·教学研究·

人工智能背景下医学统计学教学内容的优化及教学设计*

朱素玲[1△] 师贝贝[1] 任晓卫[1] 石彦军[1] 王敏珍[1] 于海涛[2] 马来阳[3] 姜 雷[2]

【提 要】 在人工智能重构医学研究范式的背景下，医学统计学作为医学数据分析方法课程，其教学内容与科研实践所需的数据挖掘方法之间脱节问题日益突出，难以满足新时代复合型医学人才的培养需求。本研究立足于统计学与人工智能的内在理论联系，针对当前医学统计学的课程内容，构建了涵盖经典医学统计理论与常用人工智能方法的五阶递进式教学体系。该课程设计旨在优化医学统计学教学内容，为培养具备全方位数据分析能力与创新思维的复合型医学人才提供可复制的教学范式。

【关键词】 医学统计学 人工智能 教学改革 课程设计

【中图分类号】 R195.1 【文献标志码】 A DOI 10.11783/j.issn.1002-3674.2026.03.028

医学统计学作为医学生的核心基础理论课程，其严谨的逻辑体系培养了医学生科学的思维范式，贯穿医学研究的始终，长期承载着规范医学科研设计和基于数据探索医学规律的核心使命，是医学教育与科研的重要支撑[1]。随着计算机的发展，研究可以处理的数据类型也越来越丰富，已经实现从结构化数据到多模态数据的全面提升。传统的统计学方法在处理“海量、多维、多模态”的医学复杂数据时面临极大的挑战，而人工智能（artificial intelligence，AI）恰好在相关领域可以发挥重要作用，利用AI分析医学问题的科研论文也逐年飙升。由此可见，医学领域对更先进、更高效的数据分析方法的需求正持续增长，并已成为推动医学研究创新与发展的关键驱动力。

国家高度重视人工智能在医疗卫生领域的应用，出台了一系列政策文件：2020年9月，国务院办公厅发布的《关于加快医学教育创新发展的指导意见》强调“深化信息技术与医学教育融合，探索智能医学教育新模式”[2]；2025年11月，国家卫生健康委等发布了《关于促进和规范“人工智能+医疗卫生”应用发展的实施意见》，系统勾勒出人工智能与医学各领域交叉融合的发展蓝图[3]。显然，时代的发展对未来医学生和医生的数据分析素养提出了更高要求，而现有的医学统计学教学已难以满足新时代复合型医学人才培养的需求。医学统计学的核心任务在于培养学生贯穿科研全过程的数据收集与分析能力。在人工智能时代，亟需进一步完善医学统计学的教学体系，更新教学内容，使其更好地适配医学科研范式向AI赋能的现实世界大数据挖掘与精准医疗转型。这样的改革不仅能够有效弥补医学生在数据分析技术方面的短板，还能够通过构建医学背景、统计思维和AI技能三位一体的培养模式，精准对接新医科建设需求，助力医学复合型人才的全面培养。

医学统计学的教学现状

本研究立足医学统计学这门课程的历史积淀与时代挑战的双重维度，系统梳理其优势与局限。

1. 教学优势

经过长期的教学实践积淀，医学统计学已构建了理论方法与医学应用的成熟教学体系，涵盖数据描述、统计推断、多元回归分析、生存分析等核心模块。近年来，教学改革持续深化，实践基础不断夯实，涌现出多种高效教学模式，如案例教学、分层教学等。在国内，曹文君等提出“1+5”阶段性整合教学模式，推动理论讲授、实践操作、案例分析、专题研讨与考核评价的有机结合[4]。宋田骄广泛运用案例教学法，借助真实临床情境提升学生的实际应用能力[5]。罗盈怡等探索分层分类教学策略，以适应不同专业背景学生的需求[6]。在国外，约翰斯·霍普金斯大学实行分层教学，按基础层、进阶层、高级层实现递进式培养[7]。剑桥大学则以真实病例研讨为核心，通过小组协作完成数据收集、模型构建与结果展示，形成层次化案例驱动教学体系[8]。此类场景化课程设计思路不仅为医学人工智能应用提供了关键的情境支撑，也成为推动统计学与人工智能深度融合的重要实践载体。

多样化的教学模式不仅夯实了学生的实践应用能力，筑牢分层递进的学习根基[9]，更为医学统计学内容的提升与优化提供了可借鉴的经验。总之，医学统计学的教学基础扎实，教学改革持续深化，国内外高校的丰富实践经验为课程创新奠定了坚实基础。

2. 不足与改进

医学统计学作为医学数据分析的核心课程，虽以传授经典统计理论和培养解决医学问题能力为重点，

* 基金项目：兰州大学2025年度教育教学改革研究项目（202530）；2025年“双一流”引导专项项目-拔尖人才（LZU-YJSKC-202504）

1. 兰州大学公共卫生学院流行病与卫生统计学系（730000）
2. 兰州大学第一医院普外科
3. 兰州大学第二医院核磁共振科
△通信作者：朱素玲，E-mail：zhusl@lzu.edu.cn

但其教学内容仍存在明显局限。当前不仅对高级多元统计内容涉及不足，也未能系统引入人工智能时代的核心数据分析方法，学科之间的壁垒仍有待进一步打破。董长征[10]指出，传统教学模式下，学生仅掌握单一统计工具，难以有效处理复杂数据类型。实践环节同样存在短板，教学内容多局限于验证型实验，缺乏从数据获取、清洗、建模到结果解读的全流程训练[6]。

当前教学改革多侧重于教学方式的改进，对教学内容改革较少，尚未构建出能够适配新医科复合型人才培养需求的系统化医学数据分析课程体系。随着智能医学、健康数据科学等交叉领域的快速发展[11]，医学研究对医学生数据素养的要求不断提升，不仅需要掌握经典统计方法，还应具备熟练运用机器学习等人工智能方法处理复杂数据的能力。人工智能理论体系本质上是建立在统计学基础之上的，其中机器学习方法在很大程度上可视为对多元回归等经典统计方法的拓展与延伸，二者在理论上具有内在一致性与互通性。在此背景下，通过优化医学统计学教学内容，将常用人工智能方法有机融入课程体系，是在不增加学生学习负担前提下解决上述问题的有效路径。这不仅能够弥补医学生在复杂数据分析能力方面的不足，还可促进统计思维与智能技术的深度融合，为培养适应智能医学发展需求的复合型人才奠定坚实基础。

内容与教学设计

针对当前医学统计学教学内容相对陈旧的问题，本研究围绕医学数据分析所需的核心方法对教学内容进行重构，以实现医学生数据分析能力的全面提升，并提出将“医学统计学”更名为“医学数据分析”。在内容设计上，以医学统计学的核心内容为主体，同时融入人工智能的经典方法，使二者相互补充；在实践环节中，对相应的软件操作进行系统化设计，以更好地满足新时代医学生的科研需求。

1. 内容设计

课程内容划分为基础奠基、融合核心、深度学习进阶和实践强化四个模块，其中前两个模块侧重基础理论，第三个模块聚焦主流人工智能算法，第四个模块强调方法导向的数据分析实操，具体内容见图 1。这四块内容的设计结合了阶段性整合模式[4]与分层分类教学理念[6]，遵循夯实基础、强化融合、突出实践、分层适配的原则，构建数据收集、基础奠基、融合核心、实践强化和拓展提升五阶递进式课程体系。

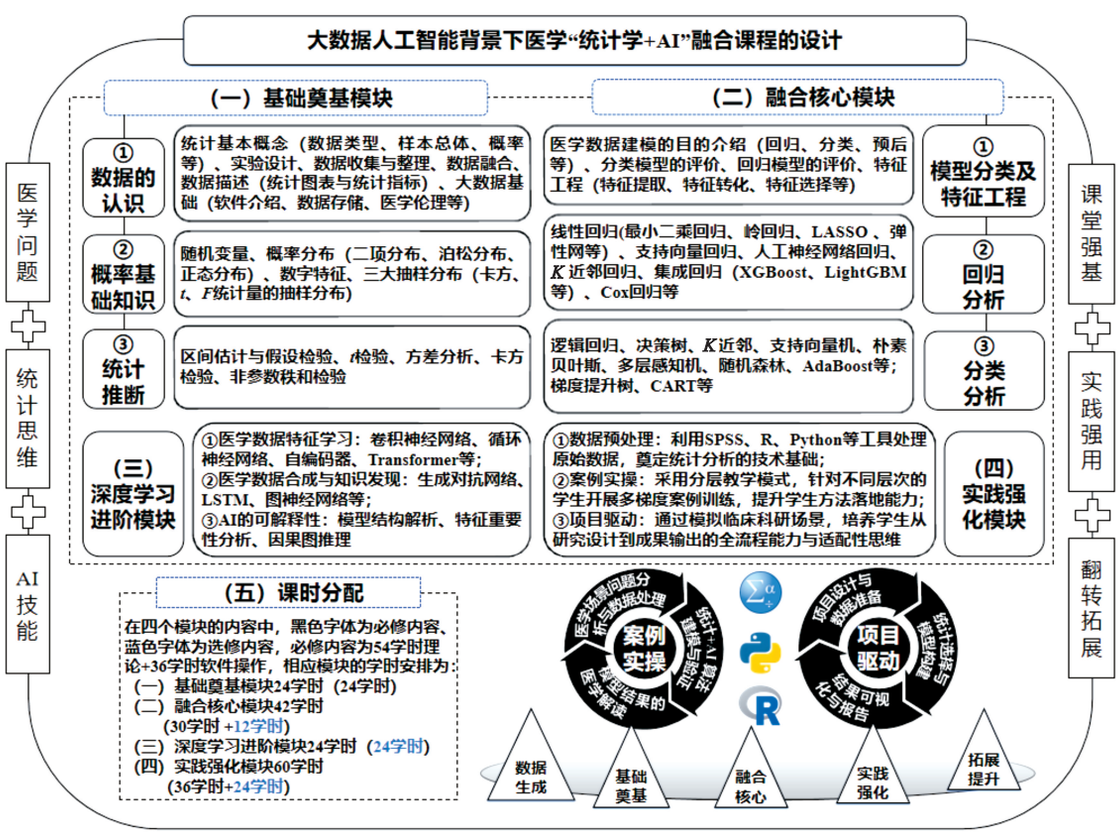


图 1　课程内容设计

（1）基础奠基模块：数据基础+统计核心

本模块为医学统计学的传统核心内容，也是开展医学研究中最常用的统计方法，属于医学本科生必修部分，共计 24 学时。四个子模块为：① 数据的认识。主要涵盖统计的基本概念、实验设计原理、数据采集流程、数据预处理与融合技术、大数据基础等理论，从

数据层面为后续统计分析构建系统性的理论基础。② 概率基础。聚焦概率分布与抽样分布，包括二项分布、泊松分布、正态分布以及三大抽样分布（*t*分布、卡方分布、*F*分布），并涵盖常用统计量及其抽样分布，是统计推断的核心理论基础。③ 统计推断。围绕统计推断方法展开，涵盖区间估计与假设检验的基本原理，重点介绍*t*检验、方差分析、卡方检验及非参数秩和检验等经典方法，为由样本推断总体提供严谨的决策依据。小样本统计分析在临床随机对照试验等研究中依然具有不可替代的价值，因此该模块仍是医学统计学课程的重要基础组成部分。

（2）融合核心模块：统计方法与AI算法深度整合

本模块为课程核心内容，共计42学时，其中医学本科生必修30学时、选修12学时。本模块融合经典多元统计方法与主流人工智能算法，旨在为医学复杂数据分析提供“以统计理论解释AI，以AI技术拓展统计”的系统性思路。依据建模目标的不同，将相关方法划分为分类与回归两大类型，具体如下：① 模型分类及特征工程，必修6学时。基于医学研究目标与理论建模逻辑，对各类算法与模型进行系统分类，分别阐述分类模型与回归模型的评价指标体系。同时引入特征工程技术，涵盖数值型数据、分类型数据、文本数据、影像数据等多模态数据的特征提取方法，并在深度学习部分进一步拓展高级特征表示方法；此外，还包括标准化、归一化、编码等特征转换技术，为后续建模分析提供高质量的数据基础。② 回归分析，共计18学时，其中12学时为必修。内容包括经典最小二乘回归，以及岭回归、LASSO、弹性网等正则化回归方法，并融合支持向量回归、人工神经网络、*K*近邻回归、集成学习等方法。本部分为医学连续型结局变量的建模与预测提供系统的理论与方法支撑。③ 分类分析，共计18学时，其中12学时为必修。内容包括经典逻辑回归（sigmoid神经网络）、决策树、*K*近邻、支持向量机、朴素贝叶斯、多层感知机、随机森林及梯度提升等方法。通过梳理逻辑回归、sigmoid神经网络与单层感知机之间的内在联系，系统阐明经典统计方法与机器学习方法的统一关系。

通过剖析回归与分类任务中同类模型之间的内在关系，揭示“黑箱”现象的形成原因及其与模型可解释性之间的深层关联。本部分旨在为医学问题的建模、预测及危险因素分析提供系统的理论与技术支撑，尤其适用于疾病诊断分类、预后分层等临床多分类场景。

（3）深度学习进阶模块：流行的AI算法

深度学习进阶方法为24学时的选修内容。具体包括：① 医学数据特征学习，针对传统方法在高维、异构医学数据（如医学影像、基因数据、电子病历等）特征提取中的局限性，本模块引入深度学习的自动化特征学习机制，通过高效的表示学习对数据中的关键信息进行精准提取与表达，为疾病诊断、预后预测等临床任务提供有力支撑。核心方法包括卷积神经网络、循环神经网络及其变体、自编码器以及Transformer系列模型等，并结合具体医学场景开展方法应用与分析。② 医学数据合成与知识发现，面对医学数据稀缺、隐私敏感、数据间关联难以直观识别等痛点，本模块引入生成式与图模型技术，通过数据合成实现样本扩充，通过关联挖掘发现潜在临床规律。核心算法涵盖生成对抗网络、图神经网络、长短期记忆网络等。③ AI的可解释性，为弥补深度学习“黑箱”导致的临床信任不足、落地困难问题，本模块围绕提升AI决策可信度，介绍三大核心技术：通过将复杂深度学习蒸馏为逻辑回归、决策树等模型进行模型结构解析分析，可视化呈现疾病的危险因素与保护因素；特征重要性分析借助SHAP、LIME等算法，量化各特征对医学决策的影响并排序；因果图推理以图结构解释验证医学研究结果，如图神经网络挖掘疾病与病灶关联提升早期诊断率，时序图模型整合病程数据助力预后风险预测。

（4）实践强化模块：案例驱动+项目导向

本模块共计60学时，其中36学时医学本科生必修。本模块以医学统计学融合课程理论为核心，构建三大递进式实践环节，旨在帮助学生实现从理论到医学科研实践的能力进阶：① 数据预处理。高质量的数据库是构建可靠模型的核心前提。本部分重点讲解利用SPSS、R、Python等工具，开展原始数据的存储、调用、清洗、奇异值检测、缺失值插补、数据标准化／归一化、特征编码、初级特征提取等数据预处理操作，结合统计符号体系深化方法实践，夯实数据处理与统计分析的技术基石。② 案例实操。采用分层教学模式，基础层面向全体学生，必修内容中方法的案例和软件实践，夯实理论及操作根基；进阶层面向进阶选修的学生，实现进阶AI的理论掌握及软件实现；创新层面向以研促学的本科生，拓展科研创新。通过多梯度案例训练，满足不同培养需求，提升医学不同场景下医学生关于统计与人工智能方法的落地能力。③ 项目驱动。针对医学科研数据分析技术困扰学生研究进展的问题，本部分模拟临床科研场景，以项目设计、数据收集、数据预处理、模型实现、结果可视化与报告为完整闭环，培养学生从研究设计到结论形成的全流程能力，强化利用统计与AI方法设计和解决医学问题的能力。其中，①和②为必修内容。

2. 线下教学设计

（1）学时设计

内容设计分为四个模块，总课时为150学时（理论

课90学时、实验课60学时），其中必修内容90学时（理论54学时+软件操作36学时），必修内容为本科生设计，选修内容为本科生高阶选修班、本硕连读、本博连读、研究生设计，必修课内容为基础，选修内容为提升数据分析AI技能。

（2）线下教学设计

线下教学是多年传承的教学模式，通过面对面讲授、课堂互动与实践操作，帮助学生掌握医学数据分析的核心理论与操作技能。本课程遵循夯实理论基础、突出数据分析实践、分层适配的原则，根据不同模块的教学目标与内容特点，采用差异化教学组织形式，系统推进理论讲授、实验操作与学术研讨。

第一，针对基础奠基模块，采用案例导入、理论精讲与学生互动相结合的教学方式。本模块重点讲解统计学基本概念、概率分布及统计推断的数学逻辑，结合经典临床随机对照试验案例，阐释小样本统计推断在医学研究中的不可替代性。

第二，针对融合核心模块，在基础教学方式之上融入前沿研讨。教学重点在于打通经典统计方法与AI算法的内在联系，通过对比逻辑回归与sigmoid神经网络、最小二乘回归与支持向量回归，帮助学生构建“统计理论解释AI，AI技术拓展统计”的思维框架，以传统模型的强假设与可解释性为出发点，揭示“黑箱”背后的原理，阐明AI是对经典统计学的自然延伸与补充。互动环节设置方法辨析讨论，围绕同一组医学数据，引导学生辨析传统统计方法与机器学习方法的异同点与适用场景，强化思辨能力。同时设置“前沿技术十分钟”环节，每次课程由一组学生分享一篇近期高水平期刊上利用AI解决医学问题的相关论文，阐述其方法应用的恰当性与临床价值，教师进行点评与深化，激发学生的科研兴趣与创新思维。

第三，针对实践强化模块，实施分层实验与操作演练。依托计算机实验室，构建理论学习、实践进阶与自主探索三层递进的实验与理论相结合的教学体系。总实验课60学时，其中36学时必修内容采用手把手教学，利用SPSS、R、Python等工具，完成从数据预处理到模型结果解读的全流程操作。分组策略。根据学生培养目标动态划分，基础组面向必修本科生，聚焦数据清洗、t检验、卡方检验、线性回归、逻辑回归、LASSO回归、随机森林等核心方法的软件实现，确保学生掌握规范的统计分析流程；进阶组面向高阶选修及本硕、本博学生，侧重XGBoost、支持向量机等复杂模型的调参与优化，提升学生的复杂数据处理能力。项目驱动环节在实践后期设置约12学时的微项目，教师发布模拟临床科研任务，学生以3至4人团队形式完成从研究设计、数据预处理到模型构建、结果汇报的全流程，教师在方案评审、中期汇报、终期答辩等关键节点进行现场指导与反馈，实现学中做、做中学。

第四，授课方式在融合核心模块的基础上，进一步突出学生的自主探究与学术表达，增设学生前沿方法汇报与报告撰写环节。学生以个人或小组形式，围绕深度学习在医学领域的前沿应用，自主选题、检索文献、梳理方法脉络，并在课堂上进行专题汇报，重点阐述所选方法的原理、适用场景、创新点及局限性。教师结合汇报内容进行点评与深度拓展，引导学生辨析不同技术路径的优劣。教学报告撰写环节要求学生将选题背景、方法解析、实验复现或应用案例、思考与讨论等内容系统整理成文，形成完整的学术训练闭环。该设计旨在强化学生的自主学习能力、文献整合能力与学术表达素养，为后续开展高阶科研工作奠定基础。

（3）内容与方法设计总结

本课程坚持理论与实践并重、必修与选修分层适配的原则，契合统计与人工智能交叉学科的特点。必修内容聚焦医学数据分析的核心素养。课程实践占比为40%，符合交叉学科教学既需扎实理论支撑、又需极强实操能力的内在要求。理论学时保障知识体系的完整性，实践学时强化方法落地的可行性，共同服务于AI时代新医科复合型人才的高质量培养。

基础奠基模块共24学时，覆盖数据认知、概率分布、统计推断三大核心内容，为算法学习奠定理论基础。融合核心模块共42学时，其中必修30学时，打通多元统计与机器学习的基础算法，并通过软件操作培养方法选择、模型构建与结果验证的能力。实践强化模块共60学时，其中必修36学时，选修内容用于拓展能力边界，可通过选修课或线上资源完成学习。此外，设置深度学习进阶模块24学时，涵盖医学数据特征学习、数据合成与知识发现、AI可解释性三大方向，助力学生突破高维、异构、稀缺数据的分析瓶颈。

讨　论

在医疗智能化浪潮与国家“健康中国2030”战略的推动下，亟需培养兼具医学背景、统计思维与人工智能技能的复合型医学人才。作为衔接医学与数据科学的核心课程，医学统计学的传统教学内容已难以满足时代发展的新要求。

尽管当前医学人工智能相关选修课与微专业已初具规模，但尚不足以系统性提升全体医学生的数据分析素养。由于统计学与人工智能在理论上具有同源性，若分别开设“医学统计学”与“医学人工智能”两门课程，不仅容易造成教学内容重复，加重学生学习负担，还可能因缺乏整体性课程设计而加剧理论与实践的脱节，进而影响学生将知识转化为解决临床实际

问题的能力培养。

为此，建议将课程“医学统计学”优化整合为“医学数据分析”，本研究构建了系统化的教学内容。此课程应以医学实际需求为导向，将统计学核心原理与人工智能关键方法有机融合，既避免课程内容冗余，又提升教学的整体性与连贯性。该设计有助于学生在有限学时内高效掌握关键复合技能，弥补传统教学的不足，从而全面提升其适应医疗智能化发展的综合实践能力。

参 考 文 献

[1] 曹红艳,王彤,罗艳虹,等. 医学统计学线上线下混合课程的学情潜在结构分析[J]. 中国卫生统计,2025,42(3):467-471.

[2] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于加快医学教育创新发展的指导意见[EB/OL]. (2020-09-23)[2025-05-31]. https://www. gov. cn/zhengce/zhengceku/2020-09/23/content_5546373. htm? ivksa=1023197a.

[3] 国家卫生健康委办公厅,国家发展改革委办公厅,工业和信息化部办公厅,等. 关于促进和规范“人工智能+医疗卫生”应用发展的实施意见[EB/OL]. (2025-10-20)[2025-10-31]. https://www. gov. cn/zhengce/zhengceku/202511/content_7047018. htm.

[4] 曹文君, 石嫣, 饶华祥, 等. 基于“1+5”阶段性整合式临床医学专业研究生医学统计学课程教学模式构建 [J]. 中国卫生统计, 2022, 39(1): 137-139.

[5] 宋田骄. 案例教学法在《医学统计学》教学中的应用 [J]. 河北北方学院学报(自然科学版),2023, 39 (6): 52-53.

[6] 罗盈怡, 杨万龄, 韩丹, 等. 职业类医学院校医学统计学分层分类教学模式探讨 [J]. 继续医学教育, 2019, 33(5): 71-73.

[7] Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health. Curriculum [EB/OL]. [2026-06-18]. https://publichealth. jhu. edu/academics/mph/curriculum.

[8] Paulus JK, Rodday A, Noubary F. 2134: Integrating Epidemiology and Biostatistics teaching using the case method [J]. Journal of Clinical and Translational Science, 2017, 1(S1): 44.

[9] Harvard T. H. Chan School of Public Health. Master of Science-Biostatistics [EB/OL]. [2026-06-19]. https://hsph. harvard. edu/program/sm-biostatistics/.

[10] 董长征. 医学统计学课程教学改革,我的一点思考和探索 [C]//中国卫生信息学会医学统计教育专业委员会. 2011 年中国卫生信息学会医学统计教育专业委员会论文集. 2011: 16-21.

[11] 齐明超,解琳艳,周学志. AI时代背景下医学交叉专业教育教学改革路径研究:以智能医学工程专业为例[J]. 中国高等医学教育,2026(4):27-30.

（责任编辑:林美艺）

（上接第460页）

[17] 刘岳仪, 崔振岭. 1990—2021年中国归因于空气污染的肺癌疾病负担分析[J]. 中国卫生统计, 2025, 42(3): 350-354.

[18] Fang T, Xu Y, Shen N, et al. Trends and projections of PM 2. 5-attributable disease burden in China: a GBD 2021-based analysis [J]. Frontiers in Public Health, 2026, 14: 1684344.

[19] 蓝桂莲, 吴遥, 祝荫. 1990—2021年中国消化道肿瘤发病率与死亡率的趋势及未来20年预测分析 [J]. 中华肿瘤防治杂志, 2025, 32(2): 84-92.

[20] Knoll M, Furkel J, Debus J, et al. An R package for an integrated evaluation of statistical approaches to cancer incidence projection [J]. BMC Medical Research Methodology, 2020, 20(1): 257.

[21] Chen J, Zhu RZ, Peng SF. Eating disorders (EDs), China Epidemiological Investigation Epidemiology of Eating Disorders in East Asia [M]//Robinson P, Wade T, Herpertz-Dahlmann B, et al. Eating Disorders: An International Comprehensive View. Cham: Springer International Publishing, 2023: 1-23.

[22] Walker M, Thornton L, De Choudhury M, et al. Facebook Use and Disordered Eating in College-Aged Women [J]. Journal of Adolescent Health, 2015, 57(2): 157-163.

[23] Holmes S, Ma H. A feminist approach to eating disorders in China: a qualitative study [J]. Journal of Eating Disorders, 2023, 11 (1): 157.

[24] Otten D, Tibubos AN, Schomerus G, et al. Similarities and Differences of Mental Health in Women and Men: A Systematic Review of Findings in Three Large German Cohorts [J]. Frontiers in Public Health, 2021, 9: 553071.

[25] Seedat S, Scott KM, Angermeyer MC, et al. Cross-National Associations Between Gender and Mental Disorders in the World Health Organization World Mental Health Surveys [J]. Archives of General Psychiatry, 2009, 66(7): 785.

[26] Tatjana G, Lau Caspar T, Maria Holst A, et al. Human Papillomavirus Vaccination and Physical and Mental Health Complaints Among Female Students in Secondary Education Institutions in Denmark [J]. Journal of General Internal Medicine, 2020, 35(9): 2647-2654.

[27] Zheng Y, Kang Q, Huang J, et al. The classification of eating disorders in China: A categorical model or a dimensional model [J]. International Journal of Eating Disorders, 2019, 52(6): 712-720.

[28] Gibson D, Workman C, Mehler PS. Medical Complications of Anorexia Nervosa and Bulimia Nervosa [J]. Psychiatric Clinics of North America, 2019, 42(2): 263-274.

[29] Grilo CM, Udo T. Examining the significance of age of onset in persons with lifetime anorexia nervosa: Comparing child, adolescent, and emerging adult onsets in nationally representative U. S. study [J]. International Journal of Eating Disorders, 2021, 54(9): 1632-1640.

[30] Patwardhan V, Mallya J, Kaliappan S, et al. Influence of social media on young adults' food consumption behavior: scale development [J]. Cogent Social Sciences, 2024, 10(1): 2391016.

[31] Clark O, Lee MM, Jingree ML, et al. Weight Stigma and Social Media: Evidence and Public Health Solutions [J]. Frontiers in Nutrition, 2021, 8: 739056.

[32] Button E, Aldridge S, Palmer R. Males assessed by a specialized adult eating disorders service: Patterns over time and comparisons with females [J]. International Journal of Eating Disorders, 2008, 41 (8): 758-761.

[33] Edelstein M, Lee LM, Herten-Crabb A, et al. Strengthening Global Public Health Surveillance through Data and Benefit Sharing [J]. Emerging infectious diseases, 2018, 24(7): 1324-1330.

（责任编辑:张 悦）