浙江中医药大学公共卫生学院专任教师 管琳玉：

从人痘术汲取当代疫苗普及智慧



管琳玉

从明代中后期开始流传的人痘接种术，到如今应对全球公共卫生挑战的现代疫苗，预防医学的内核始终是构建人群对疾病的免疫屏障。

中国明清时期的人痘术发展史，不仅是一段技术演进的历史，更是一部传统医学理论、风险控制与社会心理相互交织的实践史。

站在实施科学与疫苗信心的当代视角重新审视人痘术，能够为理解和缓解当下的疫苗犹豫、改进卫生推广工作提供深刻的思想启示。

本土理论孕育的早期免疫智慧

长期以来，学术界关于中国人痘术的起源与传播存在多种讨论。通过对历史文献与医学典籍的系统梳理可以发现，中国人痘术最晚在明代中后期（15 至 16 世纪）就已出现，其后逐步在长江流域推广应用，且其发展深深植根于本土中医药理论体系，并非由外部传入。

从东晋葛洪最早记载天花（归入“时行病”范畴）的症状与流行，到宋代钱乙提出“胎中受邪”病因假说，再到明清医家利用“胎毒与时气”学说阐释天花的发病机制，中医形成了“邪由口鼻入”以及通过人工接种“引导胎毒外泄”的完整逻辑体系。在技术实践上，古人不仅摸索出痘衣法、痘浆法与痘痂法，更创造性地采用了“经鼻接种”与连续传代七次以上的“熟苗法”。前者顺应了天花病毒天然的呼吸道侵入路径，并契合了“身体发肤受之父母”的传统观念；后者则通过经验性的传代筛选降低毒力、提升接种安全性，展现了古人在早期免疫实践与风险控制上的卓越智慧。

历史镜鉴下的“疫苗犹豫”

尽管人痘术大幅降低了接种者因感染天花而死亡的风险，但它在古代社会的推广过程中并非一帆风顺。借助世界卫生组织关于疫苗犹豫的“3C 模型”（信任、自满与便利）进行分析，可以清晰地看到古代社会对种痘技术的复杂态度。

在信任维度上，种痘师的技术水平与接种材料的安全性直接影响公众信任；部分不法种痘师滥用劣质“败苗”或操作不当引发严重的继发感染，严重削弱了民众对人痘的信任。在自满维度上，部分民众缺乏“治未病”的预防意识，往往等疫情暴发才临时求接种，甚至存在顺其自然的消极观念。在便利维度上，高昂的接种费用、严苛的季节限制以及种痘技术秘而不宣的师徒传承模式，也严重限制了低收入群体获取接种的机会。这些历史现象表明，疫苗技术的推广从来不只是单纯的技术突破，还深刻受制于社会经济条件与公众认知。

为现代疫苗实施科学提供启发

重新挖掘中国人痘术的科学内涵与本土原创性，其价值不仅在于确立中国在世界免疫学史上的先驱地位，更在于为当下的疫苗实施科学与信任重建提供历史镜鉴。

传统医学文化中的体质观念、正气理论以及对自然平衡的顺应思想，至今仍深远地影响着部分公众对现代疫苗的接种态度与风险顾虑。理解这些深层的思想文化根脉，有助于公共卫生从业者超越单向宣教的沟通模式，结合地方文化与民众心理开展精准科普。唯有将技术安全与社会信任构建有机结合，打消公众在信任、自满与便利等多个层面的顾虑，才能真正打通疫苗接种的“最后一公里”，构建起牢固的群体免疫屏障。

（上接第 4 版）

黄旸木：生成式 AI 精准重塑疫苗信任

在系统构建上，可以根据需要组合提示词工程、检索增强生成、监督微调和工具调用等技术。在应对生成式 AI 的幻觉方面，使用基于优质知识库的 RAG 技术，可以将专业指南、接种程序与权威问答库作为上下文检索源，确保系统输出符合医学规范且附带证据来源。更重要的是，AI 系统的研发不能闭门造车，通过引入包括看护人、社区卫生工作者、临床医生与护士在内的多方利益相关者开展“共创”，从需求和真实应用层面出发进行设计和数轮修改，使 AI 产品能够解决实际存在的问题。

人机协同破解特殊健康状态接种难题

如果说健康儿童的接种决策主要考验风险沟通，那么早产儿以及存在免疫缺陷或慢性器官疾病等“特殊健康状态”的儿童，则构成了接种决策中最为复杂的场景。对于这类儿童，暂时的病情波动或复杂的用药史，都可能影响接种的安全性与有效性。

在现行服务体系中，此类儿童的接种往往陷入看护人、专科医生与基层接种人员三方衔接困难的尴尬境地：看护人担心不良反应或原发病复发；专科医生专注于临床诊疗，对最新接种程序和禁忌证可能缺乏细致了解；而基层接种人员主要负责实施接种，因难以判断临床风险而倾向于暂缓实施。服务流程的分离与信息的不对称，导致许多本可以安全接种的儿童错失了保护屏障。

针对这一难点，我们正在探索构建基于“人机协同”的智能体决策支持路径。智能体通过收集儿童的临床诊断、治疗历史与接种记录，检索特定疾病的接种指南与禁忌证依据，自动生成包含常规补种、暂缓接种、禁忌接种或需进一步评估的分级材料，可作为面向看护人的个体化解释以及跨机构的转诊建议。这种将临床信息整理、证据检索与医生审核深度融合的机制，有望为破除医防壁垒提供切实可行的技术路径。

依托实施科学验证真实世界干预价值

评估生成式 AI 的临床与公共卫生价值，绝不能仅仅满足于实验室里的模型参数，更需要在真实应用场景中接受检验。为此，我们引入实施科学研究框架，深入不同层级的医疗机构系统评估采纳意愿与实施障碍、医生的审核时间成本与工作负担，以及系统融入常规卫生服务流程后的可持续性，为后续推广应用提供科学依据。

从更长远的角度看，生成式 AI 不仅是一个单独场景的决策助手，更有望成为连接可信证据、专业推荐、可达到服务与家庭决策的“疫苗可及生态体系”的一部分。通过将系统开发、随机对照试验与实施科学有机结合，我们期望真正借助人工智能重塑公众对疫苗的信任，让科技创新的红利惠及每一个家庭与儿童。