嵌入可视化教学模式　促进生物学概念建构

——以“心脏的结构与功能”为例

王　贞[1],张俊楠[2],王　芝[3]

(1.合肥市第四十八中学,安徽合肥 230601;2.合肥市第三十中学,安徽合肥 230001;
3.中国科学技术大学附属中学,安徽合肥 230601)

摘　要:以“心脏的结构与功能”这一重要概念的教学为例,针对传统猪心灌水实验存在的操作局限与观察盲区,设计并开发3D交互动画版猪心灌水仿真实验,构建起“预测→演示与解释→讨论→反馈”的嵌入可视化教学流程。通过可视化资源与实验教学的深度融合,破解心脏结构与血液流动路径的抽象难点,帮助学生纠正“血液可倒流”的迷思概念,并自主建构“结构与功能相适应”的生命观念,为初中生物学概念教学提供可复制的实践范式。

关键词:概念教学;猪心灌水实验;可视化教学;3D交互动画;心脏;结构与功能

DOI:10.19935/j.cnki.1004-2326.2026.10.019

引用格式:王贞,张俊楠,王芝.嵌入可视化教学模式　促进生物学概念建构:以“心脏的结构与功能”为例[J].实验教学与仪器,2026,43(10):77-80.

概念建构是生物学核心素养落地的关键,但复杂概念的建构过程常因知识抽象性而受阻。例如,初中生物学“心脏的结构与功能”教学长期面临学生前概念难以转变与实验观察困难的挑战。现有研究虽倡导利用可视化技术辅助教学,但多数资源仅限于单向演示,未能深度嵌入探究流程以促进学生概念的转变。为弥补这一不足,笔者基于嵌入可视化教学理论,开发了交互式3D仿真实验,并设计“预测→验证→研讨”的教学闭环,旨在探究该模式如何有效促进学生自主建构“结构与功能相适应”的科学概念,以期破解抽象概念教学难题。

1　研究背景与教学意义

1.1　课程标准要求

《义务教育生物学课程标准(2022年版)》(以下简称“课标”)明确提出,围绕大概念组织教学内容和教学活动[1]。因此,教师在教学中要重视概念的主动建构:一是应基于学生认识的丰富、具有代表性的事实,为概念形成提供支撑;二是应组织学生对事实进行归纳、抽象、概括,从而帮助其建构概念;三是应注意学生头脑中已有的前概念,特别是似是而非的日常概念、与科学概念相抵触的错误概念。赵占良[2]强调,概念教学重在理解和意义建构,而不是直接传递或让学生机械记忆。初中生物学“心脏的结构与功能”隶属于一级主题“人体生理与健康”,是“人体的结构与功能相适应,各系统协调统一,共同完成复杂的生命活动”这一大概念下的关键次位概念,直接关联血液循环系统的学习,对学生理解“人是统一整体”具有奠基作用。

1.2　传统教学困境

心脏结构复杂、血液流动路径抽象,是初中生物学教学的重点与难点之一。在传统教学中,学生通过解剖并观察哺乳动物的心脏来认识其各部分的结构及功能,并利用猪心灌水实验来探究心脏内血液流动的路径和瓣膜的功能,进而认同心脏结构与功能相适应的观念。但是,开展猪心灌水实验存在三大突出问题:一是实验材料缺陷,市场采购的猪心80%因屠宰方式导致心脏壁破损、血管缺失,无法完成规范灌水操作;二是观察局限,即使获得了完整且保留血管的猪心进行注水实验,也无法直观呈现心脏内部水流轨迹;三是前概念干扰,教学前的调查显示,78%的学生认为“心脏内血液可以逆向流动”,这一认识与科学概念存在冲突。

为了解决以上教学难点,一些教师进行了教学优化。例如,张锋等[3]通过操作心脏模型模拟瓣膜功能;周召路等[4]利用已经完成解剖的猪心脏标本,引导学生观察心脏瓣膜的开闭方向。但是,在解剖实验中,心脏瓣膜结构复杂且视野较小,学生难以通过教师演示清晰辨识;若由学生自行实验,又难以找准瓣膜并观察动态开闭方向,且碎片化观察不利于学生对心脏血液流动路径及瓣膜控制血

流方向的整体理解。基于以上困境，笔者尝试通过嵌入可视化模式（Visualization-Embedded Teching，VET）突破教学难点，帮助学生在理解的基础上建构概念。

1.3 VET教学模式的价值

该案例运用中国科学技术大学徐奇智等[5]提出的VET教学模式，其核心是在教学的恰当时机嵌入可视化的教学环节，将抽象知识具象化，突破难以表征的难点，助力复杂概念的建构。通过“预测→演示与解释→研讨→反馈”的闭环设计，引导学生经历验证猜想、可视化呈现以化解认知冲突的学习过程，实现概念的自主建构和意义理解。VET模式中使用的可视化资源，主要包括运用计算机图形学技术开发的视频、动画、图片、交互式软件、3D模型等资源，目的是可视化呈现某个概念；在生物学教学中，可视化资源也可以来源于实验观察、实物模型呈现等。针对猪心灌水实验教学的痛点，笔者所在的课题组开发了3D交互式动画版猪心灌水仿真实验。

2 教学实施过程

在学生已完成猪心解剖实验、能辨识心脏的4个腔室及血管连接关系，并已建构了心脏结构概念模型的基础上，将教学环节聚焦于“心脏功能探究”，并围绕该主题展开教学设计。

2.1 创设情境，激发探究欲

展示水泵工作原理示意图，引导学生类比：“水泵通过动力将水从进水管输送至出水管，心脏作为血液循环的动力器官，血液如何流入、流出心脏？”结合心脏结构模型图，抛出核心问题，激活学生已有的心脏形态结构知识，为功能探究作好铺垫。

2.2 猜测1

【预判水流方向，暴露学生前概念】针对问题“如果将水灌入上腔静脉（下腔静脉扎紧），挤压心脏后水从哪根血管流出？如果注入肺动脉、肺静脉或主动脉，结果又会如何？”学生根据心脏结构猜测，在导学案上完成注水口与出水口的连线匹配（表1）。结果显示，82%的学生认为“静脉注入的水从对应动脉流出，动脉注入的水从对应静脉流出”。这明显暴露了“血液可倒流”的错误前概念。

2.3 演示与解释1

【可视化交互验证，制造认知冲突】教师操作3D交互式动画，演示心脏灌水实验，并重点标注注水口与出水口的对应关系，实验结果如图1、图2所示。

结合3D交互式动画演示实验的结果，学生对之前猜测的结果进行了修正，结果如表2所示。学生发现：心脏内血液只能沿一定方向流动（从静脉进入心脏，从动脉流出心脏），而不能倒流（不能从动脉进入，从静脉流出）。这与之前的猜测不一致，形成了强烈的认知冲突。

表1 学生猜测心脏灌水实验结果

注水口	出水口
上腔静脉（下腔静脉扎紧）	上腔静脉（下腔静脉扎紧）
肺动脉	肺动脉
肺静脉	肺静脉
主动脉	主动脉

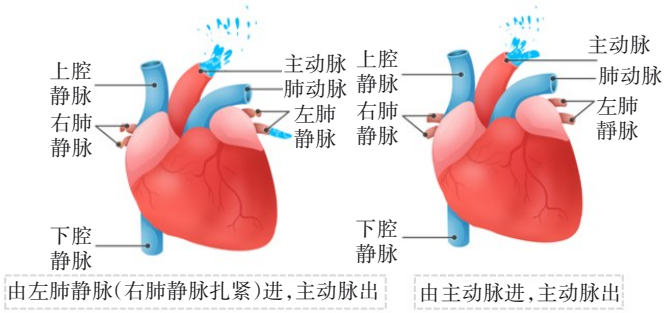


图1 心脏灌水演示结果1

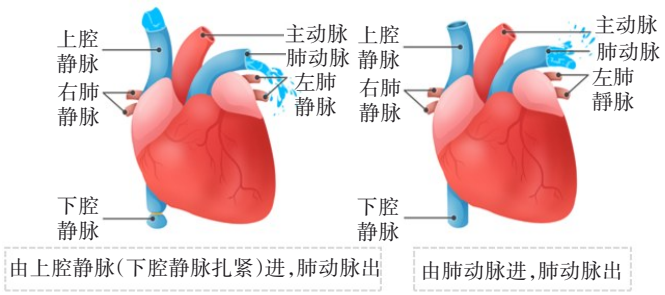


图2 心脏灌水演示结果2

表2 学生修正猜测心脏灌水实验结果

注水口	出水口
上腔静脉（下腔静脉扎紧）	上腔静脉（下腔静脉扎紧）
肺动脉	肺动脉
肺静脉	肺静脉
主动脉	主动脉

2.4 猜测2

【推理流动路径，初步建立结构与功能关联】在灌水实验中，为什么从静脉灌水能从动脉流出？这一疑问充分激发了学生继续探究心脏内部结构与血流路径的欲望。结合解剖观察，依据“血管与腔室的连接关系”，学生推理并预测血流路径为：“上腔静脉→右心房→右心室→

肺动脉”和“肺静脉→左心房→左心室→主动脉”。那么，为什么从动脉灌水不能从静脉流出？对照心脏结构，学生猜测：这可能与心脏瓣膜有关，瓣膜像单向阀门，确保血液只能沿“心房→心室→动脉”的方向流动，不能倒流。强烈的认知冲突由此产生，驱动学生一探究竟。

2.5 演示与解释2

【拆解内部轨迹，明晰核心机制】在教师的指引下，学生再次使用3D交互动画的心脏剖面演示功能，动态呈现水流在心脏内部的流动过程，显示房室瓣、动脉瓣的开合状态。实验结果如图3、图4所示。

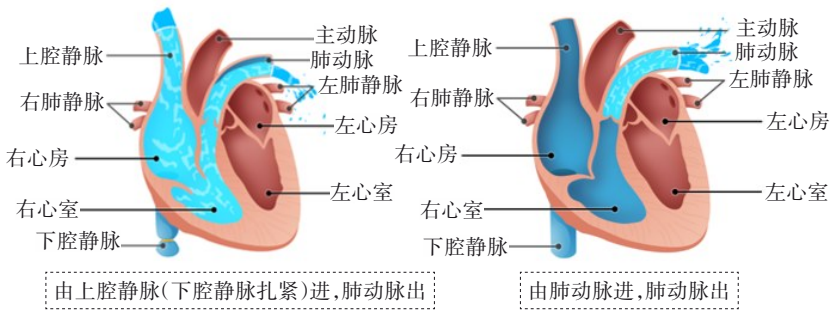


图3 心脏灌水剖面演示结果1

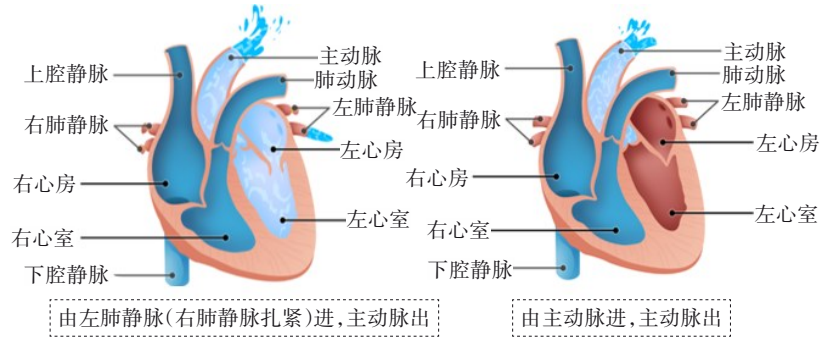


图4 心脏灌水剖面演示结果2

通过可视化动态拆解，学生直观观察到“静脉→心房→心室→动脉”的单向流动路径；从肺动脉注水后，由于瓣膜阻挡，水并没有进入心脏，而是直接从肺动脉流出来；从主动脉注水后，由于瓣膜阻挡，水也没有进入心脏，而是直接从主动脉流出来。结合心脏解剖实验的观察，学生进一步辨识瓣膜适用于单向开放的结构特点，从而认识到瓣膜的单向开放是防止血液倒流的关键机制。

2.6 深化概念研讨，建构生命观念

针对“心脏左右腔室血液类型”和“心脏工作机制”等内容，组织学生分组讨论以下问题，形成共识（表3）。通过研讨，学生从“结构决定功能”的视角深化对心脏概念的理解，初步建构“结构与功能相适应”的生命观念。

2.7 呈现可视化反馈，巩固学习成果

作为该节课的学习反馈，学生在学案上绘制心脏剖面图，标注腔室、血管、瓣膜等名称，用箭头标示血流路径（图5）。抽样检测显示，95%的学生能准确绘制路径，88%的学生能解释瓣膜的单向控制作用，其错误前概念得到有效纠正。课后，教师组织学生制作心脏结构模型（图6），并进行展评，巩固学习成果。

表3 学生研讨内容

研讨问题	学生核心结论
1. 心脏左右两侧不连通的意义	避免动脉血与静脉血混合，保证血液含氧量稳定
2. 心室壁比心房壁厚的原因	心房收缩将血液由心房泵入心室，而心室收缩将血液由心室通过动脉泵往身体其他部位。由心室泵出的血液运输距离更远，需要心室壁更大的收缩力，而心室壁比心房壁更厚才能满足其功能需求
3. 血液单向流动的原因与意义	房室瓣（心房→心室开放）和动脉瓣（心室→动脉开放）的结构特性，保证血液循环高效、有序进行

3 教学反思与成效

3.1 利用可视化资源，突破教学难点

运用3D交互式动画设计的仿真实验区别于一般的视频播放，它将视频播放的单向知识接收过程，转变为一个

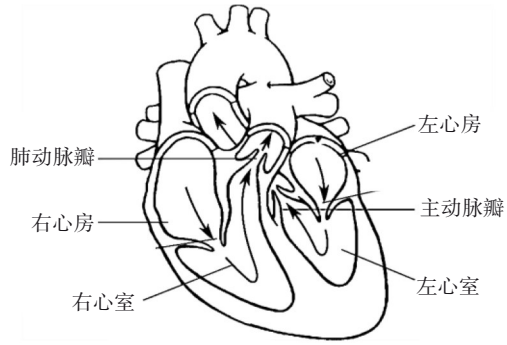


图5 心脏(剖面)结构



图6 学生制作的心脏模型

开放性的、可探究的、允许试错的“科学探究过程”,可以让学生设计不同“实验条件”,如关闭/打开某个瓣膜,观察血流变化,以便理解各结构功能的必要性。通过三维空间结构弥补视频平面呈现的不足,心脏3D动画的交互不仅可用于演示实验操作,还可展现心脏内部动态血流画面。这样就有效突破了结构难点,降低了初中生对心脏复杂生理结构和功能的认知负荷。在智慧课堂平板上自主操作3D交互式动画,兼顾了不同层次学生的个性化学习需求,充分发挥了现代教育信息技术的优势。

同时,凸显了“课标”提出的“运用数字化资源,改进教学内容的呈现方式,优化教学过程,增强教学的直观性、生动性和丰富性”[1]。教学后的测试结果显示,学生对“心脏结构和血流路径”的掌握率从课前的32%提升至91%,难点突破效果显著。

3.2 善用可视化资源,虚实融合建构概念

现代教育技术在呈现复杂动态过程方面具有独特优势,是可视化教学的重要支撑。需要强调的是,在概念教学中获取支撑概念形成的事实与证据,其途径并非单一。实验观察、探究、模型展示等传统实践手段同样是重要的证据来源。这就需要教师“善用”可视化资源:不能仅将其作为唯一来源,而应结合教学内容,将其与传统实践结合,实现优势互补,构建虚实融合的探究路径。比如,在该节课中,学生先通过“猪心解剖观察”(实)认识心脏结构,在此基础上通过自主操作“心脏灌水实验的3D交互式动画”(虚)探究心脏功能,两个维度共同促进“结构与功能相适应”这一核心概念的完整建构。

3.3 VET模式促进深度学习,实现素养转化

VET教学模式,并非技术的简单叠加,而是现代教育技术与生物学教学的深度融合。学生首先提出自主猜想(如“从主动脉灌水会如何”),随后在教师的指导下通过动画演示创设认知冲突,进而分析现象、推理机制,并通过小组研讨、汇报反馈完成概念的自主建构。在这一教学过程中,视觉认知工具和可视化表征影响着学生的思维过程和学习过程。学生沿着“基于结构预测功能→设计虚拟实验验证→依据结果修正认识”的科学思维路径,借助信息技术让实验探究可视化,使整个探究过程有理有据,从而发展科学探究素养[6]。

基金项目:安徽省教育科学研究项目2025年度专题项目“指向教学评一致性的初中生物学跨学科实践活动行动研究”,编号:JK25132;安徽省教育科学研究项目2025年度专题项目“初中生物学跨学科主题深度学习的案例研究”,编号:JKT25044;安徽省教育科学研究项目“减轻学生过重学业负担,课堂教学提质增效行动研究”,编号:JKZ24005。

作者简介:王贞(1968—),女,高级教师,研究方向:初中生物学教学与教研,E-mail:605991698@qq.com。

参考文献

[1] 中华人民共和国教育部.义务教育生物学课程标准(2022年版)[S].北京:人民教育出版社,2022.
[2] 赵占良.概念教学刍议(一):对概念及其属性的认识[J].中小学教材教学,2015(01):40-42.
[3] 张锋,段玉佩.建模达成重要概念,凸显学科育人价值:两节同题生物课教学的比较研究[J].福建教育,2025(Z2):103-105.
[4] 周召路,陈淑香.“心脏的结构与功能”实验改进与创新[J].生物学通报,2022,57(01):50-52.
[5] 徐奇智,张林昕,张淑雅.在传统科学课堂中嵌入可视化的教学方法与案例研究[J].科学传播与科学教育,2022(01):117-127.
[6] 李建锋.基于信息技术的初中物理可视化教学探讨:以“凸透镜成像的规律”为例[J].中学物理,2023,41(18):60-62.