

刚体力学临床化教学模式的的设计与实践

郭鑫, 许佳捷, 梁媛媛

海军军医大学卫生勤务学系, 上海 200433

DOI: 10.61369/SDME.2026070038

摘 要 : 刚体力学作为《医用物理学》的核心章节, 是临床中有关生物力学的重要基础。但传统教学存在理论与医学临床脱节、抽象知识难以理解等问题, 导致学生产生“学而无用”的错误认知。为契合新时代医学人才的培养需求, 本文将临床骨折的实际问题与刚体力学的相关知识完成匹配设计, 引入课堂教学, 构建医理有机结合的结构化教学模式, 并通过临床实际、问题驱动、互动讨论等方式实施课堂教学。课后反馈显示: 在能力的迁移与知识综合运用方面, 以及学习兴趣、课堂参与、临床关联、自主学习四个维度上, 实验组(医理融合课堂)同学的完成度明显优于对照组(传统的刚体力学课堂)可见, 该模式有效化解了物理理论与临床实际脱节的难题, 后续可挖掘、设计更多的医理结合实际, 用于课堂教学, 完善教学体系。

关 键 词 : 医用物理学; 刚体力学; 骨折案例; 医理融合

Design and Practice of a Clinical Teaching Model for Rigid Body Mechanics

Guo Xin, Xu Jiajie, Liang Yuanyuan

Department of Health Services, Naval Medical University, Shanghai 200433

Abstract : As a core chapter in "Medical Physics," rigid body mechanics serves as a crucial foundation for biomechanics in clinical settings. However, traditional teaching methods often suffer from a disconnect between theory and clinical practice, along with difficulties in understanding abstract concepts, leading students to perceive the knowledge as "useless." To meet the demands of cultivating medical talents in the new era, this paper matches real-world clinical fracture problems with relevant knowledge of rigid body mechanics, integrating them into classroom instruction. A structured teaching model that organically combines medical theory and practice is constructed and implemented through clinical cases, problem-driven approaches, and interactive discussions. Post-class feedback indicates that, in terms of knowledge transfer, comprehensive application, and four dimensions—learning interest, classroom participation, clinical relevance, and self-directed learning—students in the experimental group (integrated medical-physics classroom) significantly outperformed those in the control group (traditional rigid body mechanics classroom). This model effectively bridges the gap between physical theory and clinical practice, suggesting that further exploration and design of medical-physics integration cases for classroom use can enhance the teaching system.

Keywords : medical physics; rigid body mechanics; fracture cases; medical-physics integration

引言

刚体力学作为《医用物理学》课程的开篇章节, 是生物力学的重要基石, 直接服务于骨折复位固定、关节运动分析、支架植入等临床实践, 是理解人体运动机制、骨骼生物力学及康复工程原理的必备基础, 是帮助医学生真切体会“物理知识为医学专业服务”的关键教学内容。但传统刚体教学存在几项明显的不足: 一、教学中以普通物理体系为主, 偏重公式推导与理想化模型计算。而在强调突出重点, 巩固知识时, 往往是“讲知识—做习题”的单一老旧模式, 与医学场景结合不足, 医学生经常存在“知其然而不知其所以然”的现象, 难以理解知识与医学的关联。二、刚体中的知识较为抽象, 例如力矩、转动惯量、转动定律等, 而教师几乎都是物理专业背景, 在化解抽象概念时还是习惯于“门轴转动”、“机械转子转动”等偏生活化或理工化的例子, 进一步导致学生产生“物理对专业无用”的错误认知。三、课堂教学多以理论讲授, 辅以课件演示和黑板板书为主, 课堂氛围较为死板, 缺少沉浸式、具象化的教学体验, 导致学习主动性与专业探究兴趣普遍不高。

而新时代医学教育强调医理融合、基础与临床贯通, 有着基础课程主动对接临床的需求。为此, 笔者立足《医用物理学》的课程定位和新时代医学人才的培养需求的基础上, 尝试将临床骨折典型案例引入刚体力学教学, 探索适合医学生物理教学的高效课堂。^[5]

项目信息: 医用物理学校级精品课程立项培育项目。

作者简介: 第一作者: 郭鑫, 副教授, 主要从事物理学的教学与研究工作, 501179450@qq.com

通讯作者: 梁媛媛, 教授, 主要从事物理学类的教学与研究工作, liangyy_208@163.com

一、融入骨折模型的刚体力学课堂设计

（一）教学设计的基本思路

教学中以刚体力学的重点知识为核心框架，以临床骨折的实际问题为导引，通过问题驱动、物理解释和案例回归的完整逻辑展开结构化教学设计，使学生切实感受到刚体相关知识在真实骨折场景中的底层原理和实际应用。另外，依托刚体力学与骨折临床融合的教学架构，顺势践行熔盐于水的课程思政。引导学生明白每一项骨科复位固定方案，都离不开精准力学原理的支撑，分毫之差关乎生命健康。以此培养敬畏生命、医者仁心的医学人文精神。

课堂外，引导学生自主运用刚体力学知识深入探究更全面的各类骨折损伤机理与更为细致的固定方案，逐步破除“物理与医学专业无关”的片面认知，树立医理融合、学以致用学习理念，培养用物理思维解析临床问题的科学素养与专业思维。

（二）刚体力学知识点与骨折模型的匹配

在刚体力学知识框架中，有2个核心概念：刚体和定轴转动。刚体是受力后形状与体积不发生形变的理想化模型。人体骨骼在生理载荷与创伤受力下，整体形变极小，可近似为刚体，此为匹配一；骨折断裂处可视为异常转动轴。其不稳定活动本质上是刚体的定轴转动，此为匹配二。由概念的匹配可以进一步的解释物理量与骨折行为的匹配，分别是：1. 力矩的核心物理量之一为力臂，对应骨折线（转动轴）到外力作用点的距离，直接决定骨折移位趋势；2. 转动惯量与固定长度及肢体质量分布密切相关，可直接解释临床“长夹板、先近后远”的固定原则。综上，刚体力学的知识可以解释骨折如何发生、为何移位、如何固定，与临床实际高度契合。

（三）教学设计

在教学中，打破以往的“灌输式”教学，在讲授的基础上，引入案例教学法、问题探究法和讨论法相结合的多元结合的教学方式，将刚体、定轴转动、力矩和转动惯量等知识点嵌入骨折移位、和复位固定等真实临床情境。借助骨骼影像资料、设置递进式探究问题，引导学生自主对接物理与骨折的受力分析，解读力矩、转动惯量等物理知识点，解读临床诊疗规范，变“灌输式”为“探究式”教学，引导医学生用物理思维剖析生物力学临床问题的专业素养。

其次，为了打破传统枯燥的教学模式，化解抽象的知识点，引入虚拟仿真技术，设计搭建骨折三维模型，融入物理知识点。例如：模拟不同外力作用下骨骼的受力情况、骨折移位过程，融入力矩在模拟模型中的变化，使抽象的物理知识与骨折模型融为一体，直观展示。另外，在学习转动惯量这一重难点知识时，学生在课堂较短的时间内，很难掌握牢固，经常出现“课堂学会了，课下又忘了”的现象。因此，我们会用借助骨折模型，拆解骨折固定的力学原理，解释“长夹板、先近后远”的固定原则依据的物理原理——转动惯量，使学员清晰的感知物理知识在临床中的妙用。^[4]

此外，通过骨折模型与数字化的教学手段相结合，可很好的

融入熔盐于水的课程思政理念。例如：在剖析骨折受力、力矩变化以及复位固定等场景时，不靠不生硬说教和刻意拔高，自然而然的让学生感受到行医须谨慎，“一个非常小的认知偏差或者操作的微小失误，都会让一个小小的力变成大大的力矩”，当精准有度、循理而行。综上，经过教学设计，可有望实现知识传授、能力培养与价值引领的同向同行。

（四）课堂实施

通过展示临床骨折影像片进行导课，提出“骨折后为什么要用钢板、石膏固定？为什么轻微骨折也要制动？”等实际问题，以此为切入点自然引出刚体及刚体定轴转动的核心概念，巧妙搭建起临床实际与物理理论知识之间的桥梁。将在讲授力矩与转动惯量两大重点内容时，设置两次案例回归环节，分别是：问题1：“为何即使轻微骨折，临床仍建议进行有效固定？”，引导学生结合力矩与力臂原理展开自主分析。问题2：围绕临床固定规范“骨折先固定近端、再固定远端，夹板长度应足够”展开深度讨论，促使学生运用转动惯量规律做出合理解释。通过问题引领、小组讨论、互动阐释等方式，激活学生思维，带动物理知识的实际应用，实现从“被动听讲”向“主动探究”的课堂转型。

（五）教学评价

在传统期末终结性考核的基础上，融入过程性评价，综合考察学员对专业知识的掌握与实践应用能力。过程性评价分为课堂与课后两大模块：课堂评价在公式运算、理论识记的基础上，增设综合能力维度考核，依据小组课堂发言的完整性、逻辑严谨性与答案准确性三个维度进行计分；课后环节在完成基础习题的基础上，增设临床力学案例分析专项作业，重点考核学生将刚体力学原理迁移应用于骨折损伤机理分析、临床固定原则解读的实操能力。两类评价相结合来检验学员对基础理论的内化程度以及知识迁移的能力。

从教学评价实施效果来看，终结性考核与过程性评价融合的模式，能够更全面、客观地衡量学生综合水平。具体如下：一、可以更好的筛选出平时学习认真和综合能力突出的同学，有效规避了传统考核中部分学生仅靠临时突击考点就能取得高分的弊端。二、对大多数同学来讲，转变了他们的应试观念，更加重视学习的过程，将重心向日常学习积累上，摒弃了平时懒散的低效学习模式。三、对物理基础差的同学而言，他们能认识到高中物理知识薄弱不可怕，只要平时踏实学习，点滴积累，多注重查漏补缺，能够稳步提升学业水平，另外，还能大幅度降低一次性考试带来的压力。

二、评价与反馈

为了客观的评价教学效果，笔者将同年级、同专业的学生分

为对照组和实验组，对照组为传统的刚体课堂授课，实验组为融入骨折模型的医理课堂授课。教学结束后，通过课后作业和问卷调查两种方式相结合进行课后调查，结果显示：1. 在课后作业反馈中，两组学生客观题的正确率差异不大，分别为90.2%和95.4%；而主观题的答题质量则呈现较为明显的组间差异，对照组

的同学要么只字片语，要么留白。而实验组同学在完成基本问题的基础上，还能拓展至其它临床实际案例，甚至机器人等模型，提示两组学生在基础理论知识掌握上差异不大，但在知识迁移、综合分析及运用物理原理解决临床实际问题的高阶应用能力上存在明显分层。2. 根据调查问卷显示：在学习兴趣、课堂参与、临床关联、自主学习这四个维度上，实验组同学的满意度明显优于对照组。其中，其中，临床关联这一维度差异最大，对照组的满意度仅为28.6%，而实验组为98.3%。可见，将刚体力学与骨折模型有机融合的结构化教学模式，不仅有助于学生理解抽象知识，还能有效的解释、解决临床实际，甚至拓展至医学前沿，促进学生更加积极主动的学习，真正实现医理融合。^[5]

三、展望与总结

刚体力学与骨折场景结构化设计的教学实施，有效解决可医用物理学理论与临床脱节的难题，纠正了学生认为物理学习与专业无关的错误认知，提升了学生学习兴趣与知识应用能力。同时，依托这一教学架构，有机融入了课程思政，在知识传授、能力培养的基础上，同步渗透医学职业操守与专业素养。后续在其它教学章节的基础上可进行参考借鉴，挖掘更多的临床实际案例，优化医理融合的教学体系，更好的服务于新时代医学人才的培养。

参考文献

- [1] 赵凯华，罗蔚茵. 新概念物理教程·力学 [M]. 北京：高等教育出版社. 2023.
- [2] 邵瀚雍. 刚体一般运动的描述 [J]. 大学物理, 2021, 40 (5): 62-66.
- [3] 张殿英. 基于杠杆重建理论对长骨干骨折内固定治疗的新认识 [J]. 中华骨科杂志, 2022, 42 (5): 265-271.
- [4] 赵凯，李建民，张伟. 基于传力路径的接骨板结构拓扑优化设计 [J]. 医用生物力学, 2024, 39 (2): 189-195.
- [5] 秦颖，武荷岚，程茜，等. 当物理撞上医学：医理交叉课程建设与实践 [J]. 中华医学教育杂志, 2022, 42 (4): 309-313.