DOI: 10.14188/j.1671-8852.2024.0505　　**文章编号** 1671-8852(2025)02-0239-07

基于虚拟现实的多学科交叉融合教学模式构建——以ARDS为例

蔡　菡[1]　王雅琪[1]　詹丽英[2]　陈　婷[1]　李　莹[1]　王　璐[2]　肖　璇[1]
武汉大学人民医院　[1]眼科中心，[2]重症医学科　湖北　武汉　430060

摘要　本文搭建以虚拟现实(VR)技术为基础的教学实验平台，构建医学多学科交叉融合新型教学模式，模拟急性呼吸窘迫综合征(ARDS)的临床场景，提供沉浸式学习体验，使医学生能够深入理解ARDS的病理机制、诊断标准和治疗策略，同时直观地了解ARDS与全身系统的相互影响。基于VR技术的多学科交叉融合教育模式不仅增强了学生的实践技能，还促进了学生对复杂临床情况的理解和应对能力，提高了学生的临床整体思维能力，培养具备多学科背景的复合型重症医学人才，为建立和完善医学教育数字化转型提供新的范式。

关键词　数字教育；急性呼吸窘迫综合征；医学；虚拟现实技术；教学模式
中图分类号　G431
文献标识码　A　　**开放科学(资源服务)标识码(OSID)：**

Construction of an interdisciplinary integrated teaching model based on virtual reality: Taking ARDS as an example

CAI Han[1], WANG Yaqi[1], ZHAN Liying[2], CHEN Ting[1], LI Ying[1], WANG Lu[2], XIAO Xuan[1]
[1]Ophthalmology Center, [2]Dept. of Critical Care Medicine, Renmin Hospital of Wuhan University, Wuhan 430060, Hubei, China

Abstract

A new type of teaching model that integrates multiple disciplines of medicine based on a teaching experimental platform with virtual reality (VR) technology is built. The clinical scenes of acute respiratory distress syndrome (ARDS) are simulated to provide an immersive learning experience, enabling medical students to deeply understand the pathophysiological mechanisms, diagnostic criteria, and treatment strategies of ARDS, while intuitively understanding the mutual influence between ARDS and the entire body system. The multidisciplinary integrated education model based on VR technology not only enhances students′ practical skills but also promotes their understanding and response ability to complex clinical situations, improves students′ overall clinical thinking ability, cultivates compound critical medical talents with a multidisciplinary background, and provides a new paradigm for establishing and improving the transformation of medical digital education.

Key Words　Digital Education; Acute Respiratory Distress Syndrome; Medicine; Virtual Reality Technology; Teaching Models

课题来源：国家重点研发计划(2023YKC2308404；2021YFC2501800)；湖北省卫生健康委员会转化医学项目(WJ2021ZH0015)；湖北省高等教育学会省规划重点课题(2023ZA035)
作者简介：蔡菡，女，1988—，医学硕士生，主管护师，主要从事医学教育的研究，E-mail:rm001593@whu.edu.cn
通信作者：肖璇，女，1979—，医学博士，一级主任医师，主要从事临床医学和医学教育的研究，E-mail:xiaoxuan1111@whu.edu.cn

急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome,ARDS)是一种严重的肺部疾病,以呼吸窘迫和难治性低氧血症为临床特征,它不仅影响呼吸系统,还可能与感染、代谢紊乱或自身免疫疾病等相互影响,加重病情[1]。如何进行精准的判断展开救治和进行疾病系统性的管理是医学生在ARDS学习中亟待解决的难题。本研究依托于虚拟现实(virtual reality, VR)技术实验平台,构建模拟ARDS的临床真实场景,采用多学科交叉融合模式进行教学,将理论学习和临床实践密切结合,通过实践激发理论学习,在实践中运用相关知识,达成"学以致用",使学生能结合新的临床研究成果给患者提供最合理的救治方案,并针对患者的具体情况有效地进行跨学科的合作。

1 虚拟现实技术实验平台技术方案

1.1 虚拟现实技术实验平台软硬件配置

1.1.1 硬件 虚拟现实技术实验平台硬件由VR计算机和VR显示器组成。其中VR显示设备的显示分辨在2 560×1 440以上,视场角100°以上,刷新率90 Hz,可G-sensor矫正,gyroscope陀螺仪,具有proximity距离感测器、瞳距感测器。

1.1.2 软件 虚拟现实技术实验平台的软件基于Window 10系统和Steam VR系统开发,采用引擎及编译工具Unity、UE、Microsoft Visual Studio等编写程序,编程语言采用C++、C#、MongoDB和MySQL,采用Photoshop、Substance painter、Houdini、After Effect、3D Max、Maya等工具进行美术创作,利用Excel、PowerPoint和思维导图工具策划编辑。

1.2 教学实验平台组成 包含运行虚拟仿真软件的服务器、保存实验资源及相关数据的数据库、网络环境、用户端运行设备、显示设备、实验交互设备、其他相关设备,以及虚拟仿真教学软件和相关接口软件。

1.3 教学实验平台架构设计 教学实验平台整体架构如图1所示。

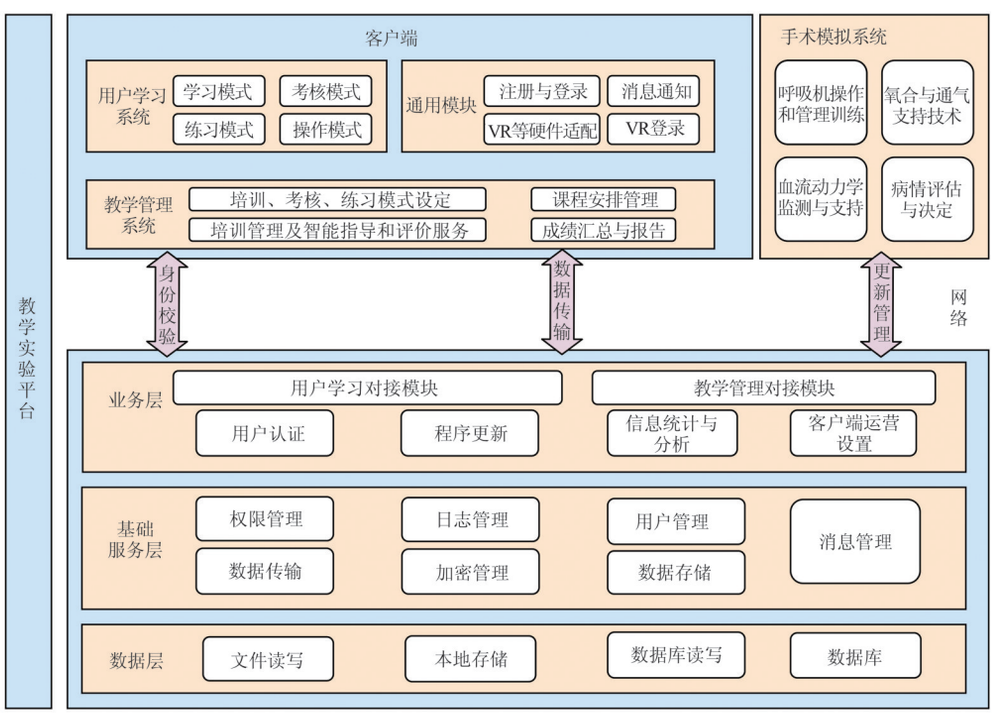


图1 教学实验平台整体架构图

2 基于虚拟现实的多学科交叉融合教学模式构建,以ARDS为例

虚拟现实教学系统的构建流程主要包括:病例采集、3D场景搭建、总体策划、模块设定、考核数据提取和评价等5大步骤,如图2所示。

2.1 病例采集 病例采集是教学模型建立的关键环节,以现实病例为参照,结合虚拟现实技术进行病例重现,病例收集的信息越完善、疾病覆盖率越高、时间跨度越大,数据库的价值也就越高。使用HIS科研数据库,进行多中心协作,快速提取所需的疾病数据并进行分类存储,为病例训练模块展现更

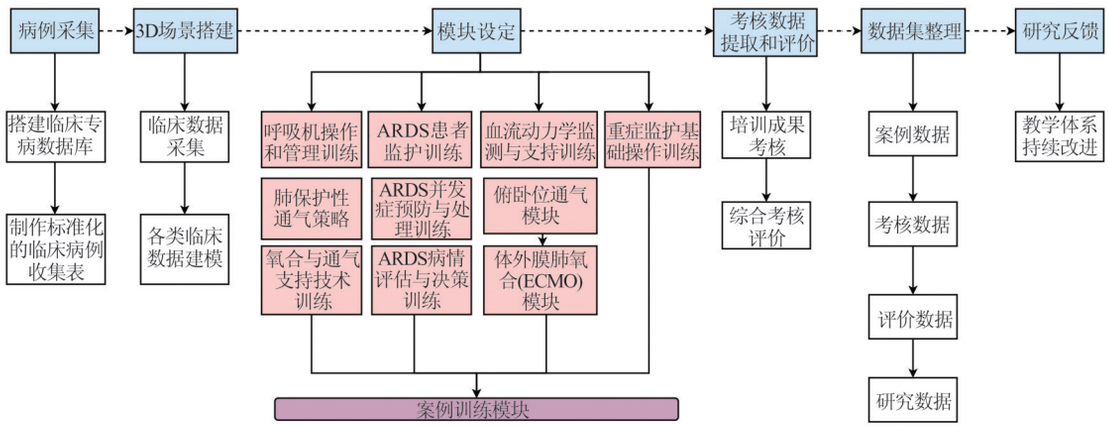


图 2　虚拟现实技术联合多学科交叉融合教学模式构建流程图

加真实的操作体验奠定基础。

2.2　3D 场景搭建

2.2.1　*临床数据采集*　主要包括采集各类型重症器械的三视图并测量各器械的长、宽、直径、厚度等数据。实地拍摄重症监护室，并测量监护室规格。实地拍摄重症检查室，测量检查设备的规格，还原真实病人检查各项数据和影像，包括呼吸机、注射泵、床旁血气分析仪、监护仪等。根据重症各类型治疗需要，采集真实病人各类解剖数据、病人治疗中的实拍图片及 X 线、CT、MRI、DSA 等影像学资料。各类型 ARDS 的治疗流程均采集自权威教材和指南[2-3]，确保治疗方案的科学性和标准化。

2.2.2　*各类型数据信息 3D 建模*　包括：重症监护室、医疗器械、检查设备、人体解剖、模拟真实医疗场景、操作界面（如图 3 所示）。



图 3　模拟真实医疗场景与操作界面

2.3　模块设定　本研究开发 ARDS 模拟课程分为 10 大模块，包含了 ARDS 诊疗学习所需的全部内容。

2.3.1　*呼吸机操作和管理训练模块*　呼吸机是治疗 ARDS 的常用方法，通过改善患者的通气量降低患者的死亡风险[4]。模拟呼吸机的使用和管理，专注于训练医学生掌握机械通气的基本操作技巧，包括呼吸机的设置、模式选择、参数调整等。通过不同的模拟情景，医学生可以练习调整呼吸机参数，如潮气量、呼吸频率、呼气末正压（PEEP）等。

2.3.2　*肺保护性通气策略训练模块*　随着医学技术的不断发展，肺保护性通气在 ARDS 患者治疗中被广泛应用。张欣等[5]研究指出，机械通气易引发相关肺损伤，临床治疗需要积极加强肺保护性通气策略。因此对训练医学生实施肺保护性通气策略是 ARDS 治疗中的关键组成部分。模块可以包括练习如何监测和维持适当的氧合水平和平台压，以及如何避免呼吸机相关肺损伤，教授医师如何实施肺保护性通气策略，包括小潮气量通气、适当的 PEEP 水平设定等关键技能。

2.3.3　*氧合与通气支持技术训练模块*　模拟不同的氧合和通气支持技术，如无创通气、经鼻高流量氧疗等，训练医学生根据不同 ARDS 患者的需要选择合适的支持方式。模拟不同氧疗情景，训练医学生如何评估患者的氧合状态，以及如何调整氧疗方案以优化氧合。

2.3.4　*血流动力学监测与支持训练模块*　ARDS 早期常伴有低血容量性休克症状等血流动力学异常。而机体发生血流动力学紊乱时，为维持正常的灌注压，机体发挥代偿效应，部分患者心率、血压能维持正常水平，但大多患者处于严重缺血、缺氧情况下，易发生多器官功能障碍综合征[6]。因此，加强对危重症患者血流动力学监测，并指导合理进行液体复苏，对改善患者预后有重要意义[7]。该模块提供血流动力学监测的技能训练，包括中心静脉压、

肺动脉楔压、脉搏指示连续心输出量监测(PICCO)等参数的监测和解读。

2.3.5 俯卧位通气模块 ARDS对肺泡损伤不是均匀的,通常受重力的影响在下肺区存在广泛肺水肿和肺不张,而上肺区都是通气较好的肺泡[8]。俯卧位通气作为一种临床干预措施,已被证实能显著改善ARDS患者的氧合状态[9-10]。在本模块中,我们将深入探讨俯卧位通气的科学基础,包括其对ARDS病理生理学的影响。学员将学习到俯卧位通气的适应证、禁忌证以及操作过程中的关键步骤。此外,本模块还将提供对俯卧位通气过程中可能出现的挑战和解决方案的分析,以及如何根据患者的具体情况调整通气策略。

2.3.6 体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation,ECMO)模块 随着ECMO技术的完善和经皮插管的应用,ECMO被广泛用于各种原因引起的ARDS,在传统治疗基础上联合ECMO治疗后患者的生存率较单纯传统治疗明显提高[11]。本模块将详细介绍ECMO的工作原理、不同类型的ECMO(静脉-静脉ECMO和静脉-动脉ECMO)以及它们的临床应用,包括血管通路的选择、管道的准备和连接、系统的启动和监控。此外,本模块还将探讨ECMO治疗期间可能遇到的并发症,如出血、血栓形成和感染,以及如何进行有效的风险管理和患者监护。

2.3.7 ARDS病情评估与决策训练模块 ARDS诊断标准宽泛且缺乏特异性诊断标志物,医生对其认知度低,这均易导致漏诊和误诊的发生[12-13]。因而对有发生ARDS可能的患者进行早期病情评估与决策仍是亟待解决的难题。本模块通过模拟真实病例,训练医学生如何进行ARDS的快速诊断、病情严重程度评估和制定治疗方案。

2.3.8 ARDS患者监护训练模块 在全世界重症监护病房中约有10%的患者出现ARDS。尽管有所改善,但在大多数研究中,死亡率仍高达30%~40%[14]。本模块模拟重症监护环境,训练医学生如何监控ARDS患者的生理参数,及时识别并处理潜在的并发症。

2.3.9 重症监护基础操作训练模块 重症医学科(intensive care unit,ICU)作为一门专业性极强的临床学科,是负责接收临床各科室急危重症患者的诊治中心,是医院综合救治能力的重要体现[15]。ICU临床诊治的疾病复杂且危重,需要ICU医护人员掌握知识点及操作技能广而多,对医学生提出了更高的要求[16-17]。本模块涵盖ARDS患者监护中的基本操作技能,如动脉血气分析、呼吸功能监测、液体管理、经口气管插管术、中心静脉穿刺置管术、心肺复苏、电除颤、床边电复律、PICCO置入术等。

2.3.10 ARDS并发症预防与处理训练模块 专注于训练医学生识别和处理ARDS可能出现的并发症,如呼吸机相关肺炎、多器官功能障碍等。

3 基于虚拟现实技术的多学科交叉融合教学模式

重症医学是一个涉及广泛知识领域的学科,包括生物学、化学、物理学、心理学、社会学等。随着重症医学研究的不断深入,医学领域的问题越来越复杂,需要跨学科的知识来解决。多学科融合教育模式强调跨领域、跨学科的教育理念,其核心在于将相互联系、协同的学科知识交叉融合,让学生掌握本学科知识的同时,也能熟悉其相关学科领域知识,进而形成多元化知识结构,并在学习过程中不断优化[18-19]。

3.1 多学科交叉融合教学模式 多学科融合教学模式能够为医学生提供更全面的医学知识体系,从不同学科角度思考问题,学生可以发现新的问题和解决方案,能够激发学生的创新思维和批判性思维[20]。社会对医学人才的需求是多样化的[21],多学科融合教学模式关注社会需求和实际问题,通过跨学科的课程设置和教学内容,培养学生具备全面的医学知识和技能,以满足社会对医学人才的多样化需求。

3.2 基于虚拟现实技术的多学科融合模式构建,以ARDS为例

3.2.1 多学科融合课程内容 课程包含ARDS疾病的基础医学知识,包括解剖学、病理生理学等,让学生了解疾病的起因、发展和全身影响。利用三维模拟技术,重现各种ARDS的临床情景,包括不同的病因、严重程度和合并症,展示ARDS对肺部结构和功能的影响,包括肺泡损伤和气体交换障碍。以增强医学生的急救适应性和决策能力;训练医学生识别和处理ARDS治疗中可能出现的并发症,如呼吸机相关性肺炎、气胸等;训练医学生如何根据患者的具体情况制定个性化的治疗方案,并进行实时调整。

3.2.2 重症支持技术学习 模拟使用各种呼吸支持设备和监护设备,提高医学生对设备的熟悉度和操作技能。包括高级机械通气设置、肺复张手法、

ECMO 等高级呼吸支持技术的操作和决策过程。

3.2.3 *真实案例学习*　构建包含 ARDS 病例的案例库，训练学生快速准确地作出临床决策，包括呼吸支持和生命体征监测。结合实际临床操作和虚拟模拟，提高学生的临床思维和决策能力。对学生的判断提供及时反馈和评估，帮助学生了解决策对患者治疗结果的影响。根据最新医学研究和临床实践，不断更新教学内容和模拟案例。

3.2.4 *协作与沟通学习*　强化团队协作训练，模拟不同医疗专业人员之间的沟通和协调，以提高整体团队的治疗效果；通过模拟与患者及家属的沟通，训练医学生在处理 ARDS 时的伦理决策和沟通技巧。

4　基于虚拟现实技术的多学科交叉融合教学模式实施路径

教学实践流程为“双师制”教学、课程课前学习、课程演示、课程实践、课程考核及讨论，实践流程如图 4 所示。

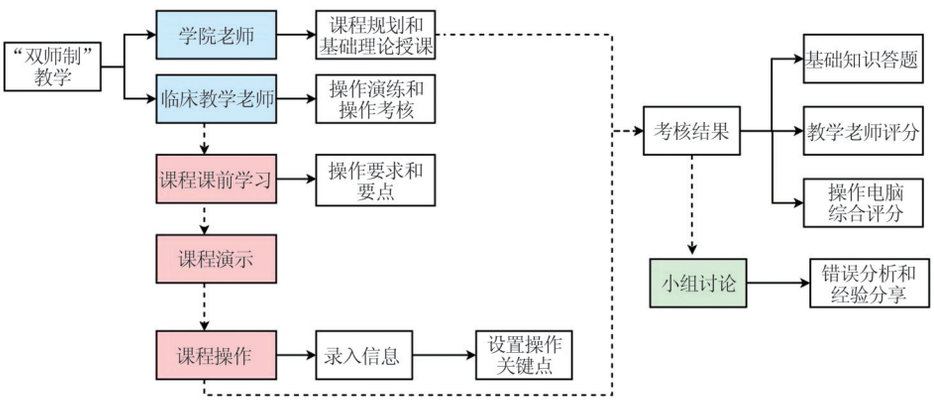


图 4　基于虚拟现实技术的多学科交叉融合教学模式实施路径

4.1　“双师制”教学　所谓双师，就是两名或多名教师，在同一教育环境中针对同一教育对象群体的多样化需求，所进行的协同备课、协同讲授、协同考核。重症实验模拟教学进行“双师制”教学老师教学，由院校教师负责专业教学课程的课程规划和理论授课。临床教师负责模拟操作前培训、操作演练和考核。临床教师主要从临床资深主任医师中进行遴选，要求有丰富临床教学经验和精湛的技能。“双师制”教学打破传统教学方式，使临床医术精湛和优秀的医师有机会发挥他们的临床经验丰富的优势，引导学生理论联系实际，增加课堂的趣味性和实践性。

4.2　操作评价和考核

4.2.1 *教学成果考核*　学生的培训质量必须通过考核体系进行验证。考核开始后，从场景的开启直至结束，将全程无任何提示，只有场景开启之前有一步开启及成果要求的提示。学生按照前面培训的结果完成全流程的交互操作。考核过程中，可设定多失败结局触发机制，根据学生不同的操作给予不同的结果反馈，但是成功结果反馈仅展现在正确完成全部操作后的最终场景事件结尾，例如：“报警：患者血氧饱和度持续降低，因为您某某诊疗失误导致了患者处于休克状态，抢救失败”“考核失败，因为您的某某误操作导致某某负面结局”“恭喜您顺利完成考核！”等等。

4.2.2 *综合考核评价*　综合考核评价体系可贯穿学生操作全过程。培训前有学生及负责培训老师的各项信息登录过程，便于成绩评价结果的生成、储存及后期查阅。实际操作演练中记录实操演练的次数及时间，同时可生成每次实操演练的数据报告；考核后生成考核成绩报告，比如总得分、总用时、共多少个交互点、正确交互数量、错误交互数量、因为思考或者犹豫导致的停留时间较长等交互点等信息均可生成在成绩报告当中。

5　实践效果

本研究成功构建了医学多学科交叉融合新型教学模式，模拟 ARDS 的临床场景，实践效果总结如下，以供国内医学院校的虚拟现实技术实验平台搭建时参考。

（1）利用虚拟仿真技术模拟 ARDS 患者的临床症状和生理反应，以评估患者的呼吸功能和治疗效果，如肺顺应性、氧合指数和通气效率，进行综合测试，以量化呼吸衰竭对患者生理状态和治疗效果的影响。

（2）使临床医学的学生能在教学课堂上体验到

虚拟仿真技术在重症监测、抢救、治疗教学的应用，每个使用者都能动手操作每项技术的流程，不仅能更加真实地学习和了解各类技术和重症监测、治疗的流程及规范，还能让已经有过操作和检查经验的学生锻炼技巧，让没有操作经验的学生在进入重症监护室这样高成本、高压力的环境之前做好充足的心理准备并掌握基本的操作技能。

(3)通过操作技术直播单元，可使学生实时观摩抢救画面和重症监护室的全景画面，解决了传统的观摩中即使亲临现场的学生也很难理解高难度技术中的各类技巧的问题。

(4)通过完成整个ARDS虚拟仿真评估系统、重症监护模拟教学及展示系统软件的研究与开发，并在后期与各大医学院校合作，评估并制定虚拟仿真教学和模拟重症监测、抢救、操作、治疗、护理、康复是整个在院流程的相关标准，以提高医学教育的质量和效果，同时为ARDS的临床教学和技能训练提供标准化、系统化的方法。

6 讨论

在数字化教育的新时代背景下，本研究旨在探索并建立一种基于虚拟现实技术的多学科整合型ARDS临床教学新模式。该模式在实践中显示出显著的教学效果。本研究利用虚拟现实技术模拟临床环境，为医学生提供了一个安全且无风险的实践平台。这种沉浸式学习体验不仅加深了学生对ARDS病理机制、诊断标准和治疗策略的理解，而且通过直观展示ARDS对患者全身尤其是呼吸系统的影响，显著提升了他们对疾病的深入认识。此外，该教学模式通过模拟患者互动，有效锻炼了学生的临床诊断能力、决策制定和治疗方案评估能力。ARDS的治疗需要跨学科的医学知识，包括心血管、肾脏、肝脏、血液系统等，以及呼吸科医师、重症医学专家等多学科团队的紧密合作。通过模拟这些团队协作场景，医学生学习了在多学科团队中有效沟通和协作的重要性，为提供全面治疗和护理打下了基础。其次，该教学模式为医学教育领域提供了创新的教学途径，促进了学生综合临床能力的提升，尤其是在处理复杂临床情况时的应对能力。它不仅提高了学生的临床整体思维能力，还有助于他们在未来的医疗实践中为患者提供更全面、更个性化的治疗方案。同时，该模式在提升医学生临床思维和实践技能方面展现出巨大潜力，推动了医学教育与现代科技的深度融合，为医学教育的数字化转型开辟了新的路径和范式。

7 结语

在高等教育数字化转型发展的当下，医学教育需要从传统教学模式向数字化技术支持的多学科融合教学模式转型。本研究尝试优化教学组织架构设计，创建虚拟现实多学科融合实验平台研究环境，积极开展与理论相结合的实践活动，探索培养具有创新能力的高素质医学人才新路径。下一步研究将深入探索如何优化VR教学内容和交互设计，以适应不同学习内容风格和教学需求。同时，研究也可以扩展到其他医学领域，验证多学科交叉融合教学模式的普适性和适用性。

参考文献

[1] 许呢妹，张爽，刘志锋. 急性呼吸窘迫综合征的分型及个体化治疗研究进展[J]. 解放军医学杂志，2023，48(5)：615-620.
Xu N M，Zhang S，Liu Z F. Phenotypes and individualized treatment of the acute respiratory distress syndrome[J]. Med J Chin People′s Liberation Army，2023，48(5)：615-620.

[2] Bos L D J，Ware L B. Acute respiratory distress syndrome：Causes，pathophysiology，and phenotypes[J]. Lancet，2022，400(10358)：1145-1156.

[3] Meyer N J，Gattinoni L，Calfee C S. Acute respiratory distress syndrome[J]. Lancet，2021，398(10300)：622-637.

[4] 眭依凡，幸泰杞. 人才培养模式创新：人工智能时代大学的紧迫课题[J]. 中国高教研究，2024(3)：8-16.
Sui Y F，Xing T Q. Innovation in talent cultivation models：An urgent task for universities in the age of artificial intelligence[J]. China High Educ Res，2024(3)：8-16.

[5] 张欣，赵子平，刘宁. 急性呼吸窘迫综合征小潮气量肺保护通气策略的预后分析[J]. 内科急危重症杂志，2015，21(2)：120-121.
Zhang X，Zhao Z P，Liu N. Prognostic analysis of lung protective ventilation strategy with low tidal volume in acute respiratory distress syndrome[J]. J Crit Care Intern Med，2015，21(2)：120-121.

[6] 肖秋生，张斌，潘永，等. PICCO技术在多发伤患者指导液体复苏中的临床应用[J]. 四川医学，2010，31(1)：42-44.
Xiao Q S，Zhang B，Pan Y，et al. Clinical application of pulse-indicated conitinuous cardiac output technique in fluid resuscitation of multi-trauma patients[J]. Sich-

uan Med J, 2010, 31(1): 42-44.

[7] 吕雪涵，夏慧芳，米田．重症超声监测指导在需行血流动力学监测的ARDS患者中的应用及其对NT-proBNP、心肌酶及A-aDO2的影响[J]. 四川生理科学杂志，2024，46(1):51-53，143.
Lu X H, Xia H F, Mi T. Application of severe ultrasound monitoring guidance in ARDS patients requiring hemodynamic monitoring and its effect on NT-proBNP, myocardial enzymes and A-aDO2 [J]. Sichuan Journal of Physiological Sciences，2024，46(1):51-53，143.

[8] 牛天平，陈天铎．ARDS机械通气治疗进展[J]. 急诊医学，2000，9(1): 61-62.
Niu T P, Chen T D. Progress of ARDS mechanical ventilation treatment[J]. J Zhejiang Chin Med Univ, 2000, 9(1): 61-62.

[9] Piehl M A, Brown R S. Use of extreme position changes in acute respiratory failure[J]. Crit Care Med, 1976, 4(1): 13-14.

[10] Pelosi P, Tubiolo D, Mascheroni D, et al. Effects of the prone position on respiratory mechanics and gas exchange during acute lung injury[J]. Am J Respir Crit Care Med, 1998, 157(2): 387-393.

[11] Peek G J, Mugford M, Tiruvoipati R, et al. Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): A multicentre randomised controlled trial[J]. Lancet, 2009, 374(9698): 1351-1363.

[12] Bellani G, Laffey J G, Pham T, et al. Epidemiology, patterns of care, and mortality for patients with acute respiratory distress syndrome in intensive care units in 50 countries[J]. JAMA, 2016, 315(8): 788-800.

[13] Bellani G, Pham T, Laffey J G. Missed or delayed diagnosis of ARDS: A common and serious problem[J]. Intensive Care Med, 2020, 46(6): 1180-1183.

[14] Shao S, Kang H, Tong ZH. Early neuromuscular blocking agents for adults with acute respiratory distress syndrome: A systematic review, meta-analysis and meta-regression[J]. BMJ Open, 2020, 10(11): e037737.

[15] 高兰，李昊，闫晋琪，等．重症医学科轮训期间不同专业住培医师的岗位胜任力状况调查[J]. 中华医学教育探索杂志，2020，19(12):1451-1455.
Gao L, Li H, Yan J Q, et al. Survey of job competency status of resident physicians of different specialties during intensive care medicine rotation[J]. Chinese Journal of Medical Education and Exploration, 2020, 19(12): 1451-1455.

[16] 杨新静，张艳兵．重症医学科硕士研究生的临床教学探讨[J]. 中国继续医学教育，2019，11(23):47-49.
Yang X J, Zhang Y B. Discussion on clinical teaching of master's degree students in critical care medicine[J]. China Continuing Medical Education, 2019, 11(23): 47-49.

[17] 吕琳，胡婷华．MOOC联合CBL教学法在呼吸与危重症医学科住院医师规范化培训中的应用[J]. 医学教育研究与实践，2022，30(5): 657-661.
Lyu L, Hu T H. Application of MOOC combined with CBL teaching method in standardized training of respiratory and critical care medicine residents[J]. Med Educ Res Pract, 2022, 30(5): 657-661.

[18] 李艳红，刘丽云，穆玉明．探讨多学科融合教学模式在超声医学本科教学中的应用[J]. 新疆医科大学学报，2019，42(8): 1102-1104.
Li Y H, Liu L Y, Mu Y M. To explore the application of multidisciplinary integration teaching mode in undergraduate teaching of ultrasound medicine[J]. J Xinjiang Med Univ, 2019, 42(8): 1102-1104.

[19] Zhu X H, Xiong Z F, Zheng T Y, et al. Case-based learning combined with science, technology, engineering and math (STEM) education concept to improve clinical thinking of undergraduate nursing students: A randomized experiment[J]. Nurs Open, 2021, 8(1): 415-422.

[20] 刘瑞安，程建军，黄萍，等．多学科融合教学在护生骨科临床实习中的实践[J]. 护理学杂志，2024，39(8): 93-96.
Liu R A, Cheng J J, Huang P, et al. Practice of applying multi-disciplinary integrated classroom teaching in clinical teaching for nursing interns working in orthopedics department[J]. J Nurs Sci, 2024, 39(8): 93-96.

[21] 姜波．高校多学科融合培养模式促进大学生就业路径研究[J]. 陶瓷科学与艺术，2024，58(1): 14-16.
Jiang B. Research on the path of promoting college students' employment by multi-disciplinary integration training mode in colleges and universities[J]. Ceram Sci Art, 2024, 58(1): 14-16.

（2024-07-05 收稿）
编辑　张　峻