通过动作记忆加深理解。在线下实验课上，除观察实物标本或模型外，教师指导学生自主开展数字化3D实物标本的观察，结合手势动作强化结构记忆，鼓励学生以小组为单位自主开发手势比拟素材，并通过简易翻转课堂等方式，结合手势

比拟和3D实物标本进行讲解与演示，加深对复杂结构的理解。在线下课堂中，教师适时运用平台中的图片、标本测试功能开展过程性评价，即时检验学习成效。课后学习安排与对照组相同，鼓励学生通过3D实物标本平台，特别是运用“AI助教”复习重难点知识，鼓励学生开发并上传手势比拟素材，以补充自主学习资源。

1.4　教学效果评价指标

课程教学效果由平时成绩和期末成绩2部分构成。平时成绩包含阶段性理论测试（共2次）与实验测试（共4次）；为确保可比性，实验测试分为2次图片测试和2次模型测试，且随教学进程分阶段进行考核。图片和模型测试聚焦于助产专业核心内容，如女性生殖系统、骨盆结构等，涵盖髋骨形态、骨盆联结、盆底肌、盆腔冠/矢状面结构等方面；期末成绩通过闭卷理论测试评定。上述考试要求一致，评分标准统一。

课程结束后1周内，向2组全体学生发放自制调查问卷A。问卷内容包括6个方面：对各自实验教学模式的总体满意度；该模式是否有助于提高自主学习能力、加强师生互动、促进知识点理解和记忆、完善正常人体学知识体系；是否能通过平时测试衡量学习成效。之后，从每组中随机选取40份有效问卷进行对比。

针对试验组学生，额外发放2份自制调查问卷，即问卷B和问卷C。问卷B涵盖教学模式新颖度、正常人体学知识掌握、临床思维能力培养、动手能力培养、主动探究学习能力培养、团队协作能力培养6个维度，采用“很好”“较好”“一般”“差”“很差”的5分度量表进行评估，分别对应5、4、3、2、1分，还留有一项建议填写栏（非必答）。问卷C基于TAM模型设计19个题项（即观测变量1~19），用于构建结构模型方程（structural equation model，SEM）；核心变量（20~24）包括感知有用性（perceived usefulness，PU）、感知易用性（perceived ease of use，PEOU）、满意度（satisfaction，SAT）/使用态度（attitude toward using，ATT）、使用意愿（behavioral intention to use，BI）和使用行为（actual system use，AU），用于进行路径分析与相关分析。观测变量1~5聚焦PU，包括“提升记忆效率、深化课程理解、提高课程成绩、对教学资源的有效补充、帮助建立结构框架”；变量6~9聚焦PEOU，包括“有助于快速掌握知识、进行复习方便、使用符合习惯、平台操作容易”；变量10~12聚焦BI，包括“愿意推荐给他人、愿意在其他课程应用、有长期使用意愿”；变量13~16聚焦SAT/ATT，包括“使用是明智决定、学习形式足够吸引、对未来功能更新有期待、使用学习过程令人愉悦”；变量17~19聚焦AU，包括“对课程学习更加投入、使用后注意力更加集中、更主动探索知识”。每个观测变量均采用Likert 5级量表评分，1=“非常不赞同”，2=“不赞同”，3=“中立”，4=“赞同”，5=“非常赞同”。试验组问卷回收方式和份数同上。

1.5　统计学方法

采用SPSS 21.0和GraphPad 10.1软件进行数据处理分析。计量资料以均数±标准差表示，组间比较采用独立样本t检验；计数资料以频数（百分比）表示，组间比较采用卡方检验。采用AMOS 24.0软件构建SEM，以克朗巴赫系数等检验信效度，以χ^2自由度比、拟合度指数等判断模型拟合情况，进行参数估计后进行路径分析与相关分析。检验水准α=0.05。

2　结果

2.1　研究对象的一般资料

2组学生的年龄、前期基础课成绩等基础资料，以及学习通平台平均学习时长、任务点完成率和信息化资源使用时长（对照组为学习通平台学习时长，试验组为学习通和云解剖平台学习时长之和）占总学习时长比例，差异无统计学意义（P>0.05），见表1。对照组学生平均每周登录云解剖平台（2.33±0.62）次，平均使用时长（28.40±6.00）min。

表1　2组学生一般情况对比（$\bar{x}\pm s$）

组别	年龄（岁）	前期基础课成绩（分）	学习通平均学习时长（min）	学习通任务点完成率（%）	信息化资源使用时长占总学习时长比例（%）
对照组（n=58）	19.32±1.20	77.45±4.52	456.82±194.31	99.42±1.26	19.59±6.59
试验组（n=59）	19.65±1.32	78.10±3.77	445.02±184.27	99.09±2.54	21.63±5.97
t值	1.42	0.84	0.34	0.89	1.75
P值	0.160	0.400	0.737	0.374	0.082

2.2　各项测试成绩对比

经比较，试验组 2 次阶段性理论测试的平均成绩（66.82 ± 5.83）略高于对照组（64.90 ± 4.62），但差异无统计学意义（t=1.96，P=0.053）。在实验测试成绩对比中，除第 1 次图片测试成绩外，第 2 次图片测试成绩和 2 次模型测试成绩，均是试验组高于对照组（P<0.05），平均实验成绩也是试验组（75.23 ± 6.14）高于对照组（69.18 ± 7.23），且差异具有统计学意义（t=4.88，P<0.001）。期末成绩也是试验组高于对照组 5.2 分，且差异具有统计学意义（t=2.39，P=0.018）；对期末成绩还进行了优秀率（86~100 分）、良好率（76~85 分）、及格率（60~75 分）和不及格率（<60 分）统计，如表 2 所示，2 组等级分布差异无统计学意义（χ^2=2.25，P=0.522）。2 组间的良好率差异较大，试验组（36.21%）高于对照组（25.42%），但差异并无统计学意义（χ^2=2.17，P=0.141）。

2.3　问卷调查结果

问卷 A 调查结果显示，2 组对各自教学模式的满意度均较高，试验组为 95.00%（38/40），对照组为 92.50%（37/40）。在提高自主学习能力（χ^2=0.16，P=0.692）、激发主动学习兴趣（χ^2=2.64，P=0.105）以及能够通过平时测试衡量学习成效（χ^2=0.56，P=0.456）这 3 项条目中，两者差异无统计学意义（P>0.05）。在加强师生互动（χ^2=6.14，P=0.013）、知识点理解（χ^2=4.14，P=0.043）和完善正常人体学知识体系（χ^2=4.50，P=0.034）这 3 项中，试验组认同该模式的学生比例高于对照组（P<0.05）。针对试验组学生发放的问卷 B 结果如表 3 所示，有超过 90% 的学生在教学模式新颖度、动手能力培养、主动探究学习能力培养和团队协助能力培养情况条目中勾选了“较好”和“很好”选项，满意度较高，各维度评分均值为 4.00~4.55。

采用 SEM 对问卷 C 收集的数据进行统计，首先计算出 PEOU、PU、SAT/ATT、BI 及 AU 的评分数据，PEOU 为 4.44 ± 0.56、PU 为 4.39 ± 0.49、SAT/ATT 为 4.39 ± 0.62、BI 为 4.42 ± 0.62、AU 为 4.34 ± 0.67；之后拟合与验证各核心变量间的路径关系，得到模型路径分析结果（表 4）并绘制模型路径图（图 1）。结果表明，在本研究教学场景中，PEOU 对 PU 呈显著正向影响（标准化回归系数 β=0.751，P<0.001）；PU（β=0.832，P<0.001）与 PEOU（β=0.898，P<0.001）共同对 SAT/ATT 产生显著正向影响；SAT/ATT（β=0.890，P<0.001）与 PU（β=0.730，P<0.001）均显著正向驱动 AU；BI 则对学生应用该平台的 AU 呈极强正向影响（β=0.821，P<0.001）。

表 2　2 组期末考试成绩优秀率、良好率、及格率和不及格率对比 [例（%）]

组别	优秀率	良好率	及格率	不及格率	χ^2值	P值
对照组（n=58）	17（28.81）	15（25.42）	21（35.59）	6（10.17）	2.25	0.522
试验组（n=59）	16（27.59）	21（36.21）	18（31.03）	3（5.17）		

表 3　试验组满意度调查问卷各项目百分比分布结果[例（%）]

项目	很好（5 分）	较好（4 分）	一般（3 分）	差（2 分）	很差（1 分）	评分值
教学模式新颖度	23（57.50）	15（37.50）	2（5.00）	0（0.00）	0（0.00）	4.53 ± 0.60
正常人体学知识掌握情况	15（37.50）	12（30.00）	12（30.00）	0（0.00）	1（2.50）	4.00 ± 0.96
临床思维能力培养情况	22（55.00）	13（32.50）	4（10.00）	1（2.50）	0（0.00）	4.40 ± 0.78
动手能力培养情况	25（62.50）	13（32.50）	1（2.50）	1（2.50）	0（0.00）	4.55 ± 0.68
主动探究学习能力培养情况	24（60.00）	14（35.00）	2（5.00）	0（0.00）	0（0.00）	4.55 ± 0.60
团队协作能力培养情况	22（55.00）	14（35.00）	2（5.00）	1（2.50）	1（2.50）	4.38 ± 0.90

表 4　基于 TAM 的结构方程模型路径分析结果

路径假设	回归系数（b）	标准差	标准化回归系数（β）	P值	R^2值
PEOU→PU	0.652	0.326	0.751	<0.001	0.553
PEOU→SAT/ATT	0.991	0.349	0.898	<0.001	0.801
PU→SAT/ATT	1.057	0.276	0.832	<0.001	0.684
SAT/ATT→BI	0.893	0.288	0.890	<0.001	0.786
PU→BI	0.931	0.431	0.730	<0.001	0.520
BI→AU	0.888	0.389	0.821	<0.001	0.666

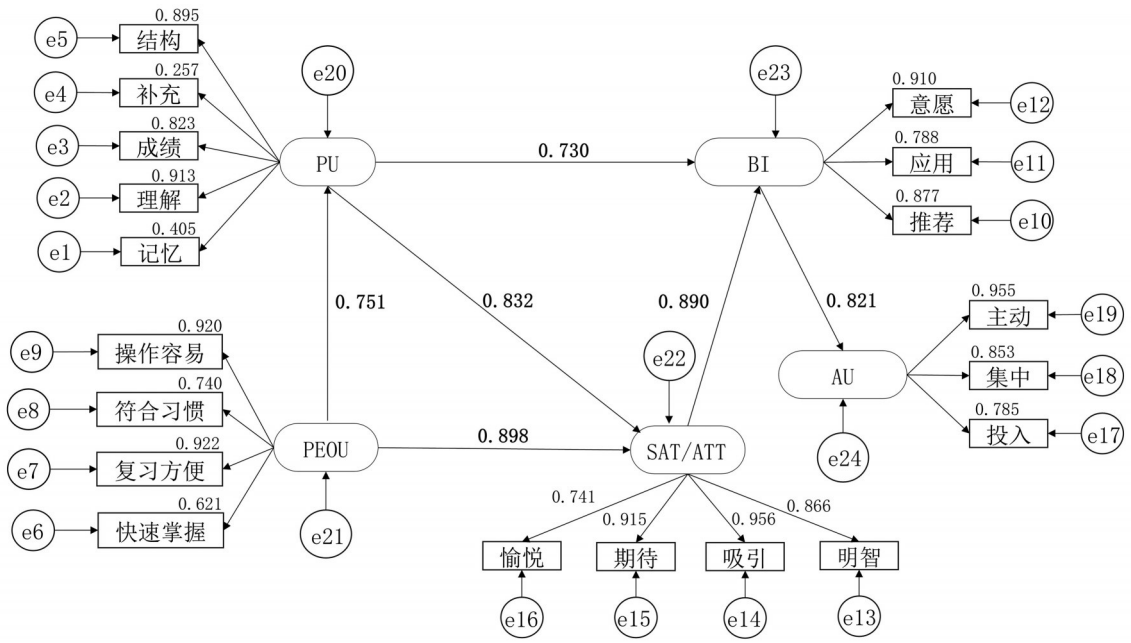


图1　基于TAM的结构方程模型路径图

3　讨论

随着互联网技术与医学虚拟仿真技术的迅猛发展，以及新一轮高等教育改革的需求，医学教育领域也在发生深刻变革，虚拟仿真技术、可交互模型等已经在基础医学教育中发挥着关键作用[11-12]。数字化融合课堂作为技术与教法融合的载体，可通过“课前—课中—课后”全流程资源整合与互动设计提升教学各环节的有效性，正成为基础医学教学改革的重要方向。本研究选用的数字化3D实物标本平台，是基于真实的解剖标本进行多角度、多层次图像采集后进行三维重建的，而重建后的虚拟3D实物标本有较高的交互性和真实性，配合小程序或其他终端也具有很高的便捷性[7-8]，这些特点都有助于正常人体学的学习，恰好契合数字化课堂“随时随地学习”的需求，而后续融入的手势比拟法则进一步通过具象化动作，辅助3D实物标本有效突出重点、消解形态学思维构建难点。

3.1　3D数字标本融合手势比拟，有效破解形态学认知难点

在助产专业教学中，女性生殖系统、骨盆相关结构等内容的学习一直是教学的重点和难点，各项测评结果中也发现学生在面对髋骨形态、骨盆联结、盆底肌构成等复杂解剖学结构时失分点较高。在传统的课堂教学中，虽有平面解剖图辅助教学，但“一言堂”的情况普遍存在，学生的“抬头率”普遍较低，也很难在有限的时间内把抽象的平面结构转换成立体结构进行理解和记忆。本研究通过将手势比拟法与数字化3D实物标本平台相结合，构建了一种新型的数字化融合教学模式。结果显示，该模式在提升学生实验考核与期末考试成绩方面成效显著，特别是在骨盆联结等复杂三维解剖结构的认知方面展现出明显优势。这充分验证了“手势比拟+3D数字标本”融合策略在破解形态学教学难点方面的有效性。传统的平面图像与静态模型教学难以转化的“立体-毗邻”关系，通过教师设计的系列手势（如“倒梯形”模拟骨盆形态、“蛇形手”演示子宫前倾前屈等）得以初步具象化，再经由高仿真3D标本的360°旋转、放大及细节观察予以验证和强化，共同构成“动作记忆→视觉验证→知识内化”的认知闭环[8,10]，有效破解形态学教学难点。该模式成功地使学生从被动接受者转变为主动参与者，通过形象化的手势转化和实时的标本观察，有效提升了课堂参与度与知识留存率，这与问卷A中“师生互动”和“知识点理解”的高认同度相互印证，是针对形态学教学痛点的有效实践创新。结合问卷B数据和建议统计，试验组学生普遍对该教学模式持积极评价，认为该融合课堂新颖有趣，有助于动手能力、主动探究学习能力和团队协作能力的提升；也有同学反馈目前实验学时比例相对较低，正常人体学知识点较多，进行全面的理解和掌握有困难，而3D实物标本平台是有助于自主学习能力提升的，希望在后续其他基础医学或专业课程学习时也能继续实施。另外，线上线下混合式教学需以“线上有资源、

线下有活动”为前提，尤其应重视线下课堂作为教学互动“主战场”的作用[1,4-5]。教师应通过精心设计教学环节，融合手势比拟、3D数字标本等手段，增强课堂吸引力与教学实效，落实以学生为中心的教育观。教学内容应紧扣专业目标，挖掘与数字化融合课堂相契合的部分，借助平台构建沉浸式学习环境。例如，建设“手势解剖学”素材库并引导学生参与共建，是实现从“教”向“学”转变的关键举措。

3.2 基于TAM模型验证技术接受路径，为数智教学工具深度融合提供理论依据

在如今的学习环境中，学生对可视化和动态化学习资源的需求相对较高[13-14]，如何提升学习过程的吸引力和参与度是教师需要认真思考的问题。本研究通过结构方程模型，清晰揭示了学生接受3D数字标本平台的内在逻辑与量化关系。感知易用性是数字化3D实物标本平台在正常人体学教学中推广应用的核心基础，其不仅直接正向影响学生对平台的感知有用性，还与感知有用性协同作用，共同提升学生对平台工具乃至教学模式的满意度；感知有用性与满意度是关键中介，共同强化学生的持续使用意愿，最终推动使用意愿转化为稳定的使用行为。这一完整的“感知易用性→感知有用性→满意度→使用意愿→使用行为”作用链条说明，数智教学工具的成功应用，不仅依赖于其技术本身的先进性与仿真度，更取决于其是否易于操作并能被学生清晰地感知到其对学习的实质性帮助[7,15-16]。具体到本研究中，低操作门槛的数字化3D实物标本平台（感知易用性）正向影响了学生对该学习工具的可接受度（满意度），当学生明确感知到该教学模式对提升复杂解剖结构理解准确性与学习效率的实际价值时（感知有用性），更易形成主动参与的学习倾向（使用意愿）——如自主开展3D平台操作训练、结合手势模拟巩固形态记忆、参与课程中的交互式实践任务（使用行为）等，学生的问卷反馈和平台使用情况（周平均登录次数和使用时间）也印证了这一点。从评分数据来看，各核心变量的评分较高（4.34/5~4.44/5），提示该平台的操作设计充分契合学生的学习习惯，如微信小程序“即点即用”、3D标本旋转/放大操作等直观操作，有效降低了学生对数字化教学工具的使用门槛，当学生无须在操作流程上耗费过多精力时，更容易清晰感知3D实物标本对复杂解剖结构理解的辅助作用，同时也为未来优化平台设计、推广类似教学工具提供了明确的可行路径。此外，本研究还使用了手势比拟这一教学设计，其简单易模仿的优势也进一步消除了融合课堂的参与障碍，在一定程度上和平台使用行为有所协同，进而提升了学生对教学工具乃至全部教学设计的接受度，进而增强其使用满意度与持续应用意愿。

3.3 理实融合成效显著，但也对教师素养提出更高要求

值得注意的是，试验组在实验成绩和期末成绩上提升明显，但两次阶段性理论测试成绩与对照组无统计学差异。这一现象可能提示，当前教学模式在提升具象结构认知方面成效卓著，这与现有教学设计中平台交互与手势比拟的融合运用密切相关，3D平台的直观展示、强交互的特点能与手势比拟的动作记忆相辅相成，恰好适配了实验操作中对实体结构识别、空间关系判断的能力需求，有助于让复杂的形态学知识高度具象化，且学生可通过手机端随时观察标本细节，突破传统实验课的时空限制，高频次、自主性的学习与实验成绩的提升存在必然联系。不过现有教学模式在抽象理论知识的内化与迁移方面仍有优化空间，还需更加充分、系统地引导学生在掌握结构基础上，进一步深入理解其生理功能及与整体知识体系的关联，继续深化和挖掘理论整合与迁移应用方面的多元教学设计，如在合适的教学单元设置的案例分析、小组讨论、情景模拟、翻转课堂等，进一步凸显理实结合，放大数字融合课堂的协同作用，促进知识深度内化[1,4]。当然，该教学创新模式也对教师的信息化素养提出更高要求，需要教师能够发挥教学主导的能力，将课程内容、教学教法和设备技术深度融合，还需要教师能够有效把控课堂节奏，将理实一体的新型融合课堂的建设落在实处，适时、适当运用数智技术，真正凸显学生的学习主体地位，最终实现教学资源利用效率与学生自主学习能力的双重提升，取得“授之以渔”的成果[17-18]。同时，有条件的院校还可尝试将传统的标本教学与3D在线平台进行有机结合，依托传统标本夯实结构认知基础，通过3D实物标本实现反复观察，进而达到“1+1>2”的教学成效，为助产专业及其他医学基础课程的形态学教学改革提供更丰富的实践思路[19]。

3.4 研究局限与未来展望

本研究仍存在一定局限：首先，采用便利抽样法，样本来源于单一院校的两个年级，样本量有限，结论的普适性需在更广泛院校、专业及更大样本中进一步验证。其次，教学实践与观察周期相对较短且阶段性理论测试成绩无差异，对于该教学模式能否带来知识与能力的长期保持效应，以及对学生后续专业课程学习的潜在影响，尚需长期追踪研究。

此外，本研究虽证实了“手势比拟+3D数字标本”融合模式的整体有效性，但未能单独量化手势比拟和平台交互等各创新要素对成绩与能力提升的具体贡献度，未来拟通过增设专项问卷进行析因设计或增设不同使用频次的试验组等方式进一步细化。

展望未来，可从3个方面深化实践：一是深化校企合作，基于一线教学反馈，共同开发、搭建更具个性化、数字化的教学平台，使其更适配虚拟仿真、“AI+”课程等应用场景[20]，如国内部分高校的助产专业，已建成起一套包含自然分娩、自由体位分娩、平产接生、臀位助产、新生儿急救复苏等模块的虚拟仿真教学案例体系[12]，助力学生在虚拟实境中内化专业知识、提升实践处理能力；二是构建综合评价体系，将平台学习行为数据（如学习时长、学时次数、任务点完成率等）、TAM模型变量与多维度能力评估相结合，实现更精准的教学质量评估，进而更好地选取合适的教学方法开展精准教学，引导学生开展深度学习，更好建立“易用性→有用性→知识内化”的正向关联，而非停留在工具的表层使用；三是推动常态化与延伸应用，在进一步优化融合教学模式的基础上，将此成功模式延伸至其他医学基础课程或后续专业课程[21]，检验其远期效益与迁移价值，最终形成可复制推广的教学范式。

综上，本教学改革实践依托合理的教学设计，将数字化3D实物标本平台融入助产专业正常人体学教学的各环节中，课堂教学质量有所提升，学生能够更有效地构建形态学知识框架，加深对正常人体器官形态结构的理解，其可作为传统教学模式的有效补充，也可作为混合式教学模式的有机组成部分。本研究使用的TAM模型框架也为优化数智教学工具的使用、推广和融合路径提供了理论支撑，可为基础医学相关学科的教学改革提供一定参考。

利益冲突　所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明　吕叶辉：确定研究主题、落实研究方案、撰写及修改论文；吴佳寅：处理并分析数据、构建数据模型、修改论文；唐心怡：参与研究实施、问卷设计与收集；刘丽：提供建议意见、审校论文等

参考文献

[1] 吕叶辉，吴学平，王新艳，等. 线上线下混合式教学在应用型本科医学院校的改革实践：以正常人体学为例[J]. 卫生职业教育，2019，37(24)：51-53. DOI: 10.20037/j.issn.1671-1246(2019)24-0051-03.

[2] 黄海龙. 虚拟3D女性骨盆模型在解剖学教学中的应用[J]. 四川解剖学杂志，2015，23(3)：45-46. DOI: 10.3969/j.issn.1005-1457.2015.03.013.

[3] 余泰，范恺洋，海军军医大学教保处，等. “互联网”背景下的解剖学实验教学改革[J]. 中华医学教育探索杂志，2021，20(2)：171-174. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20200226-00395.

[4] 雷媛. 部分医学院校解剖教学3D模型使用情况调查与分析[J]. 中国教育技术装备，2022(10)：18-19，25. DOI: 10.3969/j.issn.1671-489X.2022.10.018.

[5] 赵久红，李志宏，李堃，等. 基于互联网+的正常人体学混合式教学设计[J]. 解剖学研究，2022，44(3)：302-305. DOI: 10.20021/j.cnki.1671-0770.2022.03.31.

[6] 黄浩忠，聂永梅，万居易，等. 基于雨课堂的混合式教学在医学教育中应用效果的Meta分析[J]. 基础医学教育，2021，23(10)：740-744. DOI: 10.13754/j.issn2095-1450.2021.10.20.

[7] 艾秀丽，刘卓，王寒明. 医学生在药理学学习中对思维导图接受程度的影响因素研究[J]. 中国医学教育技术，2025，39(1)：98-102. DOI: 10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.202501017.

[8] 吕叶辉，李志宏，吴学平，等. 手势比拟结合3D实物标本在解剖学中的实践探索[J]. 基础医学教育，2023，25(7)：614-616. DOI: 10.13754/j.issn2095-1450.2023.07.12.

[9] 张烨，宁悦. 技术接受模型视角下德国职业教育数字化转型：举措、成效与隐忧[J]. 中国职业技术教育，2025(20)：104-112.

[10] 杨玲，吴学平，刘丽，等. 基于3D数字标本和手势比拟法的智慧课堂在正常人体学教学中的实践[J]. 医学教育管理，2025，11(3)：289-296. DOI:10.3969/j.issn.2096-045X.2025.03.007.

[11] 李婷婷，代健民，潘洪志. 虚拟仿真实验教学的探究与创新人才的培养[J]. 中国继续医学教育，2019，11(8)：53-55. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9308.2019.08.022.

[12] 周倩倩，朱爱勇，曹文婷，等. 虚拟仿真技术在助产专业教学中应用[J]. 实验室研究与探索，2021，40(7)：237-240，257. DOI: 10.19927/j.cnki.syyt.2021.07.052.

[13] 孙平，王增冕，安宁，等. 基于识别断面结构的数字课堂在断层解剖学实验教学中的应用[J]. 中华医学教育探索杂志，2023，22(10)：1510-1513. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20210810-01450.

[14] 林宗武. 临床医学教育培养视觉思维能力的策略与方法[J]. 复旦教育论坛，2011，9(6)：93-96. DOI: 10.13397/j.cnki.fef.2011.06.001.

[15] 王树胜，王俊菊. 动机驱动的AI赋能外语学习接受度研究：基于技术接受模型[J]. 外语电化教学，2024(6)：23-29，108. DOI: 10.20139/j.issn.1001-5795.20240500.

[16] Lee JWY, Ong DW, Soh RCC, et al. Exploring student acceptance of learning technologies in anatomy education: a mixed-method approach [J]. Clin Anat, 2025, 38(3): 334-346. DOI: 10.1002/ca.24254.

[17] 范建丽，张新平. 大数据+智能时代的教师数智胜任力模型研究[J]. 远程教育杂志，2022，40(4)：65-74. DOI: 10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2022.04.001.

[18] 彭伟成，聂子璇，谭诤. 高校教师混合式教学采纳行为影响因素研究：基于计划行为理论和技术接受模型 [J/OL]. 赣南师范大学学报. 2025-11-18. https://link.cnki.net/doi/10.13698/j.cnki.cn36-1346/c.2025.06.011.

[19] 刘丽，杜抱朴，王璐璐，等. 人体标本数字化教学资源的建设与应用[J]. 基础医学教育，2023，25(11)：993-996. DOI: 10.13754/j.issn2095-1450.2023.11.15.

[20] 王守碧，凌文静. 虚拟现实在护理跨学科合作中的应用进展及护理人员的角色定位[J]. 医学研究与教育，2023，40(4)：61-66. DOI: 10.3969/j.issn.1674-490X.2023.04.010.

[21] 张晗，陈廷，马群，等. 智慧教学环境下医学类课程混合式教学模式的实践[J]. 中国医学教育技术，2024，38(4)：493-497. DOI: 10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.202404018.

（收稿日期：2025-11-02）
（本文编辑：兰明娟）