

新医科下基于医学案例的医学物理教学

陈明东 郑立贤 黄晓东 李 潮

(华南理工大学物理与光电学院, 广东 广州 510640)

摘 要 新医科涵盖精准医疗、智能医疗等新学科的发展前沿。在此背景下,医学物理的教学内容及方式需要与时俱进。基于医学案例的教学模式有益于缩小物理理论教学与临床实践的差距。本文根据新医科人才的培养目标以及医学物理课程的教学任务,对医学案例的构建思路及物理学、医学的融合点展开了讨论,并以临床常见病“手机脖”作为教学案例进行了介绍和讨论。实践结果表明使用案例教学有利于学生从案例的现象中掌握物理学和医学知识,并且理解这些原理在临床医学和医疗设备或技术中的应用,更好地提高学生解决跨学科问题的能力。

关键词 新医科;医学案例;医学物理;复合人才

DOI: 10.27024/j.wlygc.2025.10.23.02

MEDICAL PHYSICS TEACHING BASED ON MEDICAL CASES UNDER THE NEW MEDICINE INITIATIVE

CHEN Mingdong ZHENG Lixian HUANG Xiaodong LI Chao

(School of Physics and Optoelectronics, South China University of Technology, Guangzhou, Guangdong 510640)

Abstract New medicine initiative covers the frontier of the development of new disciplines such as precision medicine and intelligent medicine. Against this background, the teaching content and methods of medical physics need to keep pace with the times. The case-based teaching model is beneficial to narrow the gap between the teaching of physics theory and clinical practice. Based on the training objectives of new medical talents and the teaching tasks of the medical physics course, this paper discusses the construction ideas of medical cases and the integration points of physics and medicine, and introduces and discusses the common clinical disease “cell phone neck” as a teaching case. The practical results show that the use of case teaching is conducive for students to grasp the knowledge of physics and medicine from the phenomena of the case, and understand the application of these principles in clinical medicine and medical equipment or technology, thereby better improving students’ ability to solve interdisciplinary problems.

Key words new medicine initiative; medical case; medical physics; interdisciplinary talent

收稿日期: 2025-10-23; 修回日期: 2026-01-05; 出版日期: 2026-03-30

基金项目: 2024 年华南理工大学教研教改项目(C9248910); 2024 年校级课程思政示范课程: 大学物理(C9240560); 2024 年教育部大学物理教指委大中物衍课题(WX202404); 2024 年华南理工大学教研项目(C9248930)。

通信作者: 郑立贤, lxzheng@scut.edu.cn。

引文格式: 陈明东, 郑立贤, 黄晓东, 等. 新医科下基于医学案例的医学物理教学[J]. 物理与工程, 2026, 36(2): 36-41.

Cite this article: CHEN M D, ZHENG L X, HUANG X D, et al. Medical physics teaching based on medical cases under the new medicine initiative[J]. Physics and Engineering, 2026, 36(2): 36-41. (in Chinese)

新医科的本质是要求多学科交叉融合,即在物理、医学、工程等交叉领域产生新技术、新方法。比如单光子发射计算机断层成像术和正电子发射断层成像术就是核物理、医学和计算机相结合产生的新兴技术^[1]。这些技术的发展需要大量基础扎实、知识广博,以及具有跨学科能力的人才,而这些人才的培养与具体学科课程的教学也有密切的关系^[2]。

医学物理学(包括医学物理实验)是医学类专业的必修课,也是物理学理论与技术向医学领域渗透形成的交叉学科,更是新医科建设的核心支撑学科之一^[3]。医学物理课程的教学要求^[4]。

(1) 加强医学类学生的物理基础,使学生掌握必要的物理技术和方法,培养学生的物理思想;

(2) 培养学生应用物理学和医学知识分析和解决医学新问题的能力。这些要求的实施也是实现新医科建设目标的重要保障。所以医学物理学课程在新医科人才培养中具有重要的作用。

但是目前大部分高校的医学物理学课程教学普遍存在以下三个问题^[5-7]。

(1) 课程体系滞后,学科地位边缘化。多数医学院校将该课程定位为“辅助性学科”,教学学时数在 32~56 学时,远低于国际标准。甚至少数医学院校未开设该课程,导致学生缺乏运用物理原理分析血流动力学、细胞膜电位等生命现象的能力,这种现象与新医科要求的“医工、医理交叉融合”目标存在较明显差距;

(2) 教材内容较为单一,物理与医学融合的知识点较少。大部分医学专业的医学物理教材或授课内容沿用理工科大学物理课程的简化版,在教学过程中基本上仅讲授较简单的物理学知识,物理学与医学知识点的融合较少,弱化了医学物理学跨学科、学科交叉融合课程的属性;

(3) 部分学生的认识不足导致学习医学物理的积极性不高。部分医学类学生错误地认为做一个好的医学工作者只需专业扎实即可,“枯燥”的物理知识对之并无影响,致使他们学习医学物理课程的积极性不高。因此,如何解决目前医学物理教学中存在的问题,培养具有知识融合能力、获取能力、运用能力、创新能力是新医科背景下人才培养探索的重要内容之一。

1 课程要求与案例教学的必要性

新医科下的人才培养注重基础扎实、跨界融通和可塑性强的医工交叉复合型医学人才^[8]。因此,笔者围绕此思路开展了基于医学案例的医学物理教学探索,探讨如下四个维度的课程目标。

(1) 基础理论与方法的维度。重视物理学基本原理的教学,培养学生利用物理原理解决问题,注重理论知识与医学案例(或实践)结合。如学习血压测量原理时,培养学生能利用流体力学原理分析血压变化规律的能力;在心电图原理与实践教学中,培养学生能利用心肌细胞电活动的物理规律解释瞬时综合心电向量,以及能利用电偶极子模型解释心电图产生原理的能力;

(2) 学科交叉与融合的维度。打破传统学科知识边界的局限性,在学生了解和掌握各类医疗设备表面形貌、仪器结构和原理的基础上,培养学生的思辨力。比如借助心电图机的学习,一方面让学生了解心电信号生成的物理机理,另一方面让学生了解生物医学工程领域中微弱电信号的检测方法。利用这样的教学方法指导学生建立起“物理原理、医学需求、工程实现”的闭环系统认知;

(3) 实践和应用能力的维度。该维度主要将理论引向实践,例如,在听阈曲线测量实验教学中,要使学生了解听阈和声强、声压和声强级之间的关系,掌握听阈曲线测量的实验操作;在物理学与医学知识的融合探究中,逐步形成跨学科知识网络,将物理理论知识转变为具体的临床技术或其应用方案。

(4) 学生职业发展基础的维度。该维度旨在筑牢学生临床实践与科研的基础,为学生走向医学影像诊断、放射治疗等专业方向的研究或工作岗位提供重要基础。

无论是医学影像诊断中对影像质量的判断、放射治疗中对剂量的精准控制,还是生物医学工程研究中对新设备的开发与研究,都离不开扎实的物理学知识与跨学科的应用能力^[9]。即医学物理学是基础物理与临床医学的“学科桥梁”,而医学案例就是这个“学科桥梁”的“基石”。因此,案

例教学探索是达成新医科下医学物理教学目标的重要途径。

2 案例构建思路

新医科下医学物理的教学任务不仅在于知识的传授,更在于能力的培养,最终助力于复合型医学人才的形成。为了有效达到以上的教学目标任务,医学案例教学的构建方案与思路主要包括以下三类。

(1) 构建基于物理学和医学理论的案例。突破单一学科知识的边界,将物理学原理与临床医学场景进行关联。例如,在流体力学基础理论教学中,将临床中最常见的心血管疾病为讨论对象,以高血压患者的血压动态监测为核心场景,基于流体力学中的伯努利方程、泊肃叶定律对血液流变学的参数(如血液黏度、血管弹性系数)进行关联分析,使学生在分析“血压数值异常波动”案例时,能熟练运用物理公式推导血液流动过程中的流阻与血压的关系;

(2) 构建医疗设备操作与物理参数调控的案例。如超声波及其在医学中应用的教学中,结合“多功能清创机”应用与“很多的医疗设备故障源于使用时参数设置不合适^[10]”的结论,在案例中设置参数调整的任务,如通过不同水压、负压吸引参数对清创效果的研究,强化“物理参数、设备性能、临床效果”的闭环认知;

(3) 构建以创新能力培养为目标的案例。例如,针对“血液透析导管血栓形成”的医学案例,可先呈现“血液透析患者长期使用中心静脉导管时,

在导管内及尖端处容易形成血栓,导致血流量不足或导管功能障碍,需频繁溶栓或更换导管,增加感染风险和医疗成本”等案例信息^[11]。然后设计问题引导学生思考:“如何结合课本的物理原理和文献中的知识建立物理模型,并分析血流动力学参数对血栓形成条件,引导学生用泊肃叶定律研究圆管模型中的流速分布规律。”最后提出开放性探究问题,如查阅资料研究什么样的导管结构可以减少湍流现象。

教学案例设计好后,深入研究医学案例中物理学与医学知识的融合点是教学实践取得良好效果的保证。因此,结合案例构建思路,笔者设计了若干适用于医学物理教学的案例,并探讨了表 1 给出案例中融合物理学与医学知识的关联点。

3 教学实施

医学案例教学的关键在于“让学生动起来”,从而实现被动接受知识转化为主动探究。这种主动探究,在教学实施中主要通过课前任务、课堂讨论与探究、理论升华等教学环节来实现,最终达到“案例到知识”的迁移。下面以基于物理学和医学理论的“手机脖”案例为例探讨教学实施过程。

课前发给学生的案例概况如下:某互联网公司运营人员,日常工作需频繁使用电脑和手机,下班后习惯躺卧或低头刷手机。就诊 1 年前,仅偶尔出现颈肩部酸胀,尤其夜间睡前低头看手机后明显,活动颈部后可缓解;就诊 3 个月前出现颈肩部酸胀频率增加,且低头看手机超过 30 分钟后,会出现右侧肩胛骨区域刺痛,伴随右上肢轻微麻

表 1 医学案例关联的知识点

构建思路	医学案例名称	物理知识点	医学知识点
基于物理学和医学理论的案例	长期低头引起的“手机脖”	受力分析、力平衡、力矩平衡	颈椎的解剖结构和生理功能、常见颈椎疾病
	颈动脉狭窄引起的湍流	泊肃叶定律、流态、雷诺数	颈动脉的解剖结构和生理功能、常见颈动脉疾病
医疗设备操作与物理参数调控和设计的案例	多功能清创机的临床应用	压电效应、超声波的特性及其在医学中的应用	急性创伤面、慢性难愈创伤面、感染性创伤面
	无叶轮电磁泵在左心室辅助装置的临床应用	安培力、电磁作用	心脏病(扩张型心肌病、心肌梗死、重症心肌炎)
以创新能力培养为目标的案例	血液透析导管血栓形成案例	泊肃叶定律、伯努利方程、流态、流速梯度	血管条件、凝血功能、导管功能障碍、并发症

木感,停止使用手机并抬头休息后症状可减轻;就诊1周前,因周末连续4小时低头刷手机、玩手游,当晚出现颈肩部剧烈疼痛,头部向右侧转动时受限(最大转动角度仅 30°),右臂无法正常拿取物品,遂前往医院骨科就诊。检查结果:颈椎X影像显示颈椎生理曲度变直,C5~C6椎体边缘轻度骨质增生;颈椎MRI(磁共振)未见明显椎间盘突出,但C4~C6节段黄韧带轻度增厚,颈肩部肌肉信号提示慢性炎症。诊断结果:颈肩肌筋膜炎、颈椎小关节紊乱,俗称“手机脖”。“手机脖”并非医学标准术语,其实质是因长时间低头使用手机等电子设备导致的颈椎及其周围软组织慢性损伤综合征^[12],通常被归类为“颈型颈椎病”或“姿势性颈椎劳损”。

学生的课前任务如下:

(1) 查阅资料解释“手机脖”疾病的形成原因?

(2) 预习医用物理学教材^[14]第一章第4节,并思考如何利用物理学基本知识建模求解颈椎受力问题。

具体问题如下:长期低头看电子产品是造成颈椎病的主要因素之一。假设成年人头部的质量 $m \approx 5\text{kg}$,当他低头前倾看手机等电子设备时(如图1所示),颈椎与竖直方向的夹角 $\theta \approx 45^\circ$,头部重力 G 作用于A点,头部对颈椎的作用力为 N ,作用于O点(第七颈椎)。颈部肌群的等效作用力为 F ,作用于B点,方向沿右下方,且与水平方向呈 45° 角(其他力忽略)。已知头部重力作用点A到O处的距离 $OA \approx 18\text{cm}$,O点到颈部肌群力 F 作用线的距离 $OB \approx 3\text{cm}$ 。求颈部肌群的作用力 F 和颈椎O处的受力 N 的大小?

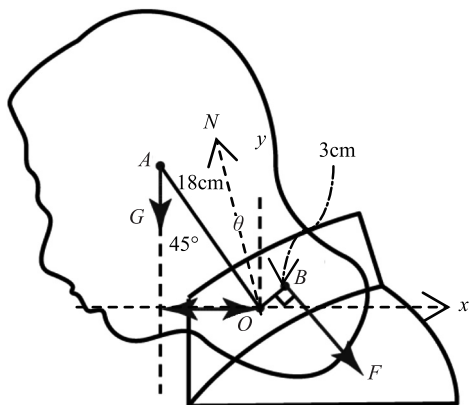


图1 颈椎受力示意图

案例教学的第二步,则在课堂教学环节中,通过5~10分钟的生互动和师生互动,让学生被动学习知识转化为主动探究。因此,课堂教学可以根据学生就座的就近原则,3~4位同学一个小组进行分组讨论。在讨论过程中引导学生根据案例中的信息提炼临床案例的一般现象,即发现问题。本案例第一个问题是“手机脖”疾病的形成原因?根据学生查阅文献资料的讨论结果,引导学生在查阅资料的基础上主动探究该问题的答案,相关答案主要如下^[13]:“手机脖”产生的核心诱因是长期低头导致颈椎生物力学失衡,可以分解为3个关键环节:(1)正常站立/坐姿时,颈椎呈自然前凸的“C”型生理曲度。但低头看手机时,头部会向前下方倾斜,颈椎曲度被迫变直甚至反向后凸(“反弓”)。这种低头姿势会使颈椎周围的肌肉等处于紧张状态,而且颈椎承受的压力会随低头角度增加而呈较剧烈的增加;(2)长期低头时,浅层肌肉过度紧张,如脖子前侧肌肉被拉伸、后侧肌肉被压缩,易出现“肌肉痉挛”,从“疲劳”到“损伤”;(3)若姿势异常持续6个月以上,颈椎会出现不可逆的结构改变,这也是“手机脖”从“酸痛”发展为“疾病”的关键。

在以上探究的环节中可以进一步引导学生归纳案例中的一些概念,如“前凸的C型生理曲度”“颈椎曲度被迫变直甚至反向后凸”等核心概念或理论,从而实现了由医学案例上升到医学知识的迁移过程。帮助学生完成了本案例现象的定性分析后,紧接着提出:“低头看手机,前倾角度与颈椎处的受力大小的关系如何?”从而引出本案例中更本质的力学定量计算问题。

通过本案例链接的力学理论知识,接下来引导学生利用相关知识建立近似刚体模型,并利用力平衡 $\sum F_i = 0$ 和力矩平衡 $\sum M_i = 0$ 主动探究案例中的物理机制问题,求解过程基于如图1坐标系,并以O为刚体支点可列

$$\begin{cases} G \cdot OA \cdot \sin 45^\circ = F \cdot OB \\ N \cdot \cos \phi = F \cdot \cos 45^\circ \\ N \cdot \sin \phi = F \cdot \sin 45^\circ + G \end{cases} \quad (1)$$

根据方程组(1)得到计算结果为颈部肌群和颈椎O处受力大小分别是 $F = 212\text{N}$, $N = 250\text{N}$ 。学生计算得到这样结果后,继续引导学生对案例中物理学与医学知识融合点的本质问题更进一步地探

讨,提出如“正常情况下颈椎受力大约为多少?而低头状态下的受力值是正常值的多少倍?这么大的力会使颈椎造成什么样的影响”等问题。学生在探讨这些问题时会发现,相关计算结果能与案例中的临床现象很好吻合,这也说明力学建模及相关计算结果的合理性。因此,通过本案例中物理学与医学的基本理论,建立了解决人体静力学场景下力的求解模型,从而实现了教学案例的临床现象到理论模型,然后到合理的结论,达到了临床现象、知识能力升华到多学科交叉能力应用的过程。

4 教学实践反馈

教学反馈既有益于教学实践的复盘,也有益于案例教学方法的改进和教学效果的提升。经过一段时间的教学实践,笔者调研了来源于教务处学生评教系统和考试答题情况的反馈信息。

(1) 学生评教反馈认为大多数学生感觉医学案例与临床联系比较紧密,教学模式有利于他们理解物理原理,掌握物理知识和临床知识。特别是在“手机脖”这个案例的教学中,大家既学到了颈椎结构、颈部肌群的生理知识,又掌握了解决人体局部静态平衡的物理学知识。还有部分学生感觉有些案例有点难,超出自己的理解范畴。但是总体来说学生还是比较支持这样的案例教学,他们认为可以通过具体的临床案例来加深他们的印象,激发他们的兴趣,活跃课堂气氛。

(2) 从补充作业或考试答题情况来看,对于有关医学案例的知识点,学生掌握较好,比如“无叶轮电磁泵在左心室辅助装置中的应用”案例题。绝大部分的学生都能答出该题考查点的知识,而对其中比较抽象,没有联系实际案例且难度较大的纯物理理论知识部分,学生掌握情况相对稍弱。

总之,在医学物理教学中构建恰当的案例,课堂上合理分配讨论时间,以及强化抽象理论与案例相结合的教学模式等都是值得我们更进一步探索的方向。

5 结语

新医科下传统医学物理教学的内容与方法难以满足跨学科人才培养的需求,因此,该课程教学

内容和方法的更新势在必行。以医学案例为载体的教学模式是新医科下医学物理教学探索的重要内容之一。基于新医科人才培养的目标,结合医学物理课程的教学任务,主要探索了医学案例的科学构建思路,挖掘了案例中物理学与医学知识的融合点,并使抽象的物理原理与具体的医学应用形成关联。作为示例,我们选取了“手机脖”这一常见病症作为教学案例,展示了在教学实践中如何引导学生从医学角度分析病因与病理机制,再逐步引入物理学中的力学等相关物理知识的教学过程。从学生反馈情况来看,基于医学案例的教学模式不仅有利于医学物理教学效果的提升,而且有利于新医科教学改革经验的积累。

参 考 文 献

- [1] RAVAL N R, WETHERILL, R R, WIERS, C E, et al. Positron emission tomography of neuroimmune responses in humans: Insights and intricacies[J]. *Seminars in Nuclear Medicine*, 2023, 53(2): 213-229.
- [2] 陈明东,黄晓东,李潮. 多学科交叉融合背景下的人体血压和血管弹性实验[J]. *物理实验*, 2024, 44(1): 22-27.
CHEN M D, HUANG X D, LI C. Experimental study on human blood pressure and vascular elasticity under the background of multidisciplinary integration[J]. *Physics Experimentation*, 2024, 44(1): 22-27. (in Chinese)
- [3] 仇惠,王亚平,朱本超. 医学物理学[M]. 北京:科学出版社, 2021.
QIU H, WANG Y P, ZHU B C. *Medical physics*[M]. Beijing: Science Press, 2021. (in Chinese)
- [4] 教育部高等学校大学物理课程教学指导委员会编. 医药类专业大学物理课程教学基本要求[M]. 北京:清华大学出版社, 2021.
Teaching Guidance Committee for College Physics Courses, Ministry of Education. *Basic Teaching Requirements for College Physics Courses of Medicine and Pharmacy Specialties*[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2021. (in Chinese)
- [5] 刘旭东,庄楚君,莫忠,等. “新医科”背景下医用物理课程教学改革与实践[J]. *物理通报*, 2024(10): 2-4.
LIU X D, ZHUANG C J, MO Z. Reform and practice on medical physics under the background of new medicine[J]. *Physics Bulletin*, 2024(10): 2-4. (in Chinese)
- [6] 童家明,喀蔚波,王晨光,等. 医学技术类专业物理基础课程学时的比较分析[J]. *物理与工程*, 2020, 30(4): 48-53, 62.
TONG J M, KA W B, WANG C G, et al. The comparative analysis of the class hours of physics foundation curriculum in medical technology specialties[J]. *Physics and Engineering*, 2020, 30(4): 48-53, 62. (in Chinese)

- [7] 刘凤芹,盖志刚,于淑云,等. 多维度教学改革促进医学物理学课程建设[J]. 大学物理, 2020(10):76-80.
- LIU F Q, GAI Z G, YU S Y, et al. Construction of medical physics course by using multiple teaching reforms[J]. College Physics, 2020(10): 76-80. (in Chinese)
- [8] 曹思思,黄菊阳,张少宝,等. 新医科背景下人体解剖生理学实验教学探索[J]. 基础医学教育, 2025, 27(4): 318-323.
- CAO S S, HUANG J Y, ZHANG S B, et al. Exploration the experimental teaching of human anatomy and physiology under the background of New medicine[J]. Basic Medical Education, 2025, 27(4): 318-323. (in Chinese)
- [9] MANISCALCO A, LIANG X, LIN M H, et al. Single patient learning for adaptive radiotherapy dose prediction[J]. Medical Physics, 2023, 50(12): 7324-7337.
- [10] 杨英,吴荷玉,马琼,等. 基于三维质量模型的手术室医疗设备管理质量敏感指标体系构建[J]. 中国医疗设备, 2023(3): 101-106.
- YANG Y, WU H Y, MA Q, et al. Construction of a quality sensitivity index system for operating room medical equipment management based on the three-dimensional quality model[J]. China Medical Devices, 2023(3): 101-106. (in Chinese)
- [11] 李晓慧,党慧莲. 预防性护理对血液透析患者中心静脉导管感染率及血栓形成率影响分析[J]. 血栓与止血学, 2019, 25(2): 343-344.
- LI X H, DANG H L. Analysis of the influence of preventive nursing on central venous catheter infection rate and thrombosis rate in hemodialysis patients[J]. Chinese Journal of Thrombosis and Hemostasis, 2019, 25(2): 343-344. (in Chinese)
- [12] 马丽红. 退变性颈椎疾患减压术后上肢麻痹发生机制研究进展[J]. 武警医学, 2019, 30(11): 1004-1008.
- MA L H. Research progress on the pathogenesis of upper limb paralysis after decompression surgery for degenerative cervical diseases [J]. Medical Journal of the Chinese People's Armed Police Forces, 2019, 30(11): 1004-1008. (in Chinese)
- [13] 刘娟娟. 远离“手机脖”拒绝颈椎病[J]. 家庭医学, 2023(3): 36.
- LIU J J. Stay away from “Text Neck” and reject cervical spondylosis[J]. Family Medicine, 2023(3): 36. (in Chinese)
- [14] 陈仲本,况明星. 医用物理学[M]. 北京:高等教育出版社, 2017.
- CHEN Z B, KUANG M X. Medical physics[M]. Beijing: Higher Education Press, 2017.