



“生物钟与健康”通识课程建设与思考*

王 田**

(清华大学生命科学院, 北京 100084)

摘要 科学类通识课程是高校通识教育中的重要组成部分。本文介绍了清华大学“生物钟与健康”科学类通识课程的建设情况,从课程建设的必要性出发,介绍课程的教学内容设计和评价标准,分析课程开课情况,并对未来课程规划进行讨论。课程已开设3个学期,选课学生已覆盖了全校27个院系,学生评教成绩优异。通过课程学习,学生自述生活习惯有明显改善,对生物学研究的思维方式和方法的理解有显著提升;课程在教学内容和教学方法上有关键创新点。本门课程建设的思路和方法,对高校科学类通识课程建设具有借鉴意义。

关键词 生命科学, 生物钟, 通识教育, 课程建设

中图分类号 G642, Q-4

DOI: 10.16476/j.pibb.2023.0049

1 课程建设的必要性

1.1 课程主题与人类健康密切相关

生物钟是调控生物体节律行为的内在机制。地球上几乎所有的生物,都具有生物钟,以适应地球自转带来的环境周期性变化^[1]。说到生物钟,人们往往会想到生物钟对睡眠的影响,但其实生物的很多节律行为,都受到生物钟的调控。动物的节律性,主要表现为行为或生理活动的周期性,比如,睡眠-清醒周期、核心体温和激素水平的周期性变化等,这些行为和生理活动上的周期性,受基因表达的调控^[2]。在正常和极端环境下,生物钟的紊乱都会影响人的身心健康,比如引发肥胖问题、增加患癌症的风险、导致睡眠障碍、影响记忆和情绪等^[3-8]。随着人们对健康问题的日益关注,媒体上关于养生的文章层出不穷,自从“生物钟的分子机制”这一研究成果获得2017年诺贝尔生理学或医学奖以来,媒体上介绍生物钟对健康影响的信息也日渐增多。这些海量的文章良莠不齐,其中有不少科学性不足的文章,对不熟悉相关专业知识的人们造成误导。因而,掌握生物钟对健康影响的相关知识并提升对相关信息的鉴别能力,对从事各个行业的人来说都是必要的。这也与《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要》

(2021~2025年)中第四十四章“全面推进健康中国建设”部分,提出的“要加强健康教育和健康知识普及”相契合。在大学生这一群体中,主动或被动的熬夜非常普遍,以《中国睡眠研究报告2023》(王俊秀等,2023)中所示数据为例,在被调查的大学生样本中,超过50%的被调查者经常熬夜,尽管超过85%的被调查大学生认同睡眠问题会导致健康风险,但仍有50%以上的被调查者未采取积极措施以改善自身作息。这一数据进一步说明了为大学生开设生物钟课程的必要性。

1.2 国内外高校相关课程开设情况

“生物钟与健康”通识课程建设的另一个出发点是其作为科学类通识课程的意义。通识教育和专业教育是高等教育中的两个重要组成部分^[9]。在高等教育通识课程中,科学类通识课程的意义,不仅在于知识的传授,更在于科学思维的训练和培养。以清华大学为例,基于“无专业门槛,有学理深度”的理念,截至2022年,学校已开设超过500门通识课程,这些课程分布于人文、社科、艺术、科学四大课组,对比于2001年的53门课程有明显

* 清华大学本科教育教学改革资助项目(ZY01_01)。

** 通讯联系人。

Tel: 18813099812, E-mail: wangtian@tsinghua.edu.cn

收稿日期: 2023-02-19, 接受日期: 2023-11-29

增长^[10]。其中，生命科学以及医学和药学相关课程占比约为5%。

在这门课程开设前，清华大学并无以生物钟为核心主题的课程，在国内外其他高校，开设的生物钟相关课程也并不多，线下课程中规模较大的是由加利福尼亚大学圣地亚哥分校（University of California, San Diego）开设的生物节律（Circadian Rhythms）课程，课程每学期的选课学生超过300人。此课程具有如下特点：课程由多位具有生物节律研究背景的老师共同开展，其中半数以上课堂内容的展开是以学术报告的形式进行的，这种课程设计直观地展现出了科学研究的具体过程，但各位授课教师的报告内容主要围绕各自从事的研究内容展开，因而使得总体课程内容的呈现连贯性一般；课程内容建立在分子生物学和遗传学基础上，主要面向生命科学专业的学生，先修门槛较

高，不具备通识课程的基本特征；课程选题围绕动物、植物所呈现出的生物节律及其分子机制，与学生的日常生活联系并不十分紧密，学生的代入感不强。另外，在国内外的公开课平台上，以爱课程iCourse和Coursera为例，两个平台上分别有：浙江工业大学开设的“生物钟与健康”课程，包括生物钟基础，生物钟与睡眠、饮食、代谢、药效五讲内容，课程的分节授课内容要点如表1所示；路德维希马克西米利安慕尼黑大学（Ludwig-Maximilians-Universität München）开设的生物节律课程“Circadian Clocks: How Rhythms Structure Life”，课程的分节授课内容要点如表2所示。

通过比较和分析国内外高校同类课程的授课内容和授课方式，笔者决定打造“生物钟与健康”这门与各行各业人群的生活、工作和健康息息相关，又充分展现生物学研究思维和方法的课程。

Table 1 Key contents of the Biological Clock course from Zhejiang University of Technology

表1 浙江工业大学生物钟课程内容要点

课程分节	内容要点示例
生物钟基础	生物钟概述；生物钟调节因子
生物钟与睡眠	生物钟准点睡眠；生物钟错点睡眠；生物钟指导睡眠
生物钟与饮食	食物信号调控生物钟；生物钟指导饮食
生物钟与代谢	代谢的节律性；生物钟如何影响代谢；代谢怎样反馈生物钟
生物钟与药效	生物钟用药理论；生物钟指导用药

Table 2 Key contents of the Biological Clock course from Ludwig-Maximilians-Universität München

表2 路德维希马克西米利安慕尼黑大学生物钟课程内容要点

课程分节	内容要点示例
第一节	节律的特征；不同物种中的生物节律举例；生物钟的特有性质
第二节	授时因子；内部时钟如何响应环境信号；下丘脑在哺乳动物节律中发挥的作用
第三节	生物钟的分子机制；受时间调控的蛋白质磷酸化
第四节	生物钟如何影响代谢和行为；免疫系统的功能在一天的不同时段如何发生变化
第五节	不同性别和年龄的生物钟比较；社交时差
第六节	不遵循生物钟的不良后果；疾病状态可能对生物钟造成的改变

2 教学目标、学情分析和教学设计

2.1 教学目标

“生物钟与健康”是一门面向全校学生的通识课程。课程的教学目标包括如下几个方面：a. 在知识层面，使学生了解生物钟的分子机制，掌握生物钟影响人体代谢过程和认知功能的生物学原理；b. 在能力层面，使学生学习和感受科学研究的思维

模式，培养学生对生命科学、医学、心理学等多学科研究成果批判性分析和综合理解的能力；c. 在价值观层面，激发学生将生物学知识与日常生活相联系的兴趣，引导学生从科学的角度看待不同饮食以及作息模式，尊重自然规律，合理规划工作和生活。

科学的进步造福于人类，而科学本身的发展与推动，也需要公众的力量。掌握生物钟相关的知识并具备一定的科学素养，对于未来从事不同行业的

学生都有重要意义。人们对自身健康日益关注，但由于缺乏相关的科学知识和分辨能力，被伪科学所蒙蔽的事件屡见不鲜。比如，虚假宣传夸大功效的保健品、瘦身药、聪明药等等，对一些民众造成金钱和健康上的双重伤害。因而，在大学期间，培养学生对相应知识的鉴别能力是必要的。

2.2 学情分析

2.2.1 选课学生的专业背景具有多样性

课程面向全校学生，基于学生的专业背景，学生来源分为两大类：具备中学生物学知识的来自非生命科学相关专业的学生，具备生物化学、遗传学、神经生物学等生物学知识的生命科学及医药专业学生。非生命科学相关专业的学生，对现代生物学的基本概念以及研究方法了解有限；生命科学及医药专业的学生，尽管在专业课的学习中对生物学知识有一定的学习，但对影响生物钟的具体机制并没有系统地了解，对这些科学发现的具体历程也并不清楚。因此，在无专业门槛地介绍课程基本知识的基础上，课程重点围绕科学发现的思维方法和历程进行展开，既保证让不同专业背景的学生都充分理解和吸收课程内容以契合通识课的定位，又保证课程的自由探索度，使各专业的学生能依据自身知识背景进行探索和尝试，例如，建筑专业的学生可以调研和分析本专业学生及从业人员的作息状况，或分析如何从建筑设计的角度有效利用自然光线以有助于居住者的健康作息，生命科学相关专业的学生可以深入分析课程涉及的科学文献并与专业课程

和科研探索相联系。

2.2.2 学生对规律作息的执行力不足

生物钟的话题与生活密切相关，学生通过媒体等途径对生物节律异常会危害身心健康已有一定的认知。但一些媒体上信息的科学性不足，使学生对生物钟相关知识的理解存在误区。例如，认为规律地晚睡晚起不会危害身体，在日常生活中长期昼夜颠倒。也有一些学生的不规律作息是个人习惯导致的，例如，虽然知道熬夜危害健康，但对其具体生物学机制了解不充分，而难以改变自身的不良习惯。另外，有相当一部分学生由于课业压力等客观原因导致睡眠不足或生物钟紊乱，这种现象在医护人员等特殊职业群体中也比较普遍。

2.3 教学设计

基于教学目标和学情分析，课程的教学内容设计以生物钟分子机制的发现（2017年诺贝尔生理学 and 医学奖）为切入点，主要围绕生物钟与代谢的联系、生物钟对认知的影响两个模块展开。两个模块的展开思路分别是：生物钟如何通过影响睡眠，进而影响食物的摄取和能量的储存（代谢模块）；生物钟如何通过影响睡眠，进而影响记忆的形成和情绪的调节（认知模块）。在这两个模块的开展过程中，穿插介绍生物节律异常对正常群体和特殊群体影响的实例。课程的教学内容以及其中涉及的学科及关键文献示例如表3所示。同时，课程进展过程中，也将融入传统文化中“日出而作，日入而息”等朴素的规律作息思想。

Table 3 Key contents of the course “Biological Clock and Health”

表3 课程核心教学内容及其涉及的学科和关键文献

教学内容	涉及学科	关键文献示例
生物钟概述及昼夜节律	神经生物学、生理学	PMID: 2305266, PMID: 8752274, PMID: 25900041, PMID: 22431615
生物钟的分子机制	遗传学、分子生物学	PMID: 5002428, PMID: 8128246, PMID: 9630223, PMID: 9674430
睡眠概述及睡眠的调控机制	神经生物学	PMID: 19193874, PMID: 6504414, PMID: 19654581, PMID: 19617891
睡眠对记忆及情绪的影响	神经生物学、心理学	PMID: 23575844, PMID: 19847264, PMID: 8036517, PMID: 18836440
生物钟与食欲	生理学、生物化学	PMID: 10604470, PMID: 11057670, PMID: 11196643, PMID: 18267071
肥胖的成因	遗传学、统计学	PMID: 9723619, PMID: 8548812, PMID: 7984236, PMID: 7624778
不同膳食模式的利弊	生理学、生物化学	PMID: 28877458, PMID: 28877456, PMID: 29328911, PMID: 11161204
生物钟研究对疾病治疗的指导意义	神经生物学、生理学	PMID: 21641546, PMID: 28388406, PMID: 24433933, PMID: 29856365

在教学设计上，课程的创新性主要体现在如下3个方面。a. 打破专业门槛限制的同时体现课程学习深度。课程核心基础知识的展开都围绕关键科学文献（例如，生物钟分子机制中关键基因的发现，

瘦素、胃饥饿素的发现历程及其功能研究），通过分析这些科学文献，教师引领学生回顾历史上科学发现的关键时间点，思考和分析其中的逻辑线，激发学生探索科学问题的兴趣；通过以时间线对科学

研究成果的呈现,使学生感受到科学研究循序渐进的过程,促使学生以发展的眼光看待科学问题。这种教学设计是打破课程专业门槛的关键:科学发现逻辑线的梳理使得不具备相关专业基础知识的非生命科学专业的同学能学习到基础科学研究的思维方式;而对于生命科学相关专业的学生来说,可以通过详细阅读课程中涉及的相关文献进一步提升自己的专业认知。b. 基于问题的学习,激发学生将理论联系生活的热情。课程的核心教学内容涉及代谢和神经生物学的知识,在每个核心内容的展开前,教师都以学生所熟悉的生活问题作为课程引入,例如“运动员的比赛成绩同比赛时间有关吗?”,随后在课程展开的过程中进行核心内容介绍并对课程引入问题进行分析和解答,使学生体会到课堂所学知识与实际生活场景的密切关联;课程在介绍代谢以及神经生物学基本知识的基础上,重点讨论相关过程出现异常时引发的代谢疾病和认知障碍,例如肥胖问题、抑郁情绪,进一步使学生感受到,课程内容与自身健康的密切联系,激发学生自主学习的热情。c. 从课堂内外多角度提升学生课程参与感,充分发挥学生的主观能动性。教师在课堂内外践行“以学生为中心”的教学理念^[11-12],关注学生的学习过程和课程收获,充分调动学生的主体性。在课堂讲授的过程中,教师注重课堂互动,以“雨课堂”问题和课堂提问的方式促使学生在课程进行的过程中积极思考,并及时了解学生的思考过程,实现思维可视化^[13];在课堂讲授的基础上,教师围绕课堂内容选定相关主题,例如“酒精的摄入如何影响睡眠?”,让学生进行文献检索、信息分析、以及汇报交流,充分发挥学生的主观能动性去对特定知识做进一步的探索,并及时了解学生对课堂关键知识的理解程度;另外,尽管课程内容与健康息息相关,但教师在课程讲述过程中避免结论性的说教,而是在分析科学事实的基础上,引导和启发学生对特定生活方式的利弊做自主判断;在课程作业的设置上,教师指导学生对自身作息、饮食习惯等做监测和分析,以并不复杂的科学实验激发学生对科学研究的兴趣。

3 课程评价标准

知识的掌握和能力的提升是一个循序渐进的过程,因而教师在课程的评价标准设置中,既包含期末的综合考查,也注重平时学习过程的及时反馈,实现评价标准的多元化。具体来说,课程的评价包

括4个核心环节,课堂参与、课后作业、课堂展示和主题论文撰写、期末论文。课堂参与部分占20%,在课堂核心内容的展开过程中,教师通过“雨课堂”问题设置,及时掌握学生对关键知识点的掌握情况,在每节课开始时,教师也会设置问题,帮助学生迅速回顾上次课的内容。作业部分占5%,作业内容是对自己某项生物钟相关的生活内容(例如睡眠状况)进行追踪记录和分析,自我追踪记录既促使学生增进对自身健康状态的了解,又是课程对学生生活是否起到积极影响的直观反映,同时,这种以自身为研究对象进行不复杂的科学探索,既有助于增加学生对科学研究的兴趣,又能训练学生的科学思维。课堂展示和主题论文撰写部分占25%,是学生在理解课堂知识的基础上,探索新知识并将其有逻辑地融入已有知识架构,进而实现深度学习^[14]和提升学生科学素养的重要环节。课堂展示部分的主题由教师选定,所选主题与课堂讲授内容紧密相关,学生根据课堂学到的知识进行自主学习,对相关文献进行分析和整合,然后进行口头汇报和班级讨论,在口头汇报准备的过程中,学生能够了解自己对于课程关键内容的掌握情况,而在汇报展示和班级讨论的过程中,也实现了对课程主题内容的延伸拓展。期末论文部分占50%,学生将利用课程中所学到的专业知识,去分析不同膳食和作息模式,并思考自身的生活方式对健康的影响。四个核心评价环节中,课堂参与、课后作业、课堂展示和主题论文撰写都是在学期中进行的,因此,教师能够及时了解学生对课程内容的掌握情况。

4 课程开课情况分析

4.1 课程覆盖面广,学生选课目的明确

课程目前已完成3个学期的开课,并入选“清华大学优质通识课程建设计划”。课程的选课学生已覆盖全校共27个院系,从选课学生的专业分布来说,以2021年春季和秋季学期为例(图1),非生命科学及医药类专业的学生占比达到77.7%;课程已经历的3次学生匿名评教环节中,本课程均位于全校同类课程的前50%。通过课堂调查问卷教师发现,学生的学习兴趣和对自身健康的关注是选课的主要动机。学业压力等原因使得熬夜和作息不规律的问题在大学生中非常普遍,以2022年秋季学期选课学生为例,教师通过课堂问卷调查发现:77%的选课同学认为自己睡眠一般或不太好(图

2);不少同学表示,自己经常熬夜,也经常看到熬夜不利于身体健康的文章,但对文章的科学性和严谨性表示怀疑,希望通过课程学习看到更专业的科学研究成果来促使自己改变生活方式;也有一些非生命科学专业的同学,是出于对生命科学研究方法的好奇选择了这门课程。

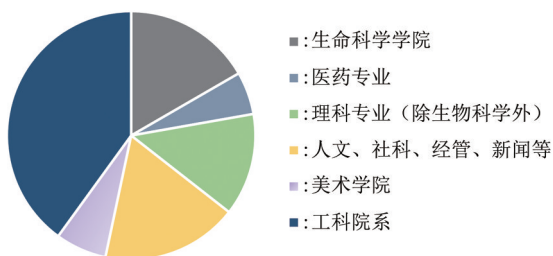


Fig. 1 Major distribution of students who enrolled in this course in 2021

图1 2021年选课学生专业分布情况

2021年春季和秋季学期选课学生中,工科院系学生占40%,人文、社科、经管、新闻等专业学生占18%,生命科学学院学生占17%,理科专业(除生物科学外)学生占13%,美术学院学生占7%,医药专业学生占5%。

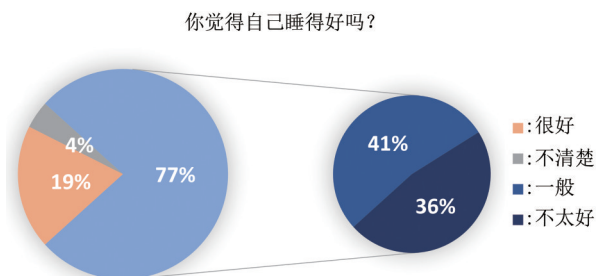


Fig. 2 Self-evaluation and report of sleep quality from students who enrolled in this course in Fall 2022

图2 2022年秋季学期选课学生对自身睡眠质量的评价

4.2 选课学生自述课程学习对改善自身生活习惯带来积极影响

在学期初的课程问卷中,有相当一部分学生对自己的睡眠状况不满意。在课程进行过程中,学生完成的其中一项作业是对自己每晚睡眠时长进行不少于四周的监测记录并提交。教师对选课学生的睡眠数据进行随机抽样分析(图3)后发现:选课学生夜晚睡眠时长的个体差异较大,少则6 h,多则8 h以上;大部分选课学生的平均每周睡眠时长在学期中呈现波动性,可能原因包括每周学习任务强度的变化、是否临近考试等。

在学期末的课后反馈中,以2022年秋季学期

为例,超过2/3的学生表示经过课堂知识的学习和作业实践,自己认识到自身睡眠或饮食状况的问题,并通过课程介绍的方法进行主动调节,生活习惯得以改善。

例如,来自建筑学院的一位同学表示,自己曾经“几乎每天深夜都在系馆中度过,直到凌晨三四点才冒着寒风骑车返回宿舍”,“那时白天的我无论灌下多少杯咖啡,都无法抵御汹涌袭来的困意和疲惫感”,通过“生物钟与健康”课程学习,“现在的我愈发注重睡眠质量的改善,即使因为任务繁多不得不保持晚睡的作息,我也努力通过减弱睡眠期间的光照等方式保证睡眠质量”。

学生从课程中收获的知识,不仅体现在自身行为的改善,也有不少同学将知识传授给亲人和朋友。例如,来自生命学院的一位同学表示,“在前两年的专业课程学习当中,我很少去和父母、同学分享与我们生活与健康相关的知识,即使偶尔分享,也是单纯地生硬地告诉他们结论,告诉他们书上就是这样写的。‘生物钟与健康’这门课程,给我们提供了一个不止‘三言两语的结论’,也非晦涩难懂的论文,而是能读、易读、而又不被轻视的科普范例,让我们在生活的边界学习知识,在知识的领域贴近生活。印象特别深刻的是,在课后我主动和父母分享了酒精对于睡眠的影响以及生物钟与食欲的相关知识,他们接受良好也非常欣喜于我愿意给他们分享我所学习到的知识。”

4.3 学生对生命科学研究方法和意义的理解有明显提升

不同专业背景的同学,从不同角度表现出对生命科学研究的方法和意义的理解。有工科专业的同学表示,通过课程学习,第一次直观感受到动物实验的研究成果对人类疾病研究的意义,理解了动物实验在科学研究中的必要性以及基础研究对医学研究的推动作用;一些生命学院的同学表示,刚刚进入科研实验室学习,为复杂而难以掌握的实验技术感到焦头烂额,而通过课程学习,看到这些技术对推动科学发展所起到的关键作用,在实验室的工作也更加干劲十足。

从学生评教的结果来看,校级评价指标中“老师教学能让我体会学科特点和思维方式”这一项,学生评价可选评分为1~7,分值越高代表学生对这一表述越认可。以2021年秋季学期为例,有74.3%的学生给出了7分(最高分),各有12.8%的学生给出了5分和6分。

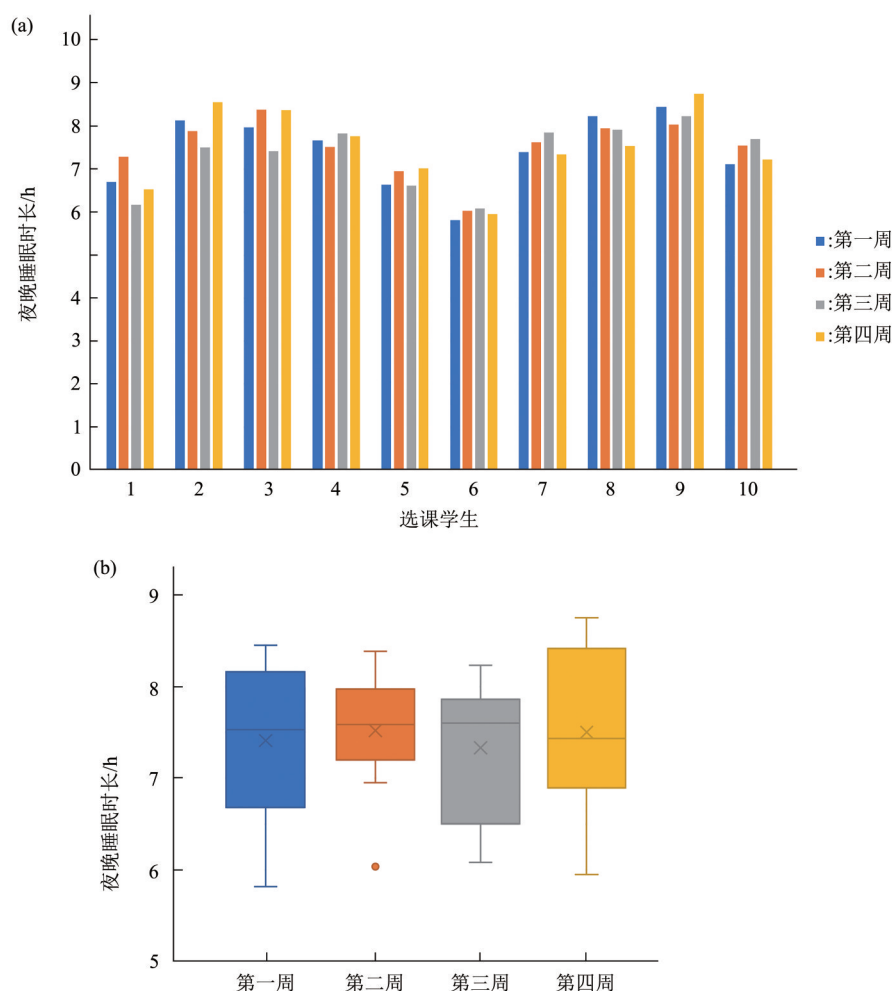


Fig. 3 Analysis of night sleep duration of students who enrolled in this course

图3 课程期间历时四周的选课学生的睡眠情况

图中所示是从2022年秋季学期选课学生中随机抽取的10位学生的睡眠情况分析,具体数据为学生每周的平均夜晚睡眠时长。(a) 10位学生分别每周的平均睡眠时长;(b) 10位学生每周睡眠时长的分布情况和四周总体平均值的变化情况。

5 课程的未来展望

从选课学生的反馈中可以看出,课程的教学目标已达到。结合学生的建议和教师本人的思考,课程未来的进一步提升可以从如下几个方面入手。

5.1 进一步加强学生对科学研究文献的阅读和分析能力

科学类通识课程中,对科学研究文献的阅读和分析能力,对于提升学生对健康知识的鉴别能力至关重要,这也是教师在已有课程设计中非常关注的方面。在已有的课堂教学模式中,对学生这方面能力的训练主要来自教师对于科学文献的讲解以及课堂展示同学对于科学文献的课堂呈现,学生的总体反馈很好,特别是对于教师的讲解过程,很多同学

都表示对生命科学研究的思路和方法有了更深入的了解,而由于课堂展示的时间所限,只有一部分的选课学生能够进行课堂展示。另外,基于已有的学生反馈,以2021年秋季学期为例,有38.5%的选课学生希望增加课程的挑战度。因此,在课程未来的开展过程中,教师考虑增加课程总学时,并在课堂中引入更多的由教师或学生主导的原始科学文献分析。

5.2 丰富已有的课程任务,以培养学生的科学思维

课程已有的课程任务中包括,要求学生对自身睡眠情况进行不少于四周的记录和分析。未来教师计划指导学生在课前、课程进行过程中、课程结束后进行“三段式”睡眠情况记录,在此基础上分析

自身睡眠状况,另外,在隐去选课学生个人身份信息以保证个人隐私的基础上,指导学生对班级同学整体的睡眠状况做分析。对自身作息情况的记录分析,能使体验到不复杂但有意义的科学探索,有助于培养学生的科学思维。相较于之前的课程设计,跨时间段更长的“三段式”睡眠自我监测,也将更充分地体现课程对于改善学生作息习惯所发挥的积极作用。

5.3 增加学生自主探索的话题和活动

课程自开课以来,一直有相当比例的国际生通过线上上课的方式远程参与课程,以2021年为例,选课学生中有20%的国际生,这些国际生反馈,由于时差原因,学期中很多课的上课时间在当地深夜,长时间昼夜颠倒使得自身的身体和心理状态都感受不佳。受此启发,笔者考虑在未来的课程设计中,增加学生的自主探索活动,例如学生自主设计问卷调查对特定群体进行睡眠情况分析,或者结合手机使用情况的大数据分析,对特定区域人群的作息状况进行调查。

5.4 保持小班教学的基础上,通过线上上课模式进一步扩大课程覆盖面

课程每学期的课容量限制为60人以下,以小班授课的模式,保证选课学生的课程参与感。在今后的开课过程中,在保持小班授课的模式下,教师考虑增加大规模开放在线课程(Massive Open Online Courses, MOOC)、克隆班等远程上课选项,使更多的学生从课程中受益。

6 总 结

“生物钟与健康”作为科学类通识课程,课程在教学内容和教学方法上的创新点体现在:课程的核心教学内容“生物钟”是国内外大学已开设的通识课程中少有涉及的内容;课程虽为通识课,但在教学内容的展开上,均围绕原始科学文献,在保证课程的学理深度的基础上,教师通过梳理科学研究过程中的逻辑线,为学生呈现原汁原味的经典科学发现过程,使课程兼具科学性和故事性,使得不同专业背景的同学都有所收获。

课程开课以来,学生评教结果优异;选课学生的专业覆盖面广,学生未来的潜在就业方向多样化,课程所学既能直接地对选课学生的日常生活带来积极影响,又能对未来从事科学研究以及从事需要“倒班”或“值夜班”的特殊职业的学生带来较长期的思考和影响。在课程未来的开展过程中,教

师将进一步提升课程的挑战度和覆盖面,培养学生的科学思维,增加学生自主探索的空间。课程的开课经验和思考,将会服务于更广泛的学生和公众群体。

参 考 文 献

- [1] Patke A, Young M W, Axelrod S. Molecular mechanisms and physiological importance of circadian rhythms. *Nat Rev Mol Cell Biol*, 2020, **21**(2): 67-84
- [2] Zhang R, Lahens N F, Ballance H I, *et al.* A circadian gene expression atlas in mammals: implications for biology and medicine. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2014, **111**(45): 16219-16224
- [3] Roenneberg T, Mrosovsky M. The circadian clock and human health. *Curr Biol*, 2016, **26**(10): R432-R443
- [4] Barger L K, Flynn-Evans E E, Kubey A, *et al.* Prevalence of sleep deficiency and use of hypnotic drugs in astronauts before, during, and after spaceflight: an observational study. *Lancet Neurol*, 2014, **13**(9): 904-912
- [5] Gundel A, Polyakov V V, Zulley J. The alteration of human sleep and circadian rhythms during spaceflight. *J Sleep Res*, 1997, **6**(1): 1-8
- [6] Schernhammer E S, Laden F, Speizer F E, *et al.* Night-shift work and risk of colorectal cancer in the nurses' health study. *J Natl Cancer Inst*, 2003, **95**(11): 825-828
- [7] Sigurdardottir L G, Valdimarsdottir U A, Fall K, *et al.* Circadian disruption, sleep loss, and prostate cancer risk: a systematic review of epidemiologic studies. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 2012, **21**(7): 1002-1011
- [8] Knutsson A. Health disorders of shift workers. *Occup Med (Lond)*, 2003, **53**(2): 103-108
- [9] 哈佛委员会. 哈佛通识教育红皮书. 北京: 北京大学出版社, 2010
Harvard Committee. General Education in a Free Society-Report of Harvard Committee. Beijing: Peking University Press, 2010
- [10] 李曼丽, 杨莉, 孙海涛. 我国高校通识教育现状调查分析——以北大、清华、人大、北师大四所院校为例. *清华大学教育研究*, 2001(2): 125-133
Li M L, Yang L, Sun H T. *Tsinghua Journal of Education*, 2001(2): 125-133
- [11] 冯其红, 杨慧, 马建山, 等. 基于“以学生为中心”理念的课程改革与实践. *中国大学教学*, 2017(10): 68-71
Feng Q H, Yang H, Ma J S, *et al.* *China University Teaching*, 2017(10): 68-71
- [12] 刘献君. 论“以学生为中心”. *高等教育研究*, 2012, **33**(8): 1-6
Liu X J. *Journal of Higher Education*, 2012, **33**(8): 1-6
- [13] Ritchhart R, Church M. *The Power of Making Thinking Visible: Practices to Engage and Empower All Learners*. New York: Jossey-Bass Publisher, 2020
- [14] 郭元祥. 论深度教学: 源起、基础与理念. *教育研究与实验*, 2017(3): 1-11
Guo Y X. *Educational Research and Experiment*, 2017(3): 1-11

Exploration and Practice of Curriculum Construction of Biological Clock and Health*

WANG Tian**

(School of Life Sciences, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract General education in natural sciences is a critical component in higher education. In this article, I introduced the exploration and practice of curriculum construction of “Biological Clock and Health” at Tsinghua University. The course has been open to students for 3 semesters so far. Students who selected the course come from 27 departments of the university. The students provided positive feedbacks after taking this class, including self-report of improved sleep quality and better understanding of the research logic and methods in life sciences. The logic and methods of the construction of “Biological Clock and Health” described in this article provide insights to the construction of other courses in natural sciences of general education.

Key words life sciences, biological clock, general education, curriculum construction

DOI: 10.16476/j.pibb.2023.0049

* This work was supported by a grant from Tsinghua University Teaching and Research Project (ZY01_01).

** Corresponding author.

Tel: 86-18813099812, E-mail: wangtian@tsinghua.edu.cn

Received: February 19, 2023 Accepted: November 29, 2023