·教学改革·

基于“互联网+”的混合式教学在《物质代谢》智慧课堂中的实践

张文成[1]　田莉[1]　张翔[2]　赵晶[2]　高彬[1]
[1]空军军医大学第二附属医院内分泌科，西安　710038；[2]空军军医大学基础医学院生物化学与分子生物学教研室，西安　710032
通信作者：高彬，Email：bingao0726@163.com

【摘要】 本课题组聚焦三大营养物质的代谢知识，结合生化基础知识和超重肥胖的临床热点问题设计了3种不同方式的减重方法，通过将学生纳入减重观察的全过程并结合雨课堂、钉钉、微课、翻转课堂等教学手段，提升学生学习的兴趣和积极性，促进学生对物质代谢及其调节内容的理解和掌握。教学满意度问卷调查显示，学生对本次教学的整体满意度为97.31%（217/223），96.86%（216/223）的学生认为混合式教学能促进物质代谢章节的理解和掌握，可在以后的物质代谢及其调节教学中推广应用。

【关键词】 生物化学；　微课；　雨课堂；　混合式教学；　互联网+
【中图分类号】 R58
基金项目：空军军医大学教学改革课题项目（KJJYDXYB013）；空军军医大学精品课程建设项目（JPKC2022ZD003）
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20230122-01487

Practice of blended teaching based on "Internet+" in the smart classroom of substance metabolism

Zhang Wencheng[1], Tian Li[1], Zhang Xiang[2], Zhao Jing[2], Gao Bin[1]
[1]Department of Endocrinology, The Second Affiliated Hospital of Air Force Medical University, Xi'an 710038, China; [2]Department of Biochemistry and Molecular Biology, School of Basic Medicine, Air Force Medical University, Xi'an 710032, China
Corresponding author: Gao Bin, Email: bingao0726@163.com

【**Abstract**】 Based on the knowledge of the metabolism of the three major nutrients, the research group designed three different ways of weight loss with reference to basic biochemical knowledge and clinical hot issues in overweight and obesity. The students were involved in the whole process of weight loss observation and the teaching methods such as Rain Classroom, DingTalk, microclass, and flipped classroom were used to improve the students' interest and enthusiasm in learning and promote their understanding and mastery of substance metabolism and its regulation. The questionnaire survey on the degree of satisfaction with teaching showed that 97.31% (217/223) of the students satisfied with this blended teaching model and 96.86% (216/223) of the students thought that this model was helpful to understand material metabolism in biochemical theory, and therefore, this teaching method can be used in future teaching of material metabolism and its regulation.

【**Key words**】 Biochemistry;　Microclass;　Rain Classroom;　Blended teaching;　Internet+
Fund program: FMMU Teaching Reform Project (KJJYDXYB013); FMMU Quality Course Project (JPKC2022ZD003)
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20230122-01487

生物化学课程是联系基础与临床的桥梁，在医学类院校教学中占据重要地位。本课程内容涵盖面广且大多内容抽象难懂，特别是物质代谢与调节这一部分，代谢过程繁多且互相之间联系紧密，使得生物化学课程成为医学生最难理解和掌握的课程之一[1-2]。随着“互联网+”的兴起，雨课堂、学习通、微信、钉钉、微课、慕课等信息化软件的推广应用[3-5]，实现了线上线下相结合的高效混合式教学，为生物化学的教学改革带来了契机[6]。

由于生物化学课程物质代谢相关篇章与正常的生理状态或疾病状态密切相关，在以往的大多数教学中主要聚焦如何提高学生的学习兴趣及课堂参与度，尚缺乏医学生通过自身生活方式的改变来“主动”体验调节机体代谢状态的真实过程。通过改变生活方式，实现机体能量摄入＜消耗的负平衡，饮食和运动是非常重要的干预手段。高蛋白低碳水化合物饮食，通过减少碳水化合物的摄入，促进糖异生和脂肪动员，同时高蛋白的摄入具有供能和减少肌肉组织流失的作用[7]。限时饮食通过限制每日摄食的时间，可减少总热量的摄入，促进脂肪动员，降低机体脂肪含量[8]。咖啡因具有促进脂肪分解代谢和抑制脂肪合成的双重作用，跳绳、慢跑等有氧运动使机体耗能增多，具有良好的减重效果[9-10]。本次教学探索设计了高蛋白低碳水化合物饮食、黑咖啡+运动和限时饮食3种减重方式，选择符合条件且正处于生物化学课程学习阶段的医学生，进行为期4周的减重体验。通过将减重过程、自身体验、涉及的生化原理引入物质代谢及其调节的教学课堂，并合理应用微课、雨课堂、钉钉、问卷星等教学手段和资源，结合翻转课堂，形成新的混合式教学模式，以此来分析和评价教学质量和效果。

1　教学设计及实施

1.1　教学对象

本次教学选取正在参加《生物化学与分子生物学》课程学习的空军军医大学2021级五年制和八年制临床医学专业的21名超重或肥胖学生为研究对象。入选条件：①BMI≥24 kg/m^2；②无基础性疾病；排除条件：①减重过程中出现低血糖者；②咖啡不耐受者；③中途自愿退出者。

1.2　课堂教学设计与实施

课堂着重围绕科学减重中的生化与临床问题展开，以微课短视频形式为全体学生介绍高蛋白低碳水化合物组、限时饮食组、黑咖啡+运动组的膳食搭配、运动方式方法、减重效果、入组学生的心路历程及感悟，营造浓厚的课堂氛围，随之分别提出3种减重方案依据的是何种生化原理，学生结合课前查阅的资料现场进行回答，也可通过雨课堂发弹幕进行回答或讨论，教师最后进行总结性讲解。课后师生可通过钉钉群进行线上的讨论与答疑，补充完善课堂讲授的知识理论。上述3种减重方案，涉及脂肪动员、酮体生成及调节、糖异生、代谢的整合与调节等生化知识，使入组的21名学生及42名监督员切身体会到减重结果用物质代谢理论来解释、临床问题用基础知识来解释的真实体验，极大地促进了对生物化学课程的学习兴趣和积极性。其余学生也可借鉴身边同学的实例，改变自己对生物化学课程枯燥乏味、深奥难懂的“偏见”，并在课堂上基于雨课堂选择适合自己的减重方案（图1），可在以后的生活中加以应用，并提高对生化课程的学习兴趣。课后通过问卷星发布《教学满意度调查问卷》，汇总分析采用混合式教学的效果及需改进之处。

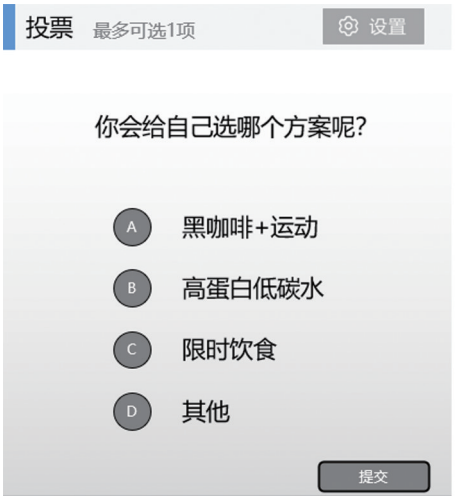


图1　学生课堂选择减重方式

1.2.1　微课设计

微课因其“短小精悍”“情景化”的特点，内容往往通俗易懂且生动有趣，因此在教学中受欢迎度较高[11-12]。本微课系列由6个视频组成，2个视频为学生减重日志及身心感受变化情况，3个视频分别介绍了高蛋白低碳水化合物组、限时饮食组、黑咖啡

运动组的全天热量、膳食搭配、运动方式方法、减重实施策略、减重结果统计分析等内容，1个视频为课题小剧场讨论，授课教师模拟肥胖伴糖耐量异常患者，在内分泌科减重门诊就诊并接受膳食运动指导，并设置关于生活方式干预的问题，在课堂中由学生讨论回答[13]。

1.2.2 教学体验环节——减重基本流程

1.2.2.1 分组及饮食运动设计

将21名学生随机分为高蛋白低碳水化合物组、限时饮食组、黑咖啡运动组，每组7人。营养师根据每名学生的身高和体重等基本信息制定低热量（2 000~2 200 kcal）食谱，并按照“手掌法”指导学生选择食物和控制饮食量。低热量饮食标准参考《中国超重/肥胖医学营养治疗专家共识（2016年版）[14]》。其中高蛋白低碳水化合物组碳水化合物供能比20.00%~25.00%、蛋白质供能比30.00%~35.00%、脂肪供能比45.00%~50.00%，限时饮食组碳水化合物功能比50.00%~60.00%、蛋白质供能比15.00%~20.00%、脂肪供能比20.00%~30.00%，黑咖啡运动组采用固定热量（男性1 800 kcal/d，女性1 500 kcal/d）。通过测量身高和体重，计算标准体重，按比例计算出三大营养物质的克数，并根据热量制定参考食谱。其中限时饮食组进餐时间为每日6:30至16:00，即早餐和午餐吃完全天热量；黑咖啡+运动组每日上午、下午各饮用黑咖啡1袋（2 g，CEPHEI AMERICANO COFFEE），每日慢跑30 min或15 min内跳绳1 000个。每名入组学生设监督员2名，负责监督入组同学的膳食选择、进食及运动情况。此外还可参考结对入组同学的膳食结构及运动方式，监督员积极参与并体验膳食调整及锻炼带来的身心感受变化。

1.2.2.2 检测记录内容

本研究选定空军军医大学第二附属医院内分泌科医师和护士各1名，通过线上钉钉群和线下见面相结合的方式，对入组学生饮食、运动、尿酮体检测等进行指导，并在减重开始至结束期间，每周为学生测量1次体重、体脂（华为智能体脂秤3 Pro）、腰围、臀围。减重开始前填写《减重知情同意书》《饮食行为量表》《食物频率问卷FFQ》，结束时填写《饮食行为量表》《食物频率问卷FFQ》《教学满意度调查问卷》（图2），学生每日在钉钉群上传当日所吃食物明细、运动情况、尿酮体（URO PAPER，苏州第壹制药有限公司）结果（图3）。鼓励学生通过记录减重日志、拍摄短视频、小组交流等形式，记录减重历程及身心感受。



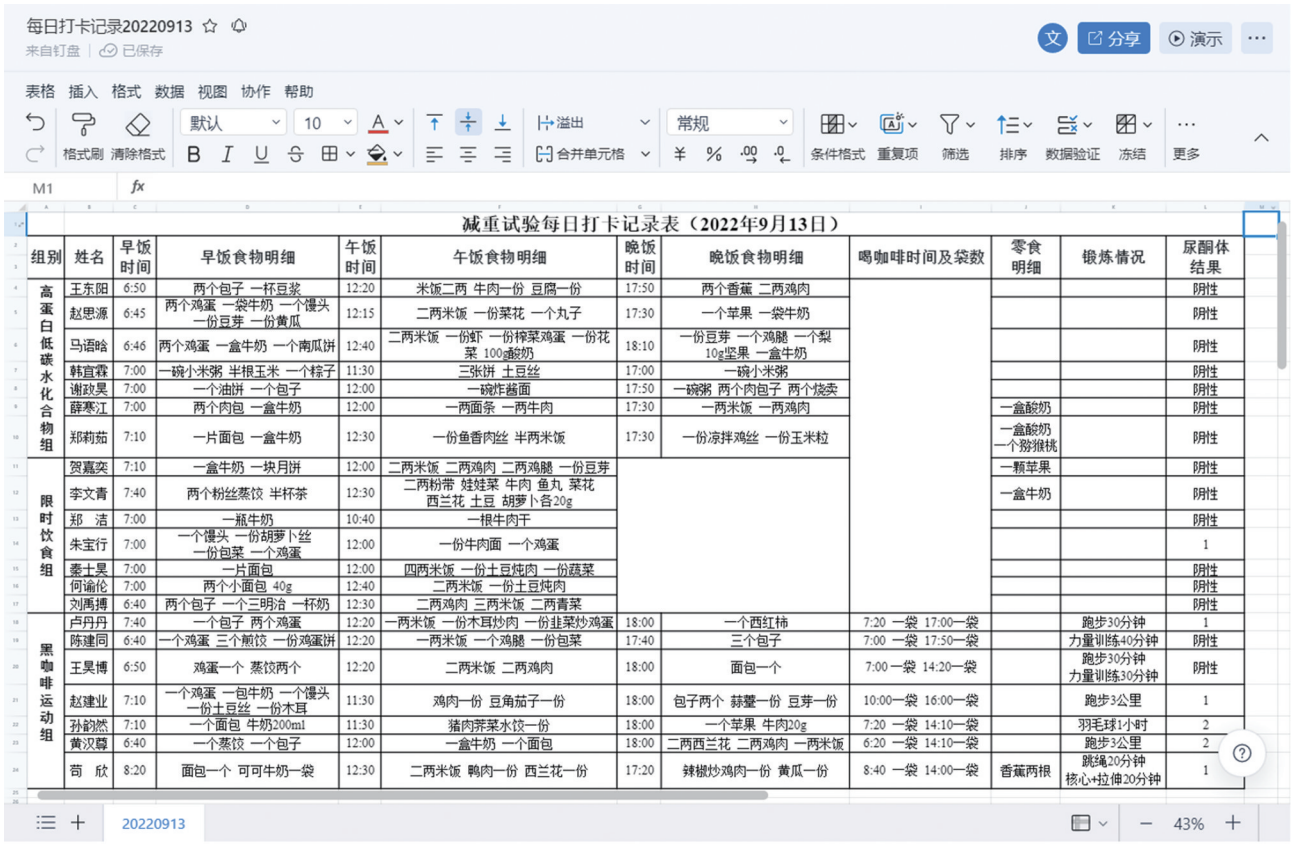
图2 钉钉群发布量表和问卷

1.2.2.3 减重效果

将减重开始、第1周、第2周、第3周、第4周结束时各组学生的体重、体脂、腰臀比进行比较。结果表明，高蛋白低碳水化合物组和限时饮食组体重在试验前后相比较降低（$P<0.05$），限时饮食组和黑咖啡运动组体脂量在试验前后相比降低（$P<0.05$），三组腰围在试验前后均降低（$P<0.05$）。

2 初步教学反馈

课后教师通过问卷星向学生发布《教学满意度调查问卷》，对该混合式教学模式进行效果评价。学生对本次教学的整体满意度为97.31%（217/223）；97.31%（217/223）的学生认为混合式教学能提高物质代谢章节的学习兴趣和积极性；96.86%（216/223）的学生认为混合式教学能促进物质代谢章节的理解和掌握；96.86%（216/223）的学生认为混合式教学能提高物质代谢章节的学习效率；92.82%（207/223）的学生认为混合式教学能促进查阅文献并获取最新研究进展的主动性（表1）。


每日打卡记录20220913

减重试验每日打卡记录表（2022年9月13日）

组别	姓名	早饭时间	早饭食物明细	午饭时间	午饭食物明细	晚饭时间	晚饭食物明细	喝咖啡时间及袋数	零食明细	锻炼情况	尿酮体结果
高蛋白低碳水化合物组	王东阳	6:50	两个包子 一杯豆浆	12:20	米饭二两 牛肉一份 豆腐一份	17:50	两个香蕉 二两鸡肉				阴性
	赵思源	6:45	两个鸡蛋 一袋牛奶 一个馒头 一份豆芽 一份黄瓜	12:15	二两米饭 一份菜花 一个丸子	17:30	一个苹果 一袋牛奶				阴性
	马语晗	6:46	两个鸡蛋 一盒牛奶 一个南瓜饼	12:40	二两米饭 一份虾 一份榨菜鸡蛋 一份花菜 100g酸奶	18:10	一份豆芽 一个鸡腿 一个梨 10g坚果 一盒牛奶				阴性
	韩宜霖	7:00	一碗小米粥 半根玉米 一个粽子	11:30	三张饼 土豆丝	17:00	一碗小米粥				阴性
	谢政昊	7:00	一个油饼 一个包子	12:00	一碗炸酱面	17:50	一碗粥 两个肉包子 两个烧卖				阴性
	薛寒江	7:00	两个肉包 一盒牛奶	12:00	一两面条 一两牛肉	17:30	一两米饭 一两鸡肉		一盒酸奶		阴性
	郑莉茹	7:10	一片面包 一盒牛奶	12:30	一份鱼香肉丝 半两米饭	17:30	一份凉拌鸡丝 一份玉米粒		一盒酸奶 一个猕猴桃		阴性
限时饮食组	贺嘉奕	7:10	一盒牛奶 一块月饼	12:00	二两米饭 二两鸡肉 二两鸡腿 一份豆芽				一颗苹果		阴性
	李文青	7:40	两个粉丝蒸饺 半杯茶	12:30	二两粉带 娃娃菜 牛肉 鱼丸 菜花 西兰花 土豆 胡萝卜各20g				一盒牛奶		阴性
	郑　洁	7:00	一瓶牛奶	10:40	一根牛肉干						阴性
	朱宝行	7:00	一个馒头 一份胡萝卜丝 一份包菜 一个鸡蛋	12:00	一份牛肉面 一个鸡蛋						1
	秦士昊	7:00	一片面包	12:00	四两米饭 一份土豆炖肉 一份蔬菜						阴性
	何谕伦	7:00	两个小面包 40g	12:40	二两米饭 一份土豆炖肉						阴性
	刘禹搏	6:40	两个包子 一个三明治 一杯奶	12:30	二两鸡肉 三两米饭 二两青菜						阴性
黑咖啡运动组	卢丹丹	7:40	一个包子 两个鸡蛋	12:20	一两米饭 一份木耳炒肉 一份韭菜炒鸡蛋	18:00	一个西红柿	7:20 一袋 17:00一袋		跑步30分钟	1
	陈建同	6:40	一个鸡蛋 三个煎饺 一份鸡蛋饼	12:20	一两米饭 一个鸡腿 一份包菜	17:40	三个包子	7:00 一袋 17:50一袋		力量训练40分钟	阴性
	王昊博	6:50	鸡蛋一个 蒸饺两个	12:20	二两米饭 二两鸡肉	18:00	面包一个	7:00 一袋 14:20一袋		跑步30分钟 力量训练30分钟	阴性
	赵建业	7:10	一个鸡蛋 一包牛奶 一个馒头 一份土豆丝 一份木耳	11:30	鸡肉一份 豆角茄子一份	18:00	包子两个 蒜薹一份 豆芽一份	10:00一袋 16:00一袋		跑步3公里	1
	孙韵然	7:10	一个面包 牛奶200ml	11:30	猪肉荠菜水饺一份	18:00	一个苹果 牛肉20g	7:20 一袋 14:10一袋		羽毛球1小时	2
	黄汉尊	6:40	一个蒸饺 一个包子	12:00	一盒牛奶 一个面包	18:00	二两西兰花 二两鸡肉 一两米饭	6:20 一袋 14:10一袋		跑步3公里	2
	苟　欣	8:20	面包一个 可可牛奶一袋	12:30	二两米饭 鸭肉一份 西兰花一份	17:20	辣椒炒鸡肉一份 黄瓜一份	8:40 一袋 14:00一袋	香蕉两根	跳绳20分钟 核心+拉伸20分钟	1

图3　减重试验每日打卡记录

表1　2021级学生生物化学物质代谢章节混合式教学问卷调查评价[n=223，n(%)]

问卷项目	非常同意	同意	一般	不同意	非常不同意
对物质代谢章节教学的整体满意度	175(78.48)	42(18.83)	6(2.69)	0(0.00)	0(0.00)
能否提高物质代谢章节学习的兴趣和积极性	171(76.68)	46(20.63)	6(2.69)	0(0.00)	0(0.00)
能否促进物质代谢章节的理解和掌握	171(76.68)	45(20.18)	6(2.69)	0(0.00)	1(0.45)
能否提高物质代谢章节的学习效率	169(75.78)	47(21.08)	7(3.14)	0(0.00)	0(0.00)
能否促进查阅文献并获取研究进展的主动性	158(70.85)	49(21.97)	15(6.73)	1(0.45)	0(0.00)

3　结语

物质代谢章节是生物化学教学中非常重要但较难理解掌握的部分，除了内容上信息量大且抽象难懂，更重要的是存在理论与实践脱节、基础与临床脱节的问题，长期以来一直是生物化学专业教师不断努力探索解决的难题。本次教学设计和实施过程中将学生作为“真正”的主体，学生既是减重体验的参与者，也是减重相关生化原理的求知者，深度参与了教学的全过程。课前给学生布置减重涉及的生化原理问题，注重发挥学生的主观能动性，促使学生查阅国内外相关文献及研究进展，培养了学生文献检索及获取知识的能力[15]，此外，学生也对临床科研的分组、结果的收集整理及统计分析有了初步的认识，较好地培养了学生的科研兴趣和能力。

本次教学还采取“双师课堂”的方式进行授课，即临床内分泌科医师和基础教研室教师发挥各自专长进行授课，涉及临床知识和实践的部分由我校附属医院内分泌科医师进行讲授，例如超重和肥胖带来的临床问题、体脂检测报告的判读与分析、糖尿病酮症酸中毒时血酮和尿酮升高的分离现象，限时饮食策略的研究进展等，使学生对临床科研产生浓厚兴趣；涉及的基础理论部分由我校生化教研室教师进行讲解，例如脂肪动员、酮体生成及调节、糖异生等，使学生更深层次地理解和掌握物质代谢相关的理论知识。

通过钉钉群进行线上讨论和答疑，为学生进一步消化课堂知识难点提供了灵活且持续的平台和

途径，有效实现了课堂的拓展和延伸。学生针对不懂的问题，可在课后随时随地向教师发送文字或语音请教，钉钉群中还有内分泌科医师和营养师，解答问题的范围包含基础和临床，提高了答疑效果，教师还可将关键的文献和知识点梳理图发送到钉钉群，帮助学生复习和归纳，从而弥补课堂时间有限而导致的教学缺陷[16]。基于问卷星的课堂满意度调查问卷结果显示绝大多数学生认为该教学效果良好，能有效促进学生对三大营养物质分解代谢、合成代谢及通过中间代谢产物联系以维持机体能量代谢平衡等方面内容的理解和掌握。

尽管基于“互联网+”的混合式教学在教学实施及师生交流反馈中取得了一定的效果，但仍然存在不足之处。一是本混合式教学模式导致学生课前自学时间较长，学生除了课前预习物质代谢章节的内容，还需上网查阅相关文献及研究进展，对学生的学习主动性要求较高，教师对学生查阅中英文文献数据库的指导较少，导致学生查阅文献用时较多且质量不高，后续教学中，教师合理调整线上、线下教学时长，为学生预留更多的自学时间，并提前对学生进行文献检索方面的技能培训，提高文献检索效率和质量。二是入组减重体验的学生数量较少且减重周期较短，导致在整个学生群体发挥示范带动的作用受到一定的限制，在以后的教学过程中适当增加参与减重的学生数量和减重周期，影响和带动更多的学生参与减重体验并主动探究每种减重方式所涉及的生化原理，增加课程的学习兴趣。三是本研究采用钉钉、雨课堂、微课等多种平台进行教学，学生在使用时会感到复杂和费时，因此积极性会受到一定的影响，在后续的教学过程中需进一步简化和整合，提高学生的接受度和积极性。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 张文成：论文构思、撰写论文；田莉、张翔、赵晶：项目实施；高彬：项目负责人、审定论文

参考文献

[1] 李薇, 王海生, 邓秀玲, 等. 综合运用各种方法, 提高医学生物化学教学效果[J]. 中国继续医学教育, 2017, 9(17): 35-36. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9308.2017.17.018.

[2] 黄春霞. 新医学模式下医学生物化学教学的探索与实践[J]. 教育教学论坛, 2017(28): 135-136.

[3] 张小平, 谢晓蓉, 李长天, 等. 雨课堂在生物化学教学实践中的应用[J]. 四川职业技术学院学报, 2019, 29(3): 103-105. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2094.2019.03.019.

[4] 夏艳. 浅谈基于微课的翻转课堂教学模式在生物化学教学中的设计与反思：以“核苷酸代谢”为例[J]. 教育教学论坛, 2019(38): 206-207.

[5] 陶毅明, 金荣仲, 高进涛, 等. 生物化学中《氨的代谢》一节尝试微课与翻转课堂的教学设计与反思[J]. 中国继续医学教育, 2017, 9(21): 28-30. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9308.2017.21.014.

[6] 高清菡. “互联网+教育”背景下智慧课堂教学实践与探索：以“营养与食品卫生学”课程为例[J]. 教育教学论坛, 2020(45): 249-250.

[7] 陈彬. 高蛋白低碳水化合物饮食对超重/肥胖的影响[J]. 中国卫生标准管理, 2020, 11(23): 4-6. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9316.2020.23.002

[8] 苏亚峰, 相萍萍, 陈国芳, 等. 限时进食与肥胖[J]. 国际内分泌代谢杂志, 2019, 39(3): 187-189. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4157.2019.03.010

[9] 刘寒旸, 周艳, 龚宇, 等. 咖啡因在肥胖、糖尿病和肿瘤中的研究进展[J]. 医学综述, 2016, 22(5): 928-932. DOI: 10.3969/j.issn.1006-2084.2016.05.027.

[10] 王成绩, 韩冠宙. 有氧运动对2型糖尿病前期患者糖脂代谢的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2016, 38(3): 209-210. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2016.03.013.

[11] 张中兴. 微课与微课程研究进展综述[J]. 中国医学教育技术, 2014, 28(6): 586-589. DOI: 10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.201406002.

[12] 丁海麦, 李斌, 张学明. 信息化在医学生物化学与分子生物学实验技术教学中的应用[J]. 高校医学教学研究(电子版), 2016, 6(4): 46-48. DOI: 10.3969/j.issn.2095-1582.2016.04.012.

[13] 蔡蓉, 王家敏, 梅文瀚. 生物化学与分子生物学混合式教学模式改革探索[J]. 生物学杂志, 2019, 36(6): 105-107. DOI: 10.3969/j.issn.2095-1736.2019.06.105.

[14] 中国超重肥胖医学营养治疗专家共识编写委员会. 中国超重/肥胖医学营养治疗专家共识(2016年版)[J]. 中华糖尿病杂志, 2016, 8(9): 525-540. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-5809.2016.09.004.

[15] 张亚琴, 吴婧文, 梁秀彬, 等. 临床医学专业生物化学教学改革的实践与思考[J]. 基础医学教育, 2022, 24(11): 847-850. DOI: 10.13754/j.issn2095-1450.2022.11.06.

[16] 姚裕群, 黄丽, 赖洁玲, 等. 医学生物化学的混合式教学设计与应用[J]. 教育观察, 2021, 10(22): 128-133.

（收稿日期：2023-01-22）

（本文编辑：唐宗顺）