



中医药医工结合: 传统医学现代化的技术赋能与范式创新

华 茜 陈与丰

(北京中医药大学生命科学院, 北京 100029)

DOI: 10.3724/j.pibb.2026.0214

CSTR: 32369.14.pibb.20260214

中医药学作为中华文明的瑰宝, 其整体观、辨证论治及“治未病”思想在慢病防治与健康管理中展现出独特优势。然而, 中医诊疗长期面临经验依赖性强、客观量化不足、作用机制阐释模糊等现代化困境。随着生物医学工程、人工智能、纳米科学及多组学技术的迅猛发展, “医工结合”已成为突破上述困境、推动中医药现代化与国际化的核心战略。通过工程技术的精准量化、智能算法的深度挖掘以及新型材料的高效递送, 传统中医药理论与现代生命科学技术正加速融合, 催生出一系列具有原创性的研究范式与临床转化路径。

当前, 中医药医工结合研究呈现出“多维渗透、交叉创新”的鲜明特征。在诊断层面, 光电传感、医学影像与机器学习技术推动“望闻问切”的客观化与数字化; 在治疗机制阐释层面, 多组学联用与分子生物学技术为针灸、中药复方的系统作用机制提供了从宏观到微观的证据链; 在药物递送与知识传承层面, 纳米生物技术与大语言模型分别革新了天然活性成分的体内过程与中医临床思维的培养模式。本期《生物化学与生物物理进展》精心遴选 10 篇高质量论文, 从针灸机制解析、中医诊疗仪器研发、中医药科学原理解构及中医教育创新等维度, 集中展现该领域的前沿探索。

针灸机制的现代生物学解码。崔银洁等采用转录组学与 16S rDNA 测序联合粪菌移植技术, 阐明电针可通过重塑肠道菌群, 抑制 TLR4-Myd88-NF- κ B 通路及 NLRP3 依赖的细胞焦亡, 缓解脊髓损伤大鼠神经炎症, 丰富了电针基于“肠-脊髓轴”调控神经免疫的科学内涵。师誉等运用枕大池示踪与荧光成像技术, 证实电针“百会”穴特异性促进脑

脊液向脑实质扩散, 增强脑淋巴系统流动效率, 为针刺防治神经退行性疾病提供全新机制视角。党伟利等通过基因干预技术, 揭示针刺“内关”穴上调 METTL14 表达, 增强 *PTEN* mRNA 的 m⁶A 甲基化修饰, 促进髓鞘发育并改善孤独症谱系障碍幼鼠症状。上述研究将抽象的中医经穴理论转化为具体的分子与表观遗传调控通路, 标志着针灸机制研究在微观深度上的突破。

诊疗技术的工程化与智能化创新。乐云青等利用光电容积脉搏波设备采集经络谐波数据, 构建慢性萎缩性胃炎的无创筛查模型, 将王唯工教授“血液循环共振理论”脉诊经验转化为可量化的数字特征, 为胃癌前病变的早期筛查提供创新路径。范明轩等提出一种融合 Frangi-Sato 双滤波器与像素级反光检测的巩膜血管分割算法, 为中医目诊的数字化与标准化提供了关键算法支撑。

中药干预机制的系统阐释与新型递送系统。杨龙等通过系统综述, 厘清 IL-1 β 、TNF- α 促炎因子放大 NF- κ B、MAPK、NLRP3 及 PI3K/Akt 信号, 驱动椎间盘退变的病理机制, 并梳理了阿魏酸、芒果苷等中药单体的多靶点协同调控作用。欧霞等运用网络药理学结合体内实验, 筛选并证实木犀草素通过下调毒力蛋白抑制肺炎支原体的增殖, 在肺组织内的抑菌率达 50.7%, 体现了从天然药物中挖掘抗耐药菌活性成分的现代研究范式。张雅茹等证实韭菜与魔芋衍生的植物外囊泡, 经直肠靶向递送有效恢复高脂饮食小鼠的肠道菌群多样性并改善脂代谢, 充分展示天然纳米制剂在代谢性疾病防治中的应用潜力。

大语言模型赋能中医药知识传承与教育创新。

人工智能正逐步渗透至中医学的认知逻辑与教学体系，杨淑涵等在大语言模型中创新引入“病机推理思维链”监督机制，证实该策略能显著提升模型在脾胃病证候识别中的理论内涵一致性及跨病种迁移能力，推动AI从“概率生成”迈向“真正理解中医辨证逻辑”。柏灿等基于ChatGLM架构与检索增强生成技术，开发MedOncoGPT系统应用于肿瘤术后康复教学，有效提升了医学生的辨证思维与循证能力，为重塑中医临床教学模式提供了数智化样板。

综上，本期专题多维度诠释了中医药医工结合的深刻内涵：既有诊疗技术的工程化再造，又有针灸与中药机制的系统生物学解码；既有纳米材料与天然药物的跨界融合，又有大语言模型与教育模式的协同创新。这些研究秉持“守正创新”理念，清晰勾勒出中医药研究从“经验驱动”向“数智驱动”转型的范式跃迁。展望未来，随着类器官芯片、单细胞空间转录组学等前沿技术的深度融入，中医药医工结合必将在疾病防治中释放出更强劲的原创效能。