

图尔敏论证模型下初中生物学科学史的教学策略研究

——以“激素调节”为例

管宸悦

赤峰大学化学与生命科学学院，内蒙古 赤峰

收稿日期：2026年6月18日；录用日期：2026年7月15日；发布日期：2026年7月22日

摘要

本文采用图尔敏论证模型(Toulmin's Argument Pattern)，以初中生物学科学史内容作为“资料”要素，构建“甲状腺激素、胰岛素等激素参与人体生命活动的调节”重要概念，进行科学论证教学研究，以加深学生对概念的理解，促进学生科学思维的发展与探究能力的提升，落实生物学课程育人目标。

关键词

科学史教学，图尔敏论证模型，概念构建，激素调节，初中生物学

Teaching Strategies for Junior High School Biology History of Science under the Toulmin's Argument Pattern

—A Case Study of “Hormonal Regulation”

Chenyue Guan

College of Chemistry and Life Sciences, Chifeng University, Chifeng Inner Mongolia

Received: June 18, 2026; accepted: July 15, 2026; published: July 22, 2026

Abstract

This paper employs the Toulmin's Argument Pattern, utilizing historical content from biological sciences as the “data” element to construct the key concept that “hormones such as thyroid hormone

and insulin participate in the regulation of life activities in the human body". Through research on scientific argumentation teaching, this study deepens students' conceptual understanding, promotes the development of their scientific thinking and the enhancement of their inquiry abilities, and fulfills the educational goals of the biology curriculum.

Keywords

History of Science Teaching, Toulmin's Argumentation Model, Concept Construction, Hormonal Regulation, Junior High School Biology

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

《义务教育生物学课程标准（2022 年版）》(以下简称《课程标准》)强调“内容聚焦大概念”，倡导结构化的知识建构。单靠罗列与堆砌零散的知识点，不利于学生从整体上理解生命观念，培养其科学思维[1]。概念的建立本质上是一个科学论证的过程，教师应引导学生基于典型事实与生活经验，通过比较、归纳、质疑与推理自主完成概念的论证与意义建构，在整合知识体系中深化对概念的理解[2]。图尔敏论证模型(Toulmin's Argument Pattern, TAP)为开展科学论证教学提供了基础理论框架，其核心要素“主张”、“依据”和“支撑”即是一条简单的论证[3]。本文以初中生物学教材中的科学史内容为载体，借鉴图尔敏论证模型来开展教学实践，探索在初中阶段实施论证教学的有效策略，旨在促进学生科学思维的发展与探究能力的提升，落实生物学课程育人目标。

2. 基于概念逻辑的支架构建

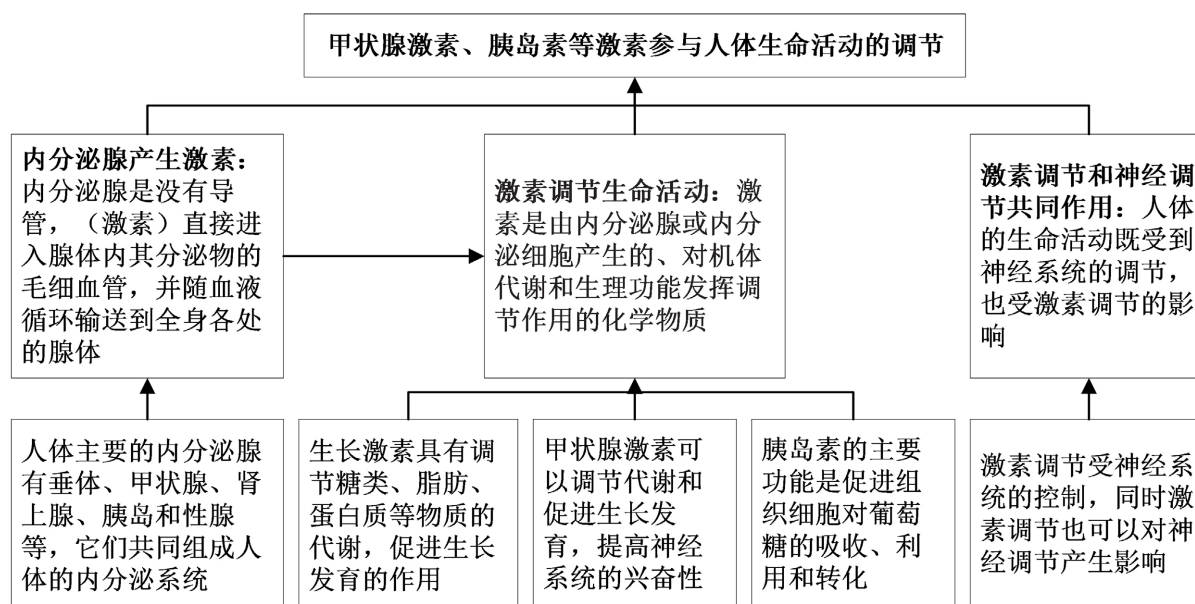


Figure 1. Conceptual framework of "hormone regulation"

图 1. “激素调节”概念框架图

为保障“大概念”教学的有效实施,《课程标准》将上位的、概括性的大概念,依据其内在逻辑与认知规律,逐级分解为若干重要的、下位的具体概念,构建出层次清晰、关联紧密的概念体系。基于上述理念,针对“激素调节”主题,将“甲状腺激素、胰岛素等激素参与人体生命活动的调节”这一学科大概念分解成三个核心子概念:内分泌腺产生激素、激素调节生命活动、激素调节和神经调节的关系(如图1)。

3. 图尔敏论证模型下的概念构建

《课程标准》提出“生物学课程要培养学生能够进行独立思考和判断,多角度以及辩证地分析问题,提出自己的见解;能够对他人的观点进行审视评判、质疑包容”。图尔敏论证模型为落实这一课程目标提供了可操作的思维路径与教学框架。图尔敏论证模型由“主张”、“资料”、“根据”、“限定”、“反驳”和“支持”六要素构成。其中“主张”、“资料”和“根据”为必备要素[3]。

《课程标准》对“激素调节”一节提出的内容要求为“甲状腺激素、胰岛素等激素参与人体生命活动的调节”;学业要求为“结合具体实例,分析人体的内分泌系统对机体内外环境变化所做出的反应,阐明其重要意义”。教材借助生物学史实资料引导学生总结激素的功能,为使发现过程更符合学生认知规律。本文借助图尔敏论证模型重演关键科学发现的历史,还原探究过程,建立科学概念。结合图尔敏论证模型,本节对照实验课教学目标如下:

- 1. 通过分析促胰液素的发现历程,说出激素是从内分泌腺来,随着血液输送到全身各处去发挥作用的一种化学物质。
- 2. 通过小组合作介绍人体主要的内分泌腺与其分泌的激素,举例说明甲状腺激素、胰岛素、生长激素的作用。
- 3. 通过对比神经调节和激素调节的区别,总结出激素调节的特点。
- 4. 通过尝试自主设置对照实验,提升科学探究能力。

为精准诊断学生在科学史探究中的思维发展水平,围绕图尔敏论证模型构建过程性评价量表,从论证水平、证据识别、证据使用、逻辑严密性四个维度进行实时评价,每个维度划分为水平1(基础)、水平2(合格)、水平3(优秀),实现对论证过程的可观察、可反馈、可提升,具体评价量表如表1。

Table 1. Toulmin argumentation model evaluation scale
表 1. 图尔敏论证模型评价量表

评价维度	水平 1 (基础)	水平 2 (合格)	水平 3 (优秀)
论证水平	能提出简单主张,但表述模糊、缺少论证结构;观点零散,不能形成假说。	能围绕问题提出明确主张与合理假说,能进行初步解释;论证较完整。	能自主提出假说、展开推理,能构建反驳与限定条件,论证严密、结构完整。
证据识别筛选	只能找到少量现象信息,不能区分关键证据与无关信息。	能从曲线、实验、史料中识别主要证据,判断证据与问题相关。	能精准提取多组关键证据,主动对比证据,判断证据可靠性与充分性。
证据使用	仅用单一现象支持主张,证据与主张关联弱,支持力度不足。	能用多条史料、实验支持主张,能建立基本对应关系。	能整合多组证据形成证据链,用对照实验强化支持,说服力强。
逻辑严密	推理跳跃、因果不清,存在无依据推测。	因果关系较清晰,推理基本连贯,无明显逻辑漏洞。	因果链完整严谨,能分析实验设计逻辑,能用反例完善概念,结论科学规范。

本量表贯穿本节课程论证的全过程。教师通过课堂观察、小组发言以及论证表达进行实时评价；学生借助量表开展同伴互评；结合即时追问与反馈，引导学生进行严谨论证，真正实现以图尔敏模型促进科学思维发展。

3.1. 论证概念要素一：内分泌腺产生激素

本环节以生物科学史为核心载体，遵循图尔敏论证模型逻辑，将内分泌腺产生激素概念拆解为现象观察、假说提出、实验验证、概念辨析四个层次。从学生真实运动体验切入，依托“血糖变化”、“胰腺切除”、“班廷实验”等经典科学史实，引导学生基于现象提出主张、依据史料修正假说、通过实验证据完成论证，在亲历科学家探究历程中完成激素、内分泌腺概念的自主建构。同时，通过内外分泌腺对比、胰腺特例辨析，实现概念的完善与反驳，最终达成“以史促思、以论证学”，落实科学思维与核心概念的双重培育。具体环节如下：

教师带领学生进行开合跳、高抬腿，请学生分享身体的感受，提出问题：这些反应的能量从何而来，学生回忆回答葡萄糖。教师展示“剧烈运动时身体反应与血糖变化曲线”[4]，学生读图并思考剧烈运动时，肌肉大量消耗血糖，为什么血糖水平不仅没有迅速下降，反而能维持稳定甚至略有上升，教师追问这一现象说明血糖平衡的维持可能依赖什么方式？学生根据观察到的现象和已有知识提出不同主张：有的认为大脑依靠神经系统命令肝脏释放葡萄糖；有的认为需要借助身体分泌某些物质导致肝脏释放葡萄糖；

教师讲解“1889年切除胰腺实验”，并提出问题：切除狗的胰腺后，为什么狗会出现多饮、多尿、消瘦直至死亡的症状，这与人类的何种疾病相似？这一现象说明胰腺可能具有什么功能？学生根据观察到的现象和已有知识提出不同主张：有的认为胰腺能分泌一种“解毒”物质；有的则认为胰腺能产生调节血糖的物质。

教师分发“科学探究任务单”，隐去科学家结论。提供三组实验数据：① 切除胰腺狗患糖尿病；② 结扎胰管(消化腺萎缩)但不患糖尿病；③ 直接注射胰腺提取物失败。在学生讨论的基础上，教师呈现班廷团队的假设：胰腺中可能同时存在破坏该物质的消化酶和分泌该物质的细胞。并介绍其实验操作：首先结扎胰管使分泌消化酶的部分萎缩，然后从保留的胰岛中提取物质，最后将该提取物注射给糖尿病狗[5]。

学生根据上述资料进行推理：对比失败与成功的实验，分析班廷实验每一步设计的目的。他们认识到，结扎胰管是为了排除消化酶的干扰，而注射提取物并观察血糖变化是为了验证其降血糖功能。最终，学生从“切除胰腺导致糖尿病”和“胰岛提取物能缓解糖尿病”这两组关键证据中得出结论：像胰岛这样无导管、分泌物直入血液的腺体，即是“内分泌腺”，内分泌腺没有导管，它们分泌的激素进入腺体内的毛细血管，并随着血液循环输送到全身各处，作用于特定的细胞；胰岛分泌一种能调节血糖的物质，这种物质可被称为“激素”，激素是由内分泌腺或内分泌细胞产生的，对机体代谢和生理功能发挥调节作用的化学物质；整个分析过程使学生亲历了从现象到证据、从假设到验证的科学论证历程，自主建构起核心概念：激素是从内分泌腺来，随着血液输送到全身各处去发挥作用的一种化学物质。

教师通过构建表格对内分泌腺与外分泌腺进行对比，重点指出内外分泌腺的区别在于有没有导管，引导学生举例说出所知道的内分泌腺。教师展示人体内分泌腺图，请小组分别认领一种人体主要的内分泌腺：垂体、甲状腺、肾上腺、胰岛和性腺等，学生合作阅读课本并介绍该内分泌腺功能和分泌的激素。教师总结它们共同组成人体的内分泌系统，分泌许多种激素。教师引导学生回忆旧知：胰腺仅仅是内分泌腺吗？学生回忆并为内分泌腺概念构建反驳，胰腺既是内分泌腺又是外分泌腺，既分泌消化液又分泌激素，因此腺体可以既是内分泌腺也是外分泌腺，本环节论证思路如图2。

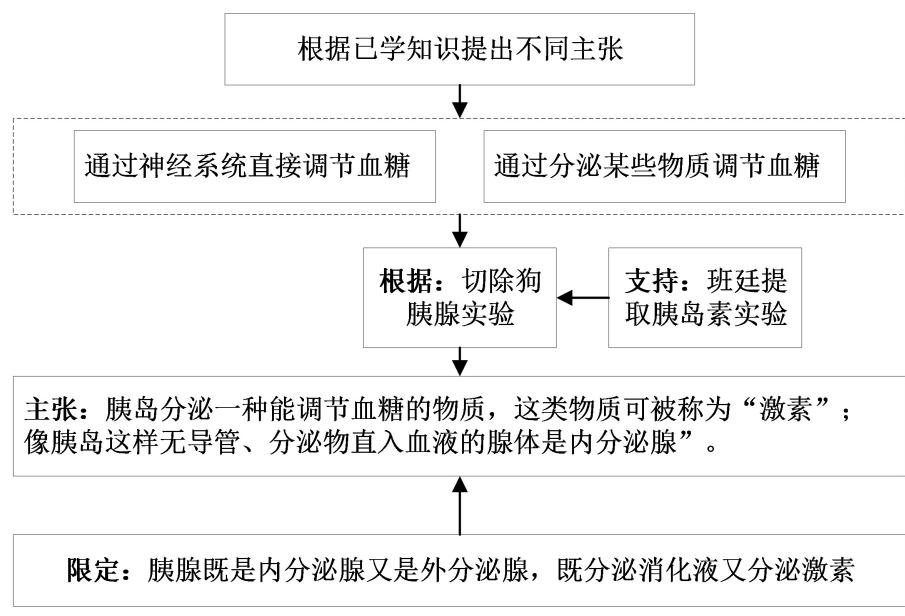


Figure 2. Teaching process of “endocrine glands secrete hormones” based on the Toulmin model
图 2. 基于图尔敏模型的“内分泌腺分泌激素”教学过程

3.2. 论证概念要素二：激素调节生命活动

本环节以垂体、甲状腺两大内分泌腺为探究对象，先通过巨人症、侏儒症等直观现象引导学生提出假说，再通过科学史的逐步发现构建多组证据链，由学生合作构建完整论证过程，自主归纳生长激素、甲状腺激素的来源与功能；并通过跨案例对比提炼激素“微量高效、调节生命活动”的共同特征，加深对激素调节重要概念的理解。

教师展示“巨人症、侏儒症患者与正常人”对比及原理组图，并提出问题：是什么导致了图中人物如此巨大的身高差异？他们的共同问题可能出在身体的哪个部位？学生根据图片信息推测主张：可能与头部或大脑中某个控制生长的部分有关，有的学生能具体联想到“垂体”。教师向学生提供垂体与生长研究的系列史实资料，引导分步分析：

支持 1：19 世纪末，医生观察到垂体肿瘤患者会出现巨人症(儿童)或肢端肥大症(成人)，而垂体受损的儿童则生长停滞成为侏儒症[6]。

支持 2：1912 年，科学家切除幼年动物的垂体后其生长完全停止；给这些动物移植垂体或注射垂体提取物后生长得以恢复。

支持 3：1944 年，科学家从牛垂体中较纯净地提取出一种物质，注射给大鼠后能显著促进其生长，该物质被命名为“生长激素”，该激素具可以调节糖类、脂肪、蛋白质等物质的代谢[7]。

学生分析支持 1，明白垂体异常导致生长异常。再对比支持 2 中切除后生长停止与补充后生长恢复的实验对照，得到垂体分泌特定功能物质的结论。最后结合支持 3 的物质命名，自主总结出：垂体分泌生长激素，生长激素具有调节糖类、脂肪、蛋白质等物质的代谢，促进生长发育的作用。

教师引导学生使用该方法探究新内分泌腺。教师展示古代“瘰病”(大脖子病)的描述记载及“海藻治病”的文献图片，并提出问题：古人为什么用海藻治疗脖子肿大的疾病？病因可能与什么有关？学生根据生活经验及“碘”的知识推测：可能与缺乏“碘”这种元素有关。

支持 1：19 世纪 30 年代，科学家切除动物甲状腺后动物出现生长迟缓、代谢降低、行动呆滞，类似人类的“呆小病”。

支持 2: 1891 年, 医生将绵羊甲状腺提取物注射给甲状腺功能减退的患者后, 其黏液性水肿症状显著改善[8]。

学生结合各支持进行论证并总结功能, 首先在资料中建立起碘缺乏会导致甲状腺肿的初步联系, 通过支持 1 和支持 2 得知切除甲状腺导致了一系列代谢与发育问题, 而补充甲状腺提取物可以逆转这些问题。从而推理出: 甲状腺分泌一种物质(后被命名为甲状腺激素), 这种物质的合成需要碘, 其功能是调节代谢和促进生长发育, 提高神经系统的兴奋性。

在完成对生长激素与甲状腺激素的探究后, 教师组织学生进行总结, 引导其从生物科学史中提炼并归纳出激素作为化学信使的特点: 论证一从大量动物垂体中仅能提取出毫微克级别的生长激素, 却足以促进个体的生长发育, 得出激素具有微量高效的特点。最后整合三种主要激素的功能, 总结出激素都对生命活动起重要的调节作用, 本环节论证思路如图 3。

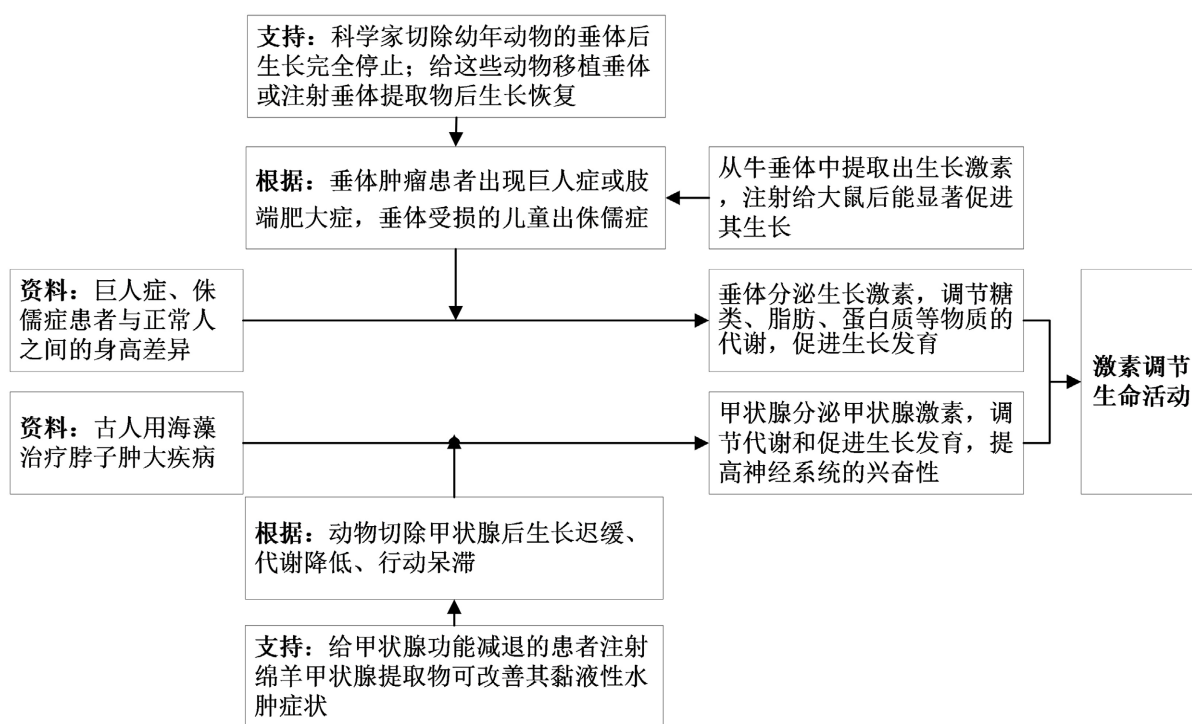


Figure 3. Teaching process of “hormones regulation of life activities” based on the Toulmin argumentation model
图 3. 基于图尔敏论证模型的“激素调节生命活动”教学过程

3.3. 论证概念要素三：激素调节和神经调节的关系

通过以上学习, 回答课前导入问题。剧烈运动时血糖应迅速下降, 但血糖却能保持稳定甚至略升。教师向学生讲解, 剧烈运动时, 肌肉消耗血糖激增。为维持血糖稳定, 首先交感神经高度兴奋发布指令, 同时抑制胰岛素分泌并刺激肾上腺髓质与胰岛 A 细胞。随后, 肾上腺素与胰高血糖素等升糖激素大量释放, 使肝脏向血液输送葡萄糖的速率超过肌肉摄取速率, 从而实现血糖的动态平衡或短暂上升。师生总结人体的生命活动既受到神经系统的调节, 也受激素调节的影响。

教师带领学生对比神经调节与体液调节的区别, 包括结构基础、调节方式、速度、持续时间, 通过对比, 认识到与神经调节相比, 激素调节的特点是: 通过体液运输, 作用的速度一般比较缓慢, 作用的范围相对较广泛, 作用的时间相对较长。

3.4. 激素调节重要概念的论证整合

通过以上三个基于生物科学史料的论证活动，学生重演了“激素”概念从发现到特点的认知历程。教师引导学生对各个环节中形成的阶段性主张进行系统整合与提炼。学生最终能够自主构建出关于“激素调节”的完整概念体系：人体通过内分泌系统分泌激素，激素具有微量高效，对生命活动起重要调节作用的特点，人体的生命活动既受到神经系统的调节，也受激素调节的影响。最后布置课后作业，请学生使用甲状腺激素设置对照试验，证明甲状腺激素的作用。教师引导寻找实验的实验变量及区分对照组和实验组，学生模仿支持 1 与支持 2 进行设计试验。

4. 教学反思

在科学史教学中使用图尔敏论证模型，看似加大了教学负担，但还原科学史发现过程挖掘了科学本质，更符合学生的认知规律，实现了对学科重要概念的深度理解。更使学生亲身体验了科学概念是如何在证据、逻辑、质疑与修正中逐步建立起来的，有效培养了其科学论证思维与探究能力。

4.1. 论证要素呈现碎片化，模型完整性不足

对于初中生，应简化图尔敏模型，初期侧重“主张－资料－根据”，后期再引入“反驳”等高阶逻辑。故本节课大多使用“资料、主张、根据”的基础图尔敏论证模型，对于反驳、限定挖掘不充分。

4.2. 学生论证生成性弱，教师主导性过强

科学史资料与实验结论由教师直接呈现，学生自主搜集证据、质疑证据、提出反驳的空间有限。主张多为预设方向，学生可能产生的观点、逻辑论证未能完整体现，模型的论证辩论价值未能充分发挥。未来可尝试将线性史料转化为“证据卡”，由学生自主排序构建论证链或刻意保留历史上的错误猜想。

基金项目

内蒙古自治区规划课题(2024NGHCZ324)；赤峰学院研究生教育教学改革项目(A03)。

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）[EB/OL]. 2022-03-25. <http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/202204/W020220420582359998122.pdf>, 2026-06-15.
- [2] 张丹, 俞秋锦. 图尔敏论证模型下高中生物学概念教学的实践研究——以“细胞的能量‘货币’ATP”为例[J]. 中学生物学, 2024(6): 7-10.
- [3] 王娟娟. 基于图尔敏论证模型的高中生物实验教学设计与实施——以“探究植物细胞的吸水和失水”实验为例[J]. 中学教学参考, 2025(29): 89-91, 95.
- [4] 盖彬. 不同训练类型和体力活动水平对 2 型糖尿病患者动态血糖的影响[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东体育学院, 2024.
- [5] 颜石珍, 郝艳芳. 基于科学史和探究的“胰岛素的作用”教学设计[J]. 生物学教学, 2020, 45(6): 37-39
- [6] 苗卉, 朱惠娟. 垂体生长激素腺瘤遗传学研究进展[J]. 中华内分泌代谢杂志, 2021, 37(12): 1121-1126.
- [7] 陈正桦, 李乃适. 用大鼠模型进行垂体研究——刘士豪的伦敦求学暨深远影响[J]. 协和医学杂志, 2025, 16(4): 1068-1072.
- [8] 薛松, 赵利琴, 王宏. 甲状腺、甲状腺激素及其功能的科学史分析与教学建议[J]. 中学生物教学, 2024(34): 37-39.