·教学改革·

《医学物理学》课程定位及数字化革新构建

池子强　郝晨汝　郭丽莎　程莉　赵瑞斌　孟燕军　吴艳茹
河北医科大学医学影像学院，石家庄　050031
通信作者：吴艳茹，Email：67290555@qq.com

【摘要】 医学物理学是将物理学的基本原理、方法和技术应用于人类疾病预防、诊断和治疗等临床医学研究过程中形成的交叉学科，是在校医学生必修的一门专业基础课程。然而医学生普遍反映本课程内容晦涩难懂，教学效果欠佳，很大一部分原因是教授方式单一、参考资料少。河北医科大学基于课程实际情况，从教材内容、教学手段等多方面入手，推进形成性评价，同时结合互联网，实现数字化构建，深化改革了《医学物理学》课程，取得了显著的成果。

【关键词】 医学物理学；　数字化构建；　医理工结合；　形成性评价；　在线课程
【中图分类号】 R-05
基金项目：2019年高等学校教学研究项目（DJZW201924zn-6）；河北省高等教育教学改革与实践项目（2019GJJG153，2019GJJG156）；河北省高等教育学会高等教育科学研究“十三五”规划课题项目（GJXHZ2019-30，GJXHZ2019-159）
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20210307-01315

Orientation and digital innovation construction of Medical Physics curriculum

Chi Ziqiang, Hao Chenru, Guo Lisha, Cheng Li, Zhao Ruibin, Meng Yanjun, Wu Yanru
School of Medical Imaging,Hebei Medical University, Shijiazhuang 050031,China
Corresponding author: Wu Yanru, Email:67290555@qq.com

【Abstract】 Medical Physics is an interdiscipline which is formed by applying the basic principles, methods, and techniques of physics to clinical medical research such as prevention, diagnosis, and treatment of human diseases, and it is a compulsory professional basic course for medical students. However, there are many medical students reflect that the content of this course is obscure and difficult to understand. Teaching effect is not ideal. The main reasons are that the teaching method is single and the reference materials are few. Based on the actual situation of the course, Hebei Medical University, China promotes formative evaluation from the content of teaching materials, teaching means, and other aspects. At the same time, by combining with the Internet, the digital construction has been realized, deepening the reform of the Medical Physics curriculum, and remarkable results have been achieved.

【Key words】 Medical Physics;　Digital construction;　Combination of medicine, science, and engineering;　Formative evaluation;　Online course
Fund program: 2019 Higher Education Teaching Research Project (DJZW201924zn-6); Hebei Province Higher Education Teaching Reform and Practice Project (2019GJJG153, 2019GJJG156); Hebei Higher Education Association Higher Education Science Research "13th Five-Year Plan" Project (GJXHZ2019-30, GJXHZ2019-159)
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20210307-01315

物理学是研究物质的结构、相互作用及其运动规律的一门基础学科。研究者将物理学的基本原理、方法和技术应用于人类疾病的预防、诊断和治疗等临床医学研究过程，逐渐形成了《医学物理学》这门交叉学科。物理学与生命科学的交叉研究由来已久，成绩斐然[1-4]。早期诊断、准确诊断、精确医疗就必须借助先进的现代医学影像设备，如X射线成像、磁共振成像、放射性示踪、激光手术、超声波扫描、光纤引导下的手术和放射性治疗等。在这些技术领域中，各种仪器装置工作原理的正确解释都必须借助于物理学知识[5]。物理学将在更高层次上推动医学的发展，将来物理学的思想和方法在医学上的应用，很大程度上取决于年轻医务工作者在早期学习阶段基于物理学所激发的想象力深浅[6-7]。

目前包括清华大学、北京大学、天津医科大学、东南大学在内的165所学校都开设了《医学物理学》课程。它的任务是给医学生提供物理知识及基本实验方法、基本操作技能和严谨科学作风训练，为学习其他课程和进行科学实验作准备[8-9]。河北医科大学《医学物理学》课程已经开设近60年，授课对象包括临床医学“5+3”专业、临床专业、法医、药学、康复、检验、口腔医学等十几个专业，每年有4 000余名学生学习本门课程。

本文旨在研究和探索《医学物理学》的教学革新，从课程教学存在的实际问题出发，探讨课程的定位和数字化构建。作者团队采取了实质化的探索行动，包括教材的优化，“在线随堂测评模式”的推进，实验课的“反转课堂”，“在线开放课程”的不断建设，“形成性评价”的推广和提升师资力量建设等。通过在线问卷和调研，本研究获得了诸多积极性评价和宝贵的数据，进一步深化了《医学物理学》课程改革，同时为大学课程多元化教学提供了思路。

1 《医学物理学》课程教学中存在的问题

1.1 课堂教学“流水线”模式

医学物理学课时有限，内容较多。2017年深圳举行的“医药类专业物理在线开放课程群建设研讨会”上，专家给出了2005年对59所院校和2016年对55所院校《医学物理学》课程平均课时统计的结果：《医学物理学》课程平均课时数由85下降到66。这增加了教师课堂教学任务和学生课堂学习任务，结果学生无法在课堂上消化庞大的信息量，很难达到理想有效的教学效果。

1.2 《医学物理学》教学内容定位“脱轨”

作为医学教育基础课程，最终的目的还是要服务于医学[10]。对河北医科大学2017级大一新生所做的关于“你了解过医学物理学与医学学科的联系吗”的调查发现：在第一学期收集到的742份有效答卷中，仅有163名学生选择“有过认真了解”，占比4.85%，而剩下两个选项，“不是很清楚了解”的学生占比95.15%；同样，在第二学期收集到的874份有效答卷中，仅有163名学生选择“有过认真了解”，占比12.81%，而剩下两个选项，“不是很清楚了解”的学生占比87.18%。调查结果显示，医学物理学课程内容太侧重于物理理论，和临床医学内容脱节较为严重。医学生在学习时，往往无法做到理论与实践结合，更无法在遇到临床问题的时候尝试用物理学的观点和方法解决问题。

1.3 课程数字化构建落后

目前《医学物理学》课程缺乏各种形式的资料，学生能够使用的工具十分有限。互联网在高校教学中发挥越来越重要的作用，各种数字化在线课程如雨后春笋应运而生。与此相比，《医学物理学》网络课程和资源发展缓慢，全国还没有医学物理学在线开放课程。

2 《医学物理学》课程定位改革和数字化构建

2.1 自编新教材注重“医理工结合+数字化”

为了解决上述暴露的问题，全国首次组织多院校教师和临床一线大夫共同编写了普通高等教育“十三五”规划教材——《医学物理学》。该教材有以下两个最大的特点。

①更注重医理工结合。基于我国医学物理学教育研究的成果，突出体现了以医科学生为本的教育理念，侧重于将医学最新科技进展与课程的理工内容有机结合，并且附以有趣、丰富的临床应用实例，激发培养学生的学习兴趣。

内容上舍去了一些繁杂公式的证明，侧重于讲述医学物理学在生物生命科学、机械、运动及日常生活等各个方面的应用，向学生展示了医学物理学对于了解自然界和人类自身的重要作用。

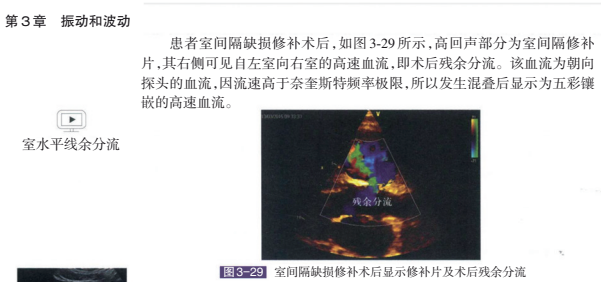
全书共十四章，每一章节最后一节专门用来讲述本章理工内容应用于临床医学的经典范例，如流体力学中泊肃叶定律应用于血液流变学、几何光学应用于眼睛的矫正、放射性核素应用于核医学诊断和治疗、磁共振应用于医学影像技术成像等。

②构建数字化教材。新教材借助APP平台，建立了全方位、立体化的课程资料库。全书提供动画

11 个、视频 20 部、图片 677 幅及习题近 2 400 道。学生通过扫描二维码或者下载手机应用，可以得到包括数字教材、课后习题库及解答、课堂重难点视频讲解、实验微课教学等各种资源（图 1）。这突破了传统的教室授课限制，让学生能够利用互联网随时学习课程。



A. 电子书 APP 封面



B. 电子书内容示例

图 1　《医学物理学》数字化教材示例

2.2　理论课推进“在线随堂测评”

在传统的大教室授课基础上，为了培养学生的学习兴趣，积极探索提高学生的参与感，同时提高课堂教学效率，教研室将随堂测验加入学生的平时成绩中（图 2）。

“在线随堂测评”由教研室《医学物理学》课程一线任课教师开展，利用互联网应用工具，如“问卷星”“中国大学慕课网”“学习通”等，在每一章节结束前，将课程的重难点设置成为调查问卷。学习《医学物理学》课程的在校学生通过扫描二维码等方式，填写调查问卷，完成测评。利用课堂 5 min 的时间，教师通过自测可以及时了解学生对课程重难点的掌握情况；同时也可以根据统计结果，在宏观上掌握本班学生的学习情况，及时调节授课侧重。

以图 2 为例，这是几何光学章节的一道测试题，通过互联网工具很快就可以统计出，在有效的答卷中，86.40% 的学生选择了正确答案，而剩下的很显然是对于远点的概念模糊不清。学生在看到结果后，复习本章一定会有所侧重；同样授课教师可以根据答题情况，适当地安排时间强调远点的概念。

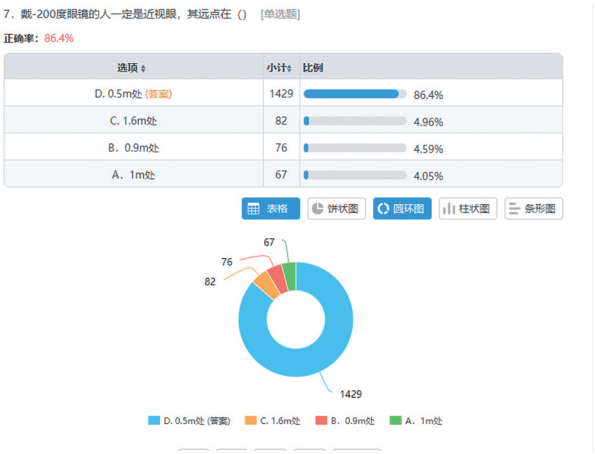


图 2　随堂测验结果分析图例

此番改革突破了教师和学生的沟通方式，学生不用再困惑自己是否掌握了知识点，教师也不用再通过课上的反映去判断学生的掌握程度，随堂测试执行方便，结果数据一目了然。

2.3　实验课“翻转课堂”

教学实践不仅可以帮助学生更好地理解理论知识点，同时可以培养学生发现问题、解决问题的能力，是教学的重要环节之一。因此，研究组编写了《医学物理学实验指导》，同时精心录制了每一个实验的微课视频，学生通过扫描课本二维码就可以随时观看视频。这帮助学生实现了课前预习、课后复习的自主学习过程，把实验教学从实验室解放，让学生随时随地可以利用网络进行学习和复习，解决了以往实验课程学生只要离开实验室就没办法学习的问题[11-12]。

“学生主导”实验课堂教学要求学生课前预习，课上首先由学生演示讲解实验，并且将预习中遇到的问题提出来一起讨论，充分调动学生参与感和积极性，让学生成为实验课的中心。教师在学生操作的基础上纠正问题，补充讲解知识点。

2.4　加快在线开放课程建设

目前，本课程已经入选首批河北省高校精品在线开放课程项目。学生可以通过扫描教材上的二维码下载教学 APP，观看微课视频，进入习题库进行练习，查阅答案。在 40 个重难点微课讲解视频的基础上，本课程进一步更新了 14 个医学应用案例视频和 14 个思政应用案例视频，内容仍在不断地丰富中，会为学生提供更加精彩的讲解。在线开放课程建成后，会有完善的医学物理学素材资源库、作业系统；课程重难点教学录制成视频供学生网上学

习，建成综合应用多媒体技术网络课程，让学习不是“只能在课堂上”；并且建立在线反转课堂论坛，由专门教师维护更新，实现学生问题的及时反馈和交流，让教师的教学也不是“只能在课堂上”。

2.5 创新“形成性评价”，给学生素质综合打分

通过创新，设计了一套完整的“形成性评价”体系，以此综合、客观地考查学生的学习情况。学生的最终成绩由平时成绩和期末测试成绩两部分构成，其中最具特色的就是平时成绩的获得。期末测试成绩占总成绩 60 分，而平时成绩占总成绩的 40 分。平时成绩包括随堂测评成绩和实验课成绩。根据章节内容，随堂测评 10 次，一次 2 分，共计 20 分。随堂测验只在课堂上开放，这样既获得了学生学习情况的反馈，同时也进行了出勤统计，一举两得。实验课成绩共 20 分，实验课主要是分组进行，考查的不仅仅是学生个人的实验能力，而且是对于小组团队协作的综合考验。每个学生有不同的特点，有的善于操作，有的善于讲解，有的善于做数据分析，让学生在团队中发挥自己的优势，共同完成实验。

2.6 师资力量建设

目前，河北医科大学医学物理学教研室共有专职教师 14 名，其中具有副教授以上职称 7 人、讲师 7 人，包括教授在内的所有教师均为《医学物理学》主讲教师，担任一线教学工作。2014 年河北医科大学筹备成立医学影像学院，逐步将 109 名双师型（医师＋教师）教师带进校园。他们用自己丰富的临床工作经历告诉学生，医学物理学是基础知识与临床实践的“桥梁”课程，“物理学”在临床的应用广泛、不可或缺。采取传、帮、带机制，为青年教师配备 2 名指导教师，基础和临床各 1 名。举办各类教学技能大赛，以赛促教。选派教师去兄弟院校调研，学习和听取各方意见。利用周六、周日组织培训、听课等活动，讨论“物理学”和“医学”无缝对接，分享和学习课程革新的思路和想法。

2.7 教学效果评价

为了解学生对于新编教材的看法，使用在线问卷对 2017 至 2018 学年学习《医学物理学》课程的在校医学生进行了调查。第一学期收到 742 份有效问卷，其中认为新教材“很好”和“较好”的共占 90.02%；第二学期收到 874 份有效问卷，其中认为新教材“很好”和“较好”的共占 85.70%。

3　结语

通过一系列的改革，《医学物理学》课程具有鲜明的教学特色：采用理论课、实验课和拓展在线资源相结合的方式，给学习者提供了良好的学习平台；充分地利用互联网工具，实现了师生在线交流、教学效果实时反馈、在线自主学习等教学目标。同时，应积极建设在线开放课程，不断完善互联网内容和功能，让本课程不再局限于面向在校医学生，而是使更多元的学习者通过多种方式能参与该课程的学习。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明　池子强、郝晨汝、郭丽莎、程莉：提出论文构思、撰写论文；赵瑞斌、孟燕军、吴艳茹：总体把关、审定论文

参考文献

[1] 欧阳. 列文虎克的微观世界[J]. 大众健康, 2011(1): 34-36.
[2] 王春燕, 王福合. X 射线的发现及其早期研究[J]. 现代物理知识, 2017, 29(1): 30-34. DOI: 10.13405/j.cnki.xdwz.2017.01.008.
[3] 李劲松. 基因组编辑技术：后基因组时代生命科学研究的助力器[J]. 生命科学, 2015, 27(1): 序言-1. DOI: 10.13376/j.cbls/2015001.
[4] 君平. 1979 年诺贝尔生理学、医学奖金获得者[J]. 国外医学情报, 1980(13): 238-239.
[5] 吴艳茹, 范素军, 张晶, 等. 医学影像物理学课程教学改革与实践[J]. 中国继续医学教育, 2017, 9(8): 7-9. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9308.2017.08.004.
[6] 孟燕军, 秦瑞平. 医学物理学[M]. 北京：科学出版社, 2016.
[7] 包家立, 朱朝阳. 数理与医学结合的课堂教学探索[J]. 中华医学教育探索杂志, 2020, 19(2): 148-152. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2020.02.007.
[8] 喀蔚波. 医学物理学教育的现状与思考[J]. 中国医学物理学杂志, 2002, 19(4): 198-199, 257. DOI: 10.3969/j.issn.1005-202X.2002.04.005.
[9] 秦丹, 闫鹏, 李光仲, 等. 以批判性思维培养为导向的医学物理实验教学改革探索[J]. 中国医学物理学杂志, 2012, 29(2): 3332-3334. DOI: 10.3969/j.issn.1005-202X.2012.02.034.
[10] 喀蔚波. 医学物理学：物理学在医学中的应用[J]. 物理, 2002, 31(6): 400-405. DOI: 10.3321/j.issn:0379-4148.2002.06.015.
[11] 吴艳茹, 杨海波, 孟燕军. 医学物理学实验指导[M]. 北京：科学出版社, 2017.
[12] 陈仕国, 廖新华, 邓玲, 等. 给医学物理学基础实验融入“创新”元素[J]. 医学教育探索, 2007, 6(10): 909-910. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2007.10.011.

（收稿日期：2021-03-07）
（本文编辑：唐宗顺）