

## 教学

## 生物化学课堂融入“动态平衡与稳态观”的教学设计与实践

董德刚<sup>1</sup>, 潘玲玲<sup>2</sup>, 宋梅<sup>3</sup>, 武晓丽<sup>1\*</sup><sup>1</sup>江西中医药大学生命科学学院, 南昌 330004; <sup>2</sup>江西中医药大学科研处, 南昌 330004;<sup>3</sup>南昌医学院公共学科教学部, 南昌 330004)

**摘要:** 当前生物类专业课程教学人文认识观的自然融入较为缺乏。本文挖掘了生物化学课程中“动态平衡与稳态”元素, 通过任务驱动式教学模式将“动态平衡与稳态”自然融入生物化学教学, 引导学生树立稳态观、动态观和平衡观, 增强学生的整体与全局意识, 使学生学习知识网络化、立体化与综合化, 旨在探索生化教学从“多教少学”向“少教多学”的转变范式, 努力提升生物化学教学改革的针对性、科学性和实效性。

**关键词:** 生物化学; 动态平衡; 稳态; 任务驱动; 逆过程

## The teaching design and practice of integrating “dynamic balance and steady state view” into Biochemistry classroom

DONG Degang<sup>1</sup>, PAN Lingling<sup>2</sup>, SONG Mei<sup>3</sup>, WU Xiaoli<sup>1\*</sup><sup>1</sup>College of Life Science, Jiangxi University of Chinese Medicine, Nanchang 330004, China;<sup>2</sup>Department of Scientific Research, Jiangxi University of Chinese Medicine, Nanchang 330004, China;<sup>3</sup>Department of Public Discipline Teaching, Nanchang Medical College, Nanchang 330004, China)

**Abstract:** At present, there is a lack of natural integration of humanistic cognition in the teaching of biology courses. This paper explores the element of “dynamic balance and steady state” in Biochemistry course, integrates “dynamic balance and steady state” into Biochemistry teaching naturally through task-driven teaching mode, guides students to establish steady-state view, dynamic view and balanced view, strengthens students’ overall and global consciousness, enables students to learn knowledge networked, three-dimensionally and integrated. The aim is to explore the transformation paradigm of biochemical teaching from “more teaching and less learning” to “less teaching and more learning”, effects should be made to improve the pertinence, science and scientificity of Biochemistry teaching reform.

**Key Words:** Biochemistry; dynamic equilibrium; steady state; task-driven; inverse process

生物化学是生物医药、农林牧渔等专业学生的共同必修课程, 是一门重要的自然科学课程。生物化学课程内容专业性强, 涉及生物大分子的物质组成、结构、功能以及性质等内容, 概念抽象

难懂, 教师难教, 学生有畏难甚至厌学情绪。常规的生物化学课程教学倚重生化知识的传承, 把知识传授置于教学的核心, 认为只要通过对生化知识点的详细讲解就能为学生提供最有效的知识

收稿日期: 2023-08-30

基金项目: 江西中医药大学教学改革课题项目(2021jzyb-23); 江西中医药大学首批科技创新团队资助项目(CXTD22009)

第一作者: E-mail: andydau@126.com

\*通信作者: E-mail: 710788651@qq.com

习得路径。然而,情况往往相反,大量的生化信息使学生忙于记忆,而对知识缺乏真正的理解,学生对知识的掌握有限,教师教学事倍功半,形成了“教师教多而学生学少”的尴尬局面。如何提高生物化学教学质量,提升学生学习的积极性已成为生物化学课程教学改革课题的重要方向。

目前,生物化学的课程教学改革研究在顶层设计、教学形式方面取得了较好的实践成效,已发展出翻转式、探究式、情境体验式及任务驱动式等新的教学模式。然而,这些教学法应建立在行之有效、可实践的案例教学内容基础上。课题组前期以内容为导向,深入开展了中医药专业生物化学课程教学改革探索<sup>[1,2]</sup>。本文继续以生物化学教学内容中的“动态平衡与稳态”元素为切入点,围绕生化中“逆过程”这一内容,开展生物化学自主式教学改革的实践与探索。

生物学学科核心素养的内容主要包括四大部分:生命观念、科学思维、科学探究以及社会责任<sup>[3]</sup>。其中,生命观念是生物学学科核心素养的标志<sup>[4]</sup>。而动态平衡观与稳态始终是生命观念中的重点概念,也是生物化学课程中的重要内容。本文以生物化学课程特点为依据,通过实际问题教学与任务驱动教学相结合的模式,构建生物化学课程教学内容与教学模式上的优化设计,旨在规避生物化学教学存在的“教多学少”的现象,帮助学生体验生化知识的运用过程,实现知识的网络化建构和迁移,提高生物化学教学效果,并为其他相关专业课程教学实践提供可借鉴的思路与方法。

## 1 生物化学中“动态平衡与稳态”

生物化学课程中蕴含着丰富的动态平衡观,动态平衡与稳态反映的是事物内部总量的变化规律,即指总量内部各组成要素之间具有相对平衡关系,又称为稳态。美国生理学家坎农(Cannon WB)于19世纪提出了生物体“内环境稳定”或“自稳态”理念,稳态主要指内环境是可变而又相对稳定的状态,是机体在不断运动中达到的一种动态平衡<sup>[5]</sup>。俞龙<sup>[6]</sup>认为,生命系统的稳态与平衡是物质、能量和信息代谢的有机统一运行状态,信息反馈是其主要机制。随着现代科学的不断发

展,稳态已不仅指内环境的稳定状态,还拓展到机体内外诸多复杂的生理生化过程,用于论证机体在分子、细胞、器官、系统及整体水平的动态平衡状态<sup>[7,8]</sup>。

生物化学重点是在分子水平描述生物体生命活动过程中物质、能量、信息三者发生的一系列化学变化。生物化学中的“动态平衡与稳态”涵盖生物体内的物理、化学及生理等多方面动态平衡。其中,物理与化学动态平衡主要涉及物质、能量及信息的平衡,生理动态平衡主要从分子、细胞、器官及整体水平上探讨机体内生命物质的时空变化,这些平衡系统共同维持机体生命,保证人体正常的生理活动。因此,笔者认为生物化学的“动态平衡与稳态”可理解为机体内物质、能量以及信息代谢的整体状态,是机体通过三者的动态变化共同维持自身内环境的相对稳定状态。构建“动态平衡与稳态观”,有利于学生从整体、动态角度认识生命的化学变化。

## 2 生物化学动态平衡中的“逆过程”内容分析

化学中的“不可逆”反应与“可逆反应”概念与在生物化学中的概念有巨大差异。化学中的“不可逆”性体现在宏观上净反应方向不改变,物质流向不改变;而不是指反应本质上的不可逆,对这种反应的更为确切的描述应该是“远离化学平衡状态的可逆反应”。而生物化学中的“不可逆”是在限制条件(如生理条件)下的概念,并且其探讨的可逆性也仅是反应在表观上的物质流向,而并不涉及反应实质<sup>[9]</sup>。生物化学反应过程往往是在开放环境中,生物化学中所谓的“可逆反应”与封闭反应中的物理化学可逆反应大相径庭,生物化学正反应方向与逆反应方向的反应条件(如参与反应的酶)、反应场所、物质变化及能量变化形式往往是不相同的,如酶的化学修饰中酶的磷酸化及其“逆过程”去磷酸化中参与的酶(蛋白激酶与蛋白磷酸酶)是两种不同的酶,又如乙酰CoA在肝脏中生成酮体,而酮体在肝外组织重新生成乙酰CoA被利用,其中涉及的乙酰CoA存在于不同组织。因此,不能将生物化学中的“逆过程”简单地理解为化学反应中的可逆反应。

### 3 生物化学中“动态平衡与稳态”教学实践

笔者采用教学导入与任务驱动式教学相结合的模式, 进行生物化学“动态平衡与稳态观”的教学实践。授课对象为本校大二中医学、中西医临床医学专业学生。分别在静态生化与动态生化两个模块以及机能生物化学模块(分子生物学)讲授结束后, 进行任务驱动式教学, 以启发学生自主学习与思考, 引导学生总结与归纳, 为全课程任务驱动式教学奠定基础。

#### 3.1 教学导入

##### 3.1.1 教学准备

教师详细阐述生物化学“动态平衡与稳态观”这一章节内容, 依据勒夏特列原理, 结合学生高中学习过的可逆反应及化学平衡概念, 从反应性质、特点、条件、场所等方面, 结合文献<sup>[10]</sup>, 将生物化学中的“逆过程”与物理化学中“可逆反应”进行比较, 区别二者的概念。

##### 3.1.2 提出问题

以ATP与ADP相互转化为例进行情景导入。人体中只有少量的ATP, 但即使人体在静息状态下, 每天消耗的能量需要水解40~83 kg的ATP, 接近于人体自身体质量, 这是否符合物质与能量守恒定律? 如何理解这种生理现象? 并提出, 从上述实例如何理解生物化学中的动态平衡与稳态观?

##### 3.1.3 解决问题

机体利用ATP分子生成ADP, 而ADP主要通过氧化磷酸化过程重新转变成新的ATP分子进行利用, 产生新的ADP分子。一方面, ADP与ATP的相对含量严格调控氧化磷酸化过程, 当能量消耗时ADP生成量增加, 氧化磷酸化加快, 从而促进ADP转化为ATP提供能量; 另一方面, ADP与ATP相互转化, 并符合物质与能量守恒规律, 有利于维持能量稳态。

在学生对问题的讨论结束后, 教师可根据教学实践情况进行总结与评述。主要针对学生分析问题的思路、角度、方法等方面进行评价, 教师对问题讨论的结果不进行简单的对与错的评价。教师进一步适时提出生物化学课程中还有哪些“动态平衡与稳态观”, 以促进对机体内物质或能量的动态平衡状态的认识, 为之后的任务驱动式教

学起到抛砖引玉的作用。

#### 3.2 任务驱动式教学过程

通过对上述教学导入的实践与启发, 进一步以“动态平衡与稳态观”为内容开展任务驱动式教学。将学生按男女异质形式随机分组, 每组3~4人, 为避免内容重复, 规定每组局限在生物化学教材不同章节, 对每组提出教学任务(逆过程), 并举例说明动态平衡状态及其生理意义。选出组长, 组员在组长的带领下进行任务学习与讨论。

首先, 教师播放“稳态与血糖调节”短视频, 创设情境, 启发学生讨论。学生按照讨论结果选择主题, 进行查阅教材, 资源整合, 学生对相关内容演讲汇报。其他小组学生观看并听取汇报内容, 并进行点评, 可针对有疑问处进行提问。教师为学生学习的指导者与引导者, 听取各组学生汇报, 补充说明, 开展形成性评价。按照学生自评: 小组互评: 教师评价=3: 4: 3计算讨论总成绩, 以此保证学生在任务驱动教学实施过程中的有效性, 详见表1。

学生受教学导入以及创设情境启发, 对该内容理解较为透彻, 参与积极性较强。每组同学都能比较准确地讲解生物化学中的“动态平衡与稳态观”, 不仅能较准确地总结与归纳出各章节中涵盖的“逆过程”。有些学生还将相关内容做成思维导图、短视频、动态图等模式, 形象地说明正逆过程二者间的相关性及意义。此外, 有些学生能自主探究, 跳出教材提出新问题, 如有学生就“糖原引物”这一糖原蛋白来源问题提出疑问, 指出除蛋白生物合成的糖原蛋白之外, 因糖原分解的酶不涉及糖原蛋白的分解, 因此认为糖原分解后剩余的“糖原蛋白”可能是新的糖原分子“糖原引物”的来源, 是糖原蛋白构建糖原与葡萄糖之间相互转化的桥梁, 从而维持血糖水平的

表1 任务驱动式教学考核评价体系

评价类别	评价内容	成绩占比%
学生自评	知识掌握情况	15
	课堂活动参与度	15
小组互评	小组活动效果	15
	与动态平衡观的关联度	25
教师评价	章节测试	10
	期末考试	20

稳态。诸如此类的探究在讨论教学中较为常见，不仅让学生自主学习，且能启发其他同学。学生对“动态平衡与稳态”任务驱动式教学部分的讨论结果见表2。

#### 4 教学评价与反馈

在问题教学与任务驱动式教学完成后，我们采取多维互评与自评的方式，对参加“动态平衡观与稳态”内容学习的3个中西医临床医学班135名学生进行授课效果问卷调查。收集调查问卷128份，有效回收率为94.8%。对问卷结果进行总结，主要有以下几种情况。(1)学生对课堂实行主题探讨的态度：79.7%赞成、7.8%反对、12.5%无所谓。其中，赞成的学生认为，主旨探究能促进其对生化知识的生成、发展、迁移、归纳和拓展，有利于知识构建的网络化、立体化与综合化；反对的学生更愿意接受传统的教师直接知识讲授模式；其他学生更关注考试内容，对讨论式教学无感。(2)学生对本次大家讨论的“逆过程”与符合“动态平衡观”的评价：75%符合程度高、18%符合程度一般、7%符合程度低。大部分同学认为，本次主旨讨论学习过程中，各组讨论结果高度符合动态平衡观，加深了对生物化学中动态平衡观的理解。(3)学生对生物化学知识学习水平促进作用的评价：正面为90.6%、中性为6.3%、负面占3.1%。可见，绝大部分学生肯定了该主旨探讨有

助于生化知识的学习，显著提高了教学效果。(4)学生对思维方式与人文素养影响的自评：54.7%的学生认为，有助于树立稳态观、动态观和平衡观；43.8%的学生认为，有助于增强整体与全局意识；35.2%的学生认为，有助于科学素养与人文精神的综合培养。具体结果见表3。

#### 5 存在问题及反思

近几年来，我们通过任务驱动式教学，致力于将“动态平衡与稳态观”融入生化课堂教学，取得了较好的教学效果。但在实践过程中存在一些难点：一是“动态平衡与稳态”对学生学习生化及其知识点的综合性要求较高，部分学生平时学习生化知识碎片化或课前准备不足，不能充分融入课堂讨论；二是不少学生习惯“照本宣科”的学习模式，难以适应从知识的接受者向知识的探究者转变，对所学知识不能灵活地应用到实践中；三是“动态平衡与稳态”融入课程后的评价机制仍不够完善，部分教学内容不在生物化学课程考试等终端性评价范围内，有些学生更倾向于关注考试内容，参与教改的积极性不强。

相较于教师教，学生学以及有明确考核指标的传统生化课程教学模式、任务驱动式的“动态平衡与稳态”融入，对教师与学生提出了较高的要求。针对目前存在的问题，我们需要继续探索教学活动的客观规律，在实践中不断总结与反思积

表2 基于任务驱动的动态平衡与稳态生物化学教学举例

模块	主题	动态平衡相对状态	生理意义
静态生物化学	氧化还原态	$2\text{GSH} \rightleftharpoons \text{GSSG}$	维持氧化还原平衡
	电子传递	$\text{FMN}/\text{FAD} \rightleftharpoons \text{FMNH}_2/\text{FADH}_2$	电子传递持续进行
	酶的抑制剂	羟基酶 $\rightleftharpoons$ 磷酸化酶	酶的中毒与解毒机制
	酶的化学修饰	$\text{E}-\text{OH} \rightleftharpoons \text{E}-\text{O}-\text{P}$	酶的活性调节方式
动态生物化学	跨膜转运	苹果酸 $\rightleftharpoons$ 天冬氨酸 柠檬酸 $\rightleftharpoons$ 丙酮酸 肉碱 $\rightleftharpoons$ 脂酰肉碱	物质的跨膜转运与利用
	糖酵解与糖异生	糖酵解与糖异生	
	物质代谢转化途径	肝糖原的合成与分解 组织蛋白的分解与合成等	维持生命活动的需要
	知识拓展	线粒体动力学变化 表观遗传学调控	线粒体裂变与融合 DNA甲基化与去甲基化

**表 3 基于动态平衡与稳态观的问题教学与任务驱动式教学满意度调查**

调查内容	肯定	中立	否定
课堂实行本主题探讨的态度	102(79.7%)	10(7.8%)	16(12.5%)
符合“动态平衡与稳态”的评价	96(75.0%)	23(18.0%)	9(7.0%)
知识学习水平促进作用的评价	116(90.6%)	8(6.3%)	4(3.1%)

极有效的教学改革方法和经验。一方面我们要关注教学目标以及目标达成的课程设计逻辑, 日常教学中较频繁地以“发现问题到解决问题”的方式优化教学设计, 规避学生在学习过程中囫圇吞枣、生搬硬套、机械解释知识; 另一方面在讨论教学实践中, 我们会在课前提前(一般提前1周左右)应用超星或雨课堂等线上平台发布讨论学习内容, 布置课前准备要求, 适时了解每位及每组学生的准备情况, 以充分调动学生的积极性、参与性, 并在一定程度上解决课堂教学时间的有限性和讨论活动无限性的矛盾。

## 6 结语与展望

当前, 生物化学课程教学改革现状中存在以下问题: 一是部分教师仅关注教材内容的教学探索, 而对课程内容中的科学观内涵与外延关联较少; 二是多数教师仍然习惯于采用满堂灌的传统教学方式课程教学; 三是国内各高校生物化学课程普遍课时被压缩, 教学内容和时间的矛盾日益凸显, 教师既要面对教材讲授任务的压力, 又要面对课时不足的客观现状, 不得已只能采取快进式的教学形式, 或取消部分教学内容, 无暇顾及教学课程教学改革的探索。

随着社会和时代的发展变化, 传统教学模式难以满足新时代大学生教育教学的需要。教师不仅要讲授知识, 同时应注重阐述知识背后的逻辑、精神、价值、思想和哲学。在实际教学中, 我们围绕价值塑造、能力培养、知识传授三位一体的教学目标, 重视学生思想哲学、认识观及辩证思维等方面的育人要素。动态平衡与稳态是生物化学生命观念中的一个重要的观念, 有助于培养学生的稳态观、整体观与平衡观。近年来, 我们以深植于生物化学课程中的“动态平衡与稳态”为主题, 以生化中“逆过程”内容为切入点, 进行

生物化学专业课程的教学实践, 兼顾知识传递的同时, 培养学生科学思维和认识观。在教学方法上, 采用教学导入与任务驱动式教学等混合式教学模式, 应用课堂互动、小组讨论、教学反馈等方法强化与学生对话、交流和沟通, 提升学生的参与积极性、合作主动性以及表现自觉性, 规避了“填”“灌”“输”等传统教学方法弊端, 显著提高了教学效果。在教学实践上, 我们紧扣教材, 但又不囿于教材, 重视知识的点面结合, 提高学生对知识的感性认知, 启发学生认识知识间联系的时空规律, 强调学习知识的综合性、研究性、连贯性以及实用性, 并进一步提升学生思维广度与深度, 从动态角度思考和认识生物化学中“逆过程”的限度。

此外, 针对我们所在的中医药高等院校, 动态平衡与稳态观的融入教学对于学生建立中西医结合思维具有积极意义。在我国, 传统医学受古代哲学思维的影响, 认为动态思维主要体现在证的演变、证候分离、动态时空和多维层面四个方面, 平衡思维主要体现在阴阳和合、五脏一体、形神统一、天人相应四个方面<sup>[1]</sup>。中医辨证是以动态、发展的眼光, 多层面、多维度分析疾病(动态失衡状态)的病因与病机。因此, 中医学整体观、辩证观等基础理论与生物化学中的动态平衡与稳态观高度契合。我们在近几年的生物化学课堂教学中有意识将二者进行结合论述, 有效增强了学生中西医结合思维的构建。

总之, 本研究将动态平衡与稳态观这一重要理念融入到生物化学课堂教学中, 以期生物化学教师培养学生的稳态观、平衡观、整体观提供参考。在今后的教学探究中, 进一步将教学实践做到更具全面性、准确性、科学性, 不断完善和修正教学设计与评价机制, 帮助学生用动态平衡观去分析问题, 将所学知识灵活用于实践。积极探索从“多教少学”向“少教多学”的转变新范式, 让学生更多地参与到课堂讨论、模拟实践等创造性活动中去。最终, 将教师的创造性和学生学习的主动性有机结合, 以期提高大学生物化学教学的有效性。

## 参考文献

- [1] 董德刚, 宋梅, 王万春. 中医药科研思路融入生物化学课程

- 教学的探索与实践. 生命的化学, 2020, 40(6): 961-964
- [2] 董德刚, 鲍淑芳, 宋梅, 等. 中医药类专业《生物化学》课程思政教学改革探索—以“酶学”为例. 中国生物化学与分子生物学报, 2021, 37(7): 983-988
- [3] 中华人民共和国教育部. 普通高中生物学课程标准(2017年版)[M]. 北京: 人民教育出版社, 2018: 4-5
- [4] 刘恩山. 生命观念是生物学学科核心素养的标志. 生物学通报, 2018, 53(1): 18-20
- [5] Cannon WB. Organization for physiological homeostasis. *Physiol Rev*, 1929, 9(3): 399-431
- [6] 俞龙. 生命系统的稳态与三类平衡. 生物学教学, 2013, 38(1): 2-4
- [7] 杨丽娜, 杜欣珂, 刘丽, 等. 铁转运平衡在“铁-炎”稳态偶联中的研究进展及治疗探讨. 药学学报, 2022, 57(6): 1593-1603
- [8] 王添乐, 杨晓, 王剑. 蛋白质稳态在病理性心脏重塑中的作用. 中华心血管病杂志, 2021, 49(7): 719-721
- [9] 马新雨, 王志鹏, 田杰, 等. 生物化学中酶促“不可逆”反应及其相关问题辨析. 大学化学, 2019, 34(4): 77-83
- [10] 魏樟庆, 杨益强, 林焕东. 基于动态平衡观建构的教学研究—以“化学反应的限度”为例. 化学教育, 2014, 35(3): 16-19
- [11] 夏淑洁, 陶文娟, 邓丽金, 等. 中医诊断的“衡”与“动”. 中华中医药杂志, 2022, 37(3): 1233-1236