

DOI: 10.61189/530445nlxrhb

· 指南与共识 ·

肺结节专家——BAIMGPT 白皮书

白春学^{1,2*}

1. 复旦大学附属中山医院呼吸与危重症医学科, 上海市呼吸病研究所, 上海呼吸 IoT 医学工程技术研究中心, 中国肺癌防治联盟, 上海 200032
2. 国际元宇宙医学协会, 苏州 215163



[摘要] 肺癌作为全球癌症头号杀手, 每年引起发病约 210 万人, 超过 180 万人死亡。GPT 等 AI 技术为肺癌防治带来曙光, 可通过 NLP 高效精准赋能咨询与诊疗建议, 促进知识共享与医疗水平的均衡提升, 为患者提供个性化健康指导与心理慰藉。核心技术原理为“四改”: (1) 改清洗数据为数据精选; (2) 改简单咨询为直面分身; (3) 改盲目宠信为质控核对; (4) 改单纯循证加大医经验。临床验证与效果: BAIMGPT 与 DeepSeek 对照研究显示, BAIMGPT 在亲切感、安全感、问题理解力、回答精准性等方面展现显著优势。其独特的技术架构和“四改创新点”确保了专业性和准确性, 为 AI 辅助诊断系统的未来发展提供了重要参考。实际应用场景与价值: BAIMGPT 在肺癌筛查、肺结节咨询与管理、诊断分期、治疗方案制定及术后管理等关键环节均可展现显著价值。通过智能影像分析, 优化诊疗流程, 降低医疗成本, 提高资源利用效率。多学科协作创新: BAIMGPT 的成功实施依靠医学专家、信息工程师、数据分析专家等多领域人才协同工作, 共同构建适用性强、易于操作的知识体系。通过跨学科知识整合, 提升肺癌筛查和评估的效率及准确性, 优化患者咨询体验。用户体验优化: BAIMGPT 在界面设计、亲切感、安全感、视觉赋能、语音交互、可及性及便捷性等方面进行了全面优化, 确保用户能够快速上手并生成高质量报告, 增强患者信心, 优化诊疗体验。法律法规与伦理: BAIMGPT 已获得国家知识产权局授予的注册商标, 并通过中山医院伦理委员会批准。与国际元宇宙医学协会和中国肺癌防治联盟合作, 确保技术的合法性和专业性。同时, BAIMGPT 严格遵循伦理要求, 减少人为偏见, 确保系统运行的公正性和透明性。发展前景与展望: 随着 AI 技术的快速发展, BAIMGPT 将在肺癌筛查、评估和诊疗领域展现潜力。未来可通过结合其他影像技术、优化专病模型精准性、拓展实现疾病进展预测等功能, 进一步提升系统效率与准确性。BAIMGPT 有望成为推动公共健康事业发展的重要力量, 助力实现“健康中国”重要目标。

[关键词] 人工智能; 生成式预训练转换器; 自然语言处理; 肺癌筛查

[中图分类号] R 318 **[文献标志码]** A

White paper on pulmonary nodule expert—BAIMGPT

BAI Chunxue^{1,2*}

1. Department of Pulmonary and Critical Care Medicine, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai Respiratory Research Institution, Shanghai Engineer & Technology Research Center of Internet of Things for Respiratory Medicine, Chinese Alliance Against Lung Cancer, Shanghai 200032, China
2. International Alliance for Metaverse in Medicine, Suzhou 215163, Jiangsu, China

[Abstract] As the number one killer of cancer in the world, lung cancer causes about 2.1 million cases and more than 1.8 million deaths every year. AI technologies such as GPT have brought hope to the prevention and treatment of lung cancer, which can efficiently and accurately empower consultation and diagnosis and treatment suggestions through NLP, promote knowledge sharing and balanced improvement of medical standards, and provide patients with personalized health guidance and psychological comfort. The core technical principle is “four changes”. (1) Change the cleaning data to data selection; (2) Change simple consultation to face the digital expert; (3) Change blind favor to quality control and verification; (4) Change to simply evidence-based and increase medical experience. A controlled study between BAIMGPT and DeepSeek has shown significant advantages in terms of intimacy, security, question understanding, and answer accuracy. Its unique technical architecture and “four innovations” ensure professionalism and accuracy and provide an important reference for the future development of AI-assisted diagnosis systems. BAIMGPT can show significant value in key links such as lung cancer screening, pulmonary nodule consultation and management, diagnosis and staging,

[收稿日期] 2025-06-20

[接受日期] 2025-06-28

[基金项目] 四大慢病重大专项(2024ZD0529300). Supported by Noncommunicable Chronic Diseases-National Science and Technology Major Project (2024ZD0529300).

[作者简介] 白春学, 博士, 教授, 主任医师。

* 通信作者 (Corresponding author). Tel: 021-64041990, E-mail: bai.chunxue@zs-hospital.sh.cn

treatment plan formulation and postoperative management. Through intelligent image analysis, the diagnosis and treatment process can be optimized, medical costs can be reduced, and resource utilization efficiency can be improved. The successful implementation of BAIMGPT relies on the collaborative work of medical experts, information engineers, data analysis experts and other talents in multiple fields to jointly build a highly applicable and easy-to-operate knowledge system. Through the integration of interdisciplinary knowledge, the efficiency and accuracy of lung cancer screening and evaluation are improved, and the patient consultation experience is optimized. User experience optimization: BAIMGPT has been comprehensively optimized in terms of interface design, intimacy, sense of security, visual empowerment, voice interaction, accessibility and convenience, etc., to ensure that users can quickly get started and generate high-quality reports, enhance patient confidence, and optimize the diagnosis and treatment experience. BAIMGPT has been granted a registered trademark by the State Intellectual Property Office and approved by the Ethics Committee of Zhongshan Hospital. Cooperate with the International Metaverse Medical Association and the China Lung Cancer Prevention and Control Alliance to ensure the legitimacy and professionalism of the technology. At the same time, BAIMGPT strictly adheres to ethical requirements, reduces human bias, and ensures the fairness and transparency of the operation of the system. With the rapid development of AI technology, BAIMGPT will show potential in the field of lung cancer screening, evaluation and diagnosis and treatment. In the future, the efficiency and accuracy of the system can be further improved by combining other imaging technologies, optimizing the accuracy of disease-specific models, and expanding the functions of disease progression prediction. BAIMGPT is expected to become an important force in promoting the development of public health and helping to achieve the important goal of "Healthy China".

[Key Words] artificial intelligence; generative pre-trained transformer; natural language processing; lung cancer screening

1 技术背景与意义

肺癌,这一全球癌症领域的头号公敌,其肆虐之势与吸烟习惯、空气质量不良及职业环境危害等多重诱因紧密相关。世界卫生组织的权威数据^[1]揭示,每年肺癌发病约210万,超过180万人因此离世。该疾病的狡猾在于其初期无症状的隐蔽性,导致多数患者在确诊时已步入中晚期,致使生存期限骤减,只有筛查与早诊才能凸显扭转其死亡率的关键作用^[2]。肺癌不仅是对个人健康的重创,更是家庭与社会的沉重负担,高昂的医疗费用、丧失劳动力的影响及难以言喻的心理阴霾,无一不昭示着其深远社会影响^[3-4]。

肺结节,作为肺癌的重要标志,是早期发现与治疗的关键。低剂量CT等现代筛查技术的应用,如同猎豹般敏锐,能捕捉到那些细微却致命的早期信号-肺结节,为生命抢救赢得宝贵时机^[5]。人工智能(artificial intelligence, AI)的加入,更是如虎添翼,通过对肺结节形态、钙化模式及边缘和内部结构的精细分析,大幅度提升了评估和诊断的精准度,有效避免了误诊与过度医疗的双重困境^[6]。针对高危群体量身定制的随访计划,则是对管理策略的精准升级,确保高风险个体能够及时获得必要的医疗干预^[7]。

然而,肺癌诊疗之路并非坦途,技术局限、资源分配不均、公众意识淡薄及中晚期治疗手段的局限,共同构筑了当前的挑战矩阵。在此背景下,生成式预训练转换器(generative pre-trained

transformer, GPT)等AI技术的崛起,为肺癌诊疗领域带来了革命性的曙光^[8]。借助自然语言处理(natural language processing, NLP)、深度学习、分布式训练等技术的强大功能, GPT能高效精准赋能咨询和提供诊疗建议,不仅提升了诊断的效率与准确性,还基于海量数据构建了风险评估模型,为评估肺结节的恶性风险提供了科学支撑^[9]。此外, GPT的NLP能力,更是打通了医疗信息流通的任督二脉,促进了知识的共享与医疗水平的均衡提升,为患者提供了个性化健康指导与心理慰藉,成为他们康复旅程中的温暖灯塔^[10]。

中国,作为肺癌负担沉重的国家,新发病例数与死亡人数持续攀升,目前5年存活率仍低于日本、韩国等亚洲邻国^[11]。这一现状的背后,是预防意识不足、基层医疗能力薄弱及专家资源稀缺等复杂因素的交织。面对这一挑战,应用GPT等先进技术融合共识指南,提升全体医生的咨询和诊疗水平显得尤为迫切^[12]。通过构建以共识指南和资深专家智慧为核心的白氏医学GPT(BAIMGPT),不仅能提升基层医疗能力,还能有力推动肺癌筛查与肺结节评估工作,为“健康中国2030”宏伟蓝图的实现添砖加瓦^[13]。

简言之,肺癌防控是一场关乎生命与健康的持久战, AI和BAIMGPT技术的融入,无疑为这场战役注入了新的活力与希望。随着技术的不断精进与普及,我们有信心期待未来的肺癌患者将享受到更加精准、高效且个性化的医疗服务,共同迈向一个肺癌可防可控的美好未来。

2 核心技术原理

伴随着 AI、大数据和深度学习技术的进步,GPT 研究和应用也日新月异^[14-16]。医学 GPT 的研发和应用在医学界引起了广泛关注,并在多个领域取得了显著成果^[17-18]。医学 GPT 的涌现,可以助力实现“名医治未病,元医惠众生”的宏伟目标,从而全面满足患者及社会对医疗与大健康的深切期待。医学 GPT 恰逢其时地填补了这一需求空白。初步研究已显示,大型语言模型凭借其快速生成的本质,能够提供丰富数据共享资源,正逐渐成为关注的焦点。不过,挑战也随之而来。对于缺乏医学基础知识的人群而言,理解和恰当应用医学 GPT 提供的建议尤为困难。加之看不到医生本人,患者难以建立信任与安全感^[19-20]。

为了克服这些挑战与限制,让医学 GPT 回答的建议既能被基层医生理解,也可被不懂医学的患者理解,在开发医学 GPT 技术时,必须对各个环节进行全面革新。这需要涵盖数据收集与精选、基座模型选定、模型训练评估与优化,以及系统的持续升级与维护。BAIMGPT 的具体改革措施正是为了这一目的,即“改数据清洗为数据精选,改简单咨询为直面分身,改盲目宠信为质控核对,改单纯循证加大医经验”。“四改”策略将利于在原有 GPT 精华的

基础上进一步推动医学 GPT 转型,构建一个以“患者为中心,名医为模版,专病为抓手,质量为保障”的新型医疗模式,从而更有效地服务于患者,造福社会^[21]。

2.1 改清洗数据为数据精选 在医学 GPT 的研发中,将传统数据清洗改为数据精选是一项具有里程碑意义的创新。这一转变源于对效率、模型性能和诊疗准确性等多维度的需求。数据精选的核心价值在于提升质量,不仅能有效剔除无效或错误信息,更能从海量数据中精准筛选出与医学需求密切相关的高质量内容。这些经过精选的数据能更真实地反映医学知识精髓,为模型构建奠定坚实基础,显著提高诊疗建议的准确性和可靠性。

此外,精选数据在模型训练中也发挥着关键作用。相较于传统清洗方式,精选能够剔除冗余信息和噪声干扰,使数据集虽小但“质精”,从而加速模型收敛速度,节省计算资源并优化学习效率。同时,高质量数据更能帮助模型精准地掌握医学知识和语言模式,提升其预测性能和泛化能力。从临床应用角度看,精选数据不仅符合医学实践的特殊需求,更能显著提高研发效率。虽然精选仍需一定的标注和分类工作,但相较于全面清洗,所需人力和时间将大幅度减少,资源应用效率将因此得到显著提升(表 1)^[20-25]。

表 1 将数据清洗升级为数据精选的方法和技术路线

方法	技术路线
明确需求	首先明确医学 GPT 应用场景和目标,决定所需数据类型和范围。确定关键特征如疾病描述、检查技术细节、诊断、治疗方案、药物副作用和疾病预防。
确定精选标准	(1)质量优先:确保数据准确、完整且及时;(2)相关性:选择与目标紧密相关的数据,避免噪声;(3)多样性:涵盖各医学领域及群体,增强模型泛化能力;(4)合规性:符合 HIPAA 或 GDPR 等医疗隐私法规。
实施数据筛选	(1)自动筛选:开发 NLP 和机器学习等工具,快速精选高质量数据;(2)人工审核:在关键情况下进行人工核验,确保准确性;(3)迭代优化:根据反馈调整标准,持续优化数据集。
增强数据	(1)数据增强:通过替换和变换等方式,增加多样性;(2)标注数据:对特定任务进行人工标注,提供监督学习数据。
持续监控与更新	(1)监控数据质量:建立定期检查准确性机制;(2)更新数据集:及时维护模型与最新知识同步。
应用专业资源	(1)合作与共享:与其他机构合作,共享高质量数据。(2)应用公开数据集:充分应用医学公开资源丰富知识库。
评估与反馈	(1)模型评估:用多种方法评估数据集对模型的影响。(2)用户反馈:收集反馈指导优化模型表现。

通过实施上述策略,可以将数据清洗升级为数据精选,为医学 GPT 研发提供高质量、可靠的数据基础,从而提升模型的性能和可靠性。例如,在构建“公开证据(open evidence)”这样的医疗 AI 助手时,已经体现出如下优势^[14, 20-21, 26-27]。

(1)数据质量提升与优化用户体验并重:在医学 GPT 的研发中,将传统的数据清洗升级为精准的数据精选至关重要。这一过程不仅可从海量文献中筛选出密切相关的信息,更利于 AI 助手基于高质量证据提供可靠建议,为医生的决策提供坚实支

持。数据精选通过精挑细选,可使模型更快收敛,显著提升训练效率并减少资源浪费,同时优化了用户体验,使其更高效、更加准确。(2)精准数据支撑专业决策:医疗决策的复杂性要求AI系统在罕见病例和复杂病情下提供高度精准的支持。精选数据利于确保信息可靠,帮助医生快速获取关键诊疗建议,并降低因信息过时或不准确导致的误诊风险。此外,通过持续更新医学研究成果,AI助手可保持知识前沿性,为用户提供及时、专业的决策支持。(3)提升产品竞争力与用户信任:在激烈的医疗AI市场竞争中,数据精选不仅能提升产品的智能水平和专业性,也是公开证据等工具获得医生信赖的关键因素之一。通过提高响应速度和准确性,数据精选优化了用户体验,使用户更愿意依赖这一工具。

同时,这种持续改进的能力也可确保产品始终处于行业领先地位。

总之,将数据清洗改为数据精选,不仅改善了模型质量与训练效率,还对提升医疗AI系统的专业性、可靠性和市场竞争力具有深远影响^[26-27]。

2.2 改简单咨询为直面分身 在医学GPT的深化研发进程中,我们实现了从基础咨询到名医、大医数字人直接互动的飞跃,这一转变蕴含深度考量,显著增强了用户的亲近感与信赖度。

用户面对的名医数字形象,其形象、声音及交互体验均逼近真人,有效舒缓患者焦虑,使咨询体验更为愉悦。BAIMGPT在解答用户疑问时,可以同时即刻传递出这份与专业相伴的温暖(图1)。

Q: So how did BAIMGPT answer?

A: ChatGPT can't see us directly. It is just an AI-based language model with no actual medical knowledge and abilities. In medical practice, we need to rely on professional doctors. We need to be cautious about ChatGPT's accuracy. While it may be able to provide some useful information and advice in some cases, it is not a substitute for professional medical diagnosis and treatment. If you have any health problems, you should consult your doctor or medical institution directly.

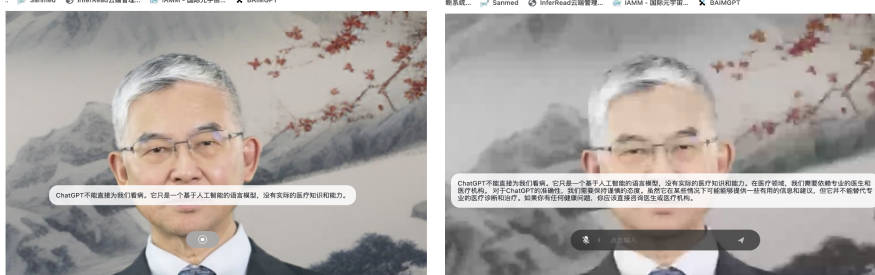


图1 BAIMGPT在回答用户问题

依托庞大的医学知识库与丰富临床案例,BAIMGPT不仅提升了权威性、专业性与准确性,还能为患者提供个性化、高精度的诊疗建议。这些建议随持续学习不断优化,确保时效与精准。在此模式下,咨询将兼具温情与专业,患者依从性会大增,更乐于采纳医生建议,诊疗与康复的信心和动力也随之增强。此外,这一咨询方式利于减少误解与沟通壁垒、提高诊疗效率、促进医疗资源的均衡分配。名医、大医数字人的直接回应机制,不仅加深了咨询亲和力、信任度和患者遵从性,还大幅提升了诊疗的成效,为医学GPT的研发注入了创新的活力(表2)^[17-18,20-21,28-29]。

在医学GPT研发中,将简单问答模式升级为专家数字人分身形式,利于提升信息交互效率和用户体验。以BAIMGPT为例,通过与国际元宇宙医学协

会、中国肺癌防治联盟等合作,已成功开发出针对肺结节评估的专病知识库,具备强大的信息处理和推理能力,并能将复杂医学知识通过数字人,以直观、沉浸式的方式呈现。这种创新形式不仅让专业医疗服务更加便捷、个性化,还显著增强了用户信任度,特别是在高度专业的医疗领域^[17,20-21,28,30-32]。

从简单咨询转为专家数字人分身形式,用户可通过逼真形象获得面对面的真实感受,增强沉浸感和信任度。这种交流方式可拉近医患距离,也有助于培训医学生等人才。通过大量文献和病例数据训练,BAIMGPT掌握深厚的知识,能够根据用户病史,智能推荐针对性的医疗信息和建议。同时,专家数字人分身具备元宇宙医学元素,利于推动知识共享与学术交流。支持在线咨询、诊疗、医学教育等多种场景,满足不同用户需求。

表 2 BAIMGPT 研发的方法和技术路线

方法	技术路线
明确目标	(1)确定目标:服务基层医生和患者,满足具体需求。(2)专家分身:专注肺结节,具备专业性和亲和力。
技术准备	(1)NLP技术:优化GPT理解肺结节的专业术语和数据。(2)多模态交互:融合多种方式提升数字人的真实感。(3)个性化定制:为数字人提供多样化个性化设置。
数据收集与训练	(1)数据收集:采集专家对话和病历用于模型训练。(2)模型训练:用数据优化GPT准确理解回答医学问题。(3)知识融合:专家参与训练确保模型专业可靠。
数字人分身设计	(1)外观设计:定制专家形象的面部特征及服装。(2)交互设计:规划数字人与用户的对话流程和行为表达。(3)测试优化:基于用户反馈持续改善数字人体验。
部署与迭代	(1)品牌授权:依据国家知识产权局核准的商标注册范围应用。(2)平台集成:将数字人整合到移动端、网页等应用环境,保障顺畅运行。(3)优化升级:依用户意见及技术演进持续改进功能与表现。
合规与隐私保护	(1)合规服务:数字人分身提供的医疗信息和服务均遵循相关法律法规。(2)数据安全:强化用户数据保护,确保用户的隐私得到严格防护。
推广与应用	(1)指导使用:帮助用户掌握数字人分身的应用方式。(2)宣传推广:多渠道传播,增强数字人分身的市场认知。

这种创新性应用方式不仅能提升医学信息的传递效率和准确性,还可增强用户的信任度和依从性,为医学领域发展注入新活力。未来,随着技术的不断进步和应用场景的拓展,大医数字人分身有望在医学领域发挥更加重要的作用。

2.3 改盲目宠信为质控核对 在医学 GPT 或医疗 AI 系统的研发中,用“AI 质控核对”替代“盲目宠信”,是推动技术成熟与可靠性的关键转变。这一改进可显著提升诊疗精准性,通过严格验证每项建议,减少误诊风险;同时保障患者安全,及时识别并修正潜在错误,确保治疗意见的安全有效性。医生

信心与责任感也因此得到增强,严谨的核对机制让医疗从业者更信任 AI 输出,同时促使他们保持独立判断,提升决策能力和职业素养。此外,质控核对不仅验证当下的输出质量,还为系统的持续优化提供数据支持,助力算法改进和性能提升。这一方法完全符合医疗行业的严格监管要求,确保了 AI 应用的合法性和规范性。总体而言,在医学 GPT 中引入质量控制核对机制,既提升了诊疗的安全性和有效性,又促进了医生能力的提升和技术的持续进步,为医疗 AI 的应用奠定了坚实的基础,并推动其走向更广阔的实践空间(表 3)^[15, 17, 20-21, 24-25]。

表 3 将盲目宠信改为质控核对的方法和技术路线

方法	技术路线
建立严格数据验证清洗流程	(1)临床逻辑验证:确保生成数据符合经典公开数据和大医临床实践。(2)一致性验证:确保跨模态数据在病变描述、时间序列和解剖结构上逻辑自洽。(3)双盲测试:对连续生成的 100 例数据随机抽样 20% 进行双盲测试。(4)专家审核机制:通过临床专家对生成数据的多层次评审和质控。
实施多层次模型验证	(1)性能检验:开发阶段采用交叉验证等技术评估模型效果。(2)泛化测试:在独立未参与训练的数据集上检测模型表现。(3)专业把关:医学专家审核输出,确保准确性和可信度。
引入质量控制机制	(1)自动校对:应用 AI 技术,检查语法、拼写及医学术语错误。(2)一致性审核:确保生成内容与现有医学知识一致。(3)风险评估:评估模型建议或诊断的患者影响。
持续监控和更新	(1)性能监控:实时跟踪模型的准确率、召回率等关键指标。(2)反馈循环:收集医生、患者等多方反馈以优化模型。(3)定期更新:根据新医学研究和数据,持续改进模型。
强化伦理和法规	(1)伦理审查:遵守医学伦理原则,保障患者隐私和数据安全。(2)法规遵循:开发及使用过程中确保符合 HIPAA 等法律法规。
透明和可解释性	(1)模型透明度:解释模型的工作原理和决策逻辑。(2)可解释性:确保输出结果易于理解并便于医生、患者解读。

通过这些措施,可将医学 GPT 的研发过程从盲目宠信转变为质控核对的良性科学流程,从而显著提高医疗 AI 系统的安全性和可靠性和准确性。为此,建议借鉴公开数据 AI 助手的研究方法和技术路线研发医学 GPT^[15,18,20,27,33-34],方法如下。

(1)使用专门的小型模型。开发或采用专注医学的小型模型,能够更深入地理解医学术语和上下文,从而提供更准确的信息。

(2)依赖顶级医学文献。训练数据严格筛选:确保数据来源权威可靠,如采用如柳叶刀、新英格兰医学杂志、美国呼吸重症监护杂志等顶级医学文献的数据,确保模型学习的内容具有高度的权威性和准确性。

(3)实施多模型协作架构。通过构建多模型协作系统,综合应用不同模型的优势,相互验证和纠正信息,从而进一步提高输出的准确性,提升准确性和降低偏见。

(4)严格的数据校验机制。在输出阶段,实施严格的数据校验机制,对生成的内容进行医学逻辑检查、事实核对,以及与已知医学知识库的对比,以确保信息的准确性和可靠性。

(5)强调用户反馈和改进。建立用户反馈机制,收集用户的实际使用体验和问题反馈。通过不断迭代和优化模型,逐步提升其性能和准确性。

(6)注重知识的公平获取。致力于促进医学知识的公平获取,为基层和偏远地区的医生提供便利。这可通过提供免费或低成本访问权限、开发适

合不同语言和文化背景的界面等方式实现。

(7)借鉴公开证据创始人经验。研发团队应深入了解医学领域的真实需求,致力满足用户需求。同时关注错位竞争,寻找与其他产品的差异化点,并将潜在的弱点转化为优势。

应用公开证据 AI 助手方法研发医学 GPT,才能改盲目宠信为质控核对,显著提升医学 GPT 的准确性和可靠性,为医疗决策提供更有力的支持。

2.4 改单纯循证加大医经验 在医学 GPT 的研发中,整合循证医学与“大医经验”(或资深医生经验)的举措具有深远意义。循证医学虽基于发表的研究,但受限于研究设计和样本量等因素限制,尤其是易受限于罕见病或新兴领域的高质量证据,易于关注平均效应而忽视个体差异与临床复杂性。相比之下,“大医经验”凝聚了资深医生长期实践的智慧和,在应对多变临床情况时具有独特视角与策略,对治疗决策至关重要。将大医经验融入医学 GPT,能显著提升处理特殊病例的能力。结合循证医学与大医经验,可构建一个全面的临床决策支持系统,既保持科学研究严谨性,又融入实践灵活性。

这一融合方法有助于减少误诊与漏诊,提升疗效安全性,并促进医学知识传承。年轻医生可快速汲取前辈智慧,同时推动研究创新,响应患者对专业性的期待。在医学 GPT 研发中结合循证医学与大医经验,可为个体化医疗和智能医学发展提供有力支持(表 4)^[15,18,20-21]。

表 4 整合循证医学与大医经验的方法和技术路线

方法	技术路线
数据收集与整理	收集大医的经典临床案例和经验,对这些数据进行结构化处理,便于后续的分析和整合。
建立知识图谱	构建包含循证医学知识和大医经验的医学知识图谱。在其中明确标注循证证据的来源、等级以及大医经验的适用场景和限制条件。
算法融合	在医学 GPT 的算法中融入大医经验,设计算法能够根据患者的具体情况,自动匹配最相关的循证证据和大医经验。
个体化推荐	基于患者临床信息,使医学 GPT 能够生成个性化的医疗建议。在建议中同时呈现循证证据和大医经验,并说明两者的关系和互补性。
持续学习与优化	医学 GPT 应具备持续学习的能力,能不断吸收新的循证证据和大医经验,并通过临床应用,不断优化算法的性能和准确性。

在医学 GPT 的研发中,融合循证医学与大医经验不仅弥补了循证医学的局限性,还促进了临床决策质量提升、医学知识传承与创新。以笔者研发的 PNapp 5A(肺结节诊治 5A 程序)为例,其源于“三加二式诊断法”,并在此基础上更新迭代(图 2)^[35-39]。

随着 CT 技术普及肺癌筛查推广,肺结节发现增多,如何处理成为关键。为实现易学且高效的目标,“三加二式诊断法”应运而生:“3 步检查法”包括采集病史、无创和有创检查;“两套备用方案”则为手术切除与随访观察^[40]。随后,为进一步融入 AI 功

能,提出了PNapp 5A,通过使“复杂问题简单化、简单问题数字化、数字问题程序化、程序问题体系化”的策略,将诊治肺结节的中国共识和亚太指南整合到PNapp 5A及初评与研判的二流程体系中。这不

但实现了手工业作坊式个体诊疗模式向国家和国际标准的物联网流水作业工程的跃升,也提升了诊断规范性、效率与可操作性^[22-26],具有良好的应用价值。

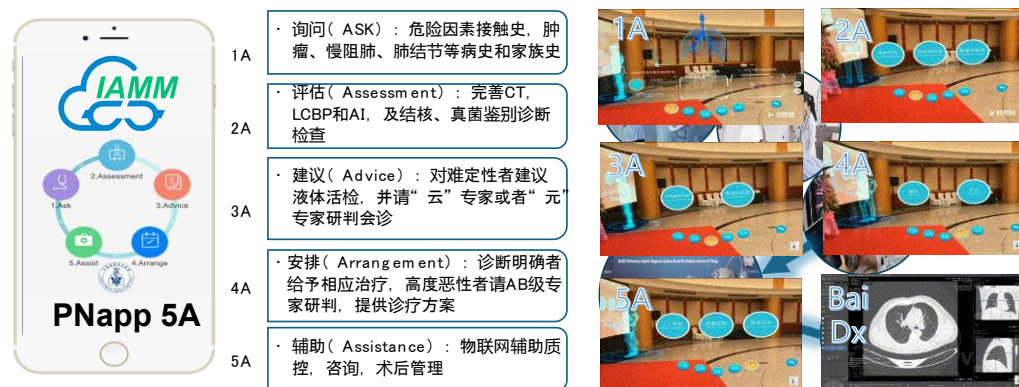


图2 PNapp5A

在医学GPT的研发中,将单纯循证方法升级为结合大医临床经验的模式是时代所需,有助于满足个体化医疗需求并产生深远意义。这种融合方式不仅能提升决策精准度和个性化治疗水平,还能增强AI系统的可信度与接受度,并促进医学知识的传承与创新。

首先,融合大医经验可使AI系统更加贴近实际临床场景,能够准确识别患者特殊需求和病情细微差别,提供更具针对性的诊疗方案。其次,名医、大医的经验作为医学领域的重要财富,经过长期实践验证,将其融入GPT系统能显著提升其可信度,促进其在医疗领域的普及。此外,这种结合还推动了医学知识的传承与创新。通过AI记录和整理大医经验,年轻医生可快速学习并掌握前人智慧,缩短学习曲线并将陈述性知识转化为实践能力的程序性知识。同时,AI系统还能协助分析病例和研究文献,发现新的治疗方案和疾病模式,助力医学发展。在优化证据应用方面,结合循证医学与临床经验为决策提供更全面支持,而市场前景更易因中国丰富的病例资源而得到拓展,推动针对特定需求的医疗产品开发。最终,融合技术可更全面评估患者健康状况、预测风险并采取预防措施,从而降低医疗差错、提高安全性与服务质量。

这种结合不仅体现了理论与实践的统一,也为AI在医疗领域的应用开辟了新天地,彰显了其服务临床医学的重要价值^[15-16,19,24-27,41]。

3 临床验证与效果

BAIMGPT与DeepSeek肺结节管理对照研究,旨在探讨BAIMGPT和DeepSeek在肺结节咨询与治疗中的临床意义,并评估两者的实际效能差异。研究采用随机等待列表质量改进(QI)对照设计,聚焦于用户交互体验的关键维度:包括亲切感、安全感、问题理解力、回答精准性、语音互动流畅度以及需求满足程度。2025年2月至6月,在复旦大学附属中山医院、上海百汇医院和南宁市第一人民医院随机选取肺结节患者215例,应用BAIMGPT和DeepSeek系统为每例患者序贯回答相同问题。重点考察两系统的用户体验和专业性差异。研究结果显示,两个GPT在便捷性评价和用户需求程度方面表现近似。然而,BAIMGPT在以下几个核心维度上,展现了显著优势。(1)亲切感与安全感:BAIMGPT通过大医数字人形象进行交互,给予患者更强的信任感和心理舒适度。(2)问题理解和回答精准性:依托专病数据库和“四改”创新点,改数据清洗为数据精选、改简单咨询为直面分身、改盲目信任为质控核验、改单一循证为经验整合,确保了BAIMGPT在专业性和准确性上的优势。这种差异源于其独特的技术架构:独有的专病知识库、结合名医临床经验的推理机制、多维度质量控制体系。

这一研究基于“四改”创新点,构建了以患者为中心、大医为原型、专病为抓手、质量为保障的新型医疗咨询模式。这种创新不仅继承了GPT技术的

核心优势,更显著提升了诊疗服务的专业性和可靠性。

BAIMGPT在肺结节管理中展现出独特优势,其结合医学专业知识与用户体验优化的设计理念,为AI辅助诊断系统的未来发展提供了重要参考。该成果有助于推动智能问诊工具的临床转化应用,从而更好地服务于患者,提升医疗服务质量。这一成果不仅为肺结节患者的精准诊疗提供了有力支持,更为AI赋能医疗服务的未来发展开辟了新路径。

4 实际应用场景与价值

BAIMGPT在肺癌筛查及诊疗中展现出显著的临床应用价值,覆盖多种适用场景并优化诊疗流程,同时具有突出的费用效益潜力^[42]。(1)适用场景:该技术可应用于高危人群的肺癌筛查、肺结节的咨询与管理、诊断分期、治疗方案制定以及术后复查等关键环节。对于发现早期肺结节患者,BAIMGPT能够快速提供专业建议并指导后续诊疗计划。(2)诊疗流程优化:该项技术遵循“PNapp5A”理念,将复杂问题简单化、简单问题数字化、数字问题程序化、程序问题体系化。通过智能化影像分析,医生的工作效率明显提升,患者等待时间显著减少,诊断结果更加精准,改善传统的繁琐流程。(3)费用效益:该技术能有效降低医疗成本并优化资源配置。首先,早期筛查和准确评估可大幅减少误诊率;其次,避免过度检查和不必要治疗。以高危人群为例,通过精准识别可疑结节,BAIMGPT能够减少无效随访,使有限的医疗资源得到更合理利用。

5 多学科协作创新

BAIMGPT可在肺癌筛查和评估、诊疗方面发挥独特作用,其成功实施依靠与多领域专业人员的合作机制及跨学科知识整合^[42]。合作模式方面,BAIMGPT需要医学专家、信息工程师、数据分析专家等多领域人才的协同工作,通过建立数据互联互通机制,各领域专才可以发挥专业优势,实现精准分工与高效协作。知识整合方面,该技术将医学影像学的实践经验和AI领域的最新算法相结合,对海量影像数据进行深度学习建模,提升诊断准确率;应用NLP技术解析病历文本信息,构建全面的知识图谱。这不仅提高了肺癌筛查和评估的效率及准确性,还优化了患者咨询体验及个性化管理方案。该技术可赋能基层医生,提高诊疗水平,促进分级诊疗体系建设。

6 用户体验优化

BAIMGPT不仅在技术支持和诊断准确性上有显著优势,还在用户体验、安全性、易用性和覆盖范围等多个方面进行了优化,利于提升公共健康水平,特别是在增强基层医疗能力上表现突出。这种全方面的设计使得该技术能够在实际应用中发挥更大作用,为更多用户提供高质量的医疗服务^[42]。

(1)界面设计:系统注重用户体验,界面简洁明了,操作流程易于掌握,确保用户能够快速上手并生成高效的报告。(2)亲切感:大医数字人与用户建立友好互动,让用户感受到关怀和支持。(3)安全感:系统采用多重隐私保护措施,确保数据安全,提升用户的信任感。通过准确可靠的诊断建议,帮助患者和医生做出更优决策,降低误诊风险,进一步增强诊疗过程的安全性。(4)视觉赋能:利用直观的图表和图片,系统将复杂的医学信息转化为易于理解的内容,使用户能够快速掌握关键点,并根据视觉引导进行操作,提升应用效果。(5)语音交互:支持语音问答功能,方便用户特别是视觉障碍者或不习惯使用键盘的用户直接获取所需的信息与帮助,增加系统的包容性与灵活性。(6)可及性:该技术可通过手机、平板电脑等移动设备访问,对硬件要求较低,适应了多样化的使用场景,无论是医院还是家庭都能轻松应用。(7)便捷性:用户可以通过互联网获取专业建议,满足了现代社会中用户的高效服务需求,尤其是在资源匮乏的基层地区,极大提升了医疗服务的可及性和公平性。

7 法律法规与伦理

BAIMGPT已获得国家知识产权局授予的注册商标(图3),核定使用服务项目涵盖虚拟现实装置、医疗记录管理、互联网医疗服务等多个领域,充分体现了其技术的合法性和专业性。与此同时,该系统通过中山医院伦理委员会批准,并与国际元宇宙医学协会和中国肺癌防治联盟合作,研发了专病与大语言融合知识库^[42]。这一知识库,包含国内外权威专家共同制定的亚太地区及中国首部肺结节评估管理共识指南,及持续更新的相关诊疗规范,确保技术的科学性和临床实用性。此外,BAIMGPT在2024年4月10日于上海市闵行区医学会元宇宙医学专业委员会成立大会上正式亮相,成为全球领先的元宇宙医学数字人GPT产品。其背后汇聚了国际知名或国内顶尖专家团队的力量,并以顶层设计、学术引领、科技创新和智能惠众为核心优势,为

肺癌筛查和评估提供了全方位的技术支持。同时,基于伦理考量,BAIMGPT在设计和应用过程中严格遵循中山医院伦理委员会的相关要求,减少了人为偏见,确保系统运行的公正性和透明性。更重要的是,BAIMGPT通过大规模免费咨询服务(包括医疗转诊的行政服务),将优质医疗资源下沉至基层地区,显著提升了肺癌筛查和诊疗在基层的覆盖能

力。这不仅弥补了基层医疗机构技术和服务能力的不足,还为患者提供了便捷、高效、精准的医疗服务,推动了区域医疗资源均衡化发展。

简言之,BAIMGPT凭借其合规性、伦理保障、学术引领和技术创新,在提升公共健康水平方面具有显著优势,尤其在肺癌筛查和诊疗领域的基层全覆盖中发挥了重要作用。



图3 BAIMGPT注册商标

8 发展前景与展望

随着AI技术的快速发展,BAIMGPT将作为一款专为医疗场景设计的智能系统,在肺癌筛查、评估和诊疗领域展现巨大潜力^[42]。在技术演进方向上,未来可以通过与其他影像技术(如AI辅助影像分析、3D建模等)结合,进一步优化对肺结节特征的识别能力和诊断准确率。此外,BAIMGPT可以通过深度学习病灶数据与临床动态变化的关系,逐步实现疾病进展预测功能,为个性化治疗方案提供更坚实的依据。

在技术优化方面,BAIMGPT可以着重提升专病模型的精准性,例如改“数据清洗”为“数据精选”,筛选高价值临床数据进行训练;改“简单咨询”为“直面分身”,通过智能化对话增强医生与患者之间的互动;改“盲目宠信”为“质控核对”,引入多维度质量控制机制确保输出结果的可靠性;改“单纯循证”为“循证+AI辅助”,结合临床经验优化诊疗方案^[42]。这些改进将显著提升系统在肺癌筛查和评估中的效率与准确性,同时降低误诊率。

从社会影响来看,BAIMGPT对肺癌早筛具有重要意义。通过智能化影像分析,它能够快速识别高危人群并优化筛查流程,从而提高早诊率和早治率。此外,在诊疗环节中,BAIMGPT可精准评估病变特征,为医生提供个性化的治疗建议,显著提升治疗效果。更重要的是,该技术能够下沉至基层医疗机构,缓解区域医疗资源分布不均的问题,推动分级诊疗模式的落地实施。

综上所述,BAIMGPT通过技术优化和创新,在肺癌筛查与诊疗中展现了卓越的潜力^[42]。它不仅提升了基层医疗服务能力,还为实现“健康中国”目标提供了重要助力。未来,随着技术的不断升级,有可能将BAIMGPT拓展成为元宇宙医生大脑,为研发物理元宇宙医生,作为其大脑打好基础。BAIMGPT将成为推动公共健康事业发展的重要力量。

伦理声明 无。

利益冲突 作者声明不存在利益冲突。

作者贡献 白春学:选题、撰写、修改论文。

参考文献

- [1] THAI A A, SOLOMON B J, SEQUIST L V, et al. Lung cancer [J]. Lancet, 2021, 398(10299): 535–554.
- [2] BRODY H. Lung cancer[J]. Nature, 2020, 587(7834): S7.
- [3] NOORELDEEN R, BACH H. Current and future development in lung cancer diagnosis [J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(16): 8661.
- [4] LI C, LEI S Y, DING L, et al. Global burden and trends of lung cancer incidence and mortality [J]. Chin Med J (Engl), 2023, 136(13): 1583–1590.
- [5] OUDKERK M, LIU S Y, HEUVELMANS M A, et al. Lung cancer LDCT screening and mortality reduction—evidence, pitfalls and future perspectives [J]. Nat Rev Clin Oncol, 2021, 18: 135–151.
- [6] PEI Q, LUO Y N, CHEN Y Y, et al. Artificial intelligence in clinical applications for lung cancer: diagnosis, treatment and prognosis [J]. Clin Chem Lab Med, 2022, 60(12): 1974–1983.

- [7] HUANG S G, YANG J, SHEN N, et al. Artificial intelligence in lung cancer diagnosis and prognosis: current application and future perspective[J]. *Semin Cancer Biol*, 2023, 89: 30–37.
- [8] BELLINI V, BIGNAMI E G. Generative pre-trained transformer 4 (GPT-4) in clinical settings [J]. *Lancet Digit Health*, 2025, 7(1): e6–e7.
- [9] MAO Y Q, XU N, WU Y N, et al. Assessments of lung nodules by an artificial intelligence chatbot using longitudinal CT images [J]. *Cell Rep Med*, 2025, 6(3): 101988.
- [10] TAN S T, XIN X, WU D. ChatGPT in medicine: prospects and challenges: a review article [J]. *Int J Surg*, 2024, 110(6): 3701–3706.
- [11] GAO S G, LI N, WANG S H, et al. Lung cancer in people's republic of China [J]. *J Thorac Oncol*, 2020, 15(10): 1567–1576.
- [12] WANG Q, ZHANG X J, YANG D W, et al. Criteria for lung cancer screening and standardized management in China [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2023, 136(14): 1639–1641.
- [13] YANG S X, LIANG Q, JIANG W P, et al. Significance of GPT-enabled LDCT lung cancer screening [J]. *Clin eHealth*, 2025, 8: 117–124.
- [14] GHASSEMI M, BIRHANE A, BILAL M, et al. ChatGPT one year on: who is using it, how and why? [J]. *Nature*, 2023, 624(7990): 39–41.
- [15] MINSEN T, VAYENA E, GLENN COHEN I. The challenges for regulating medical use of ChatGPT and other large language models [J]. *JAMA*, 2023, 330(4): 315–316.
- [16] ARONSON J K. When I use a word. . ChatGPT: a differential diagnosis [J]. *BMJ*, 2023, 382: 1862.
- [17] Yang D W, Zhou J, Song Y L, et al. Metaverse in medicine. *Clinical eHealth* 2022(5): 39–43.
- [18] YANG D W, ZHOU J, CHEN R C, et al. Expert consensus on the metaverse in medicine [J]. *Clin eHealth*, 2022, 5: 1–9.
- [19] 顾建英, 宋振举, 白春学. 拥抱新质生产力, 开创医学新时代 [J]. *元宇宙医学*, 2024, 3(1): 1–2.
- [20] 白春学. 医学新质生产力之我见 [J]. *元宇宙医学*, 2024, 3(1): 3–10.
- [21] YANG D W, SUN M T, ZHOU J, et al. Expert consensus on the “digital human” of metaverse in medicine [J]. *Clin eHealth*, 2023, 6: 159–163.
- [22] 韦 球, 蒋维芃, 杨超勉, 等. 医学数字人 GPT 的研究现状及展望 [J]. *元宇宙医学*, 2024, 1(1).
- [23] THIRUNAVUKARASU A J, TING D S J, ELANGOVAN K, et al. Large language models in medicine [J]. *Nat Med*, 2023, 29(8): 1930–1940.
- [24] SINGHAL K, AZIZI S, TU T, et al. Large language models encode clinical knowledge [J]. *Nature*, 2023, 620(7972): 172–180.
- [25] MARKS M, HAUPT C E. AI chatbots, health privacy, and challenges to HIPAA compliance [J]. *JAMA*, 2023, 330(4): 309–310.
- [26] SCHWALBE N, WAHL B. Artificial intelligence and the future of global health [J]. *Lancet*, 2020, 395(10236): 1579–1586.
- [27] HAUG C J, DRAZEN J M. Artificial intelligence and machine learning in clinical medicine, 2023 [J]. *N Engl J Med*, 2023, 388(13): 1201–1208.
- [28] Newsletter: The first Metaverse Medical Digital Human GPT launches. *Clin eHealth*, 2024, (7): 51.
- [29] 胡 洁. 元宇宙医学数字人 GPT 研究快报 [J]. *元宇宙医学*, 2024, 1(1): 2.
- [30] 国际元宇宙医学协会睡眠呼吸专家组. 云加端物联网辅助诊治睡眠呼吸暂停(OSA)专家共识(2022版) [J]. *复旦学报(医学版)*, 2023, 50(4): 613–9, 32.
- [31] 白春学, 陆俊羽, 蒋维芃, 等. 医学新质生产力赋能阻塞性睡眠呼吸暂停诊疗新模式 [J]. *元宇宙医学*, 2024, 3(1): 22–8.
- [32] 物联网在睡眠呼吸疾病诊治中的应用专家组. 物联网在睡眠呼吸疾病诊治中的应用专家共识 [J]. *国际呼吸杂志*, 2013, 33(4): 241–4.
- [33] RAJPURKAR P, CHEN E, BANERJEE O, et al. AI in health and medicine [J]. *Nat Med*, 2022, 28(1): 31–38.
- [34] SHANAHAN M, MCDONELL K, REYNOLDS L. Role play with large language models [J]. *Nature*, 2023, 623(7987): 493–498.
- [35] YANG L, YANG D W, YAO M, et al. Concept and prospect of the Human-Computer Multi-Disciplinary Team (MDT) in pulmonary nodule evaluation [J]. *Clin eHealth*, 2023, 6: 172–181.
- [36] 中华医学会呼吸病学分会, 中国肺癌防治联盟专家组. 肺结节诊治中国专家共识(2024年版) [J]. *中华结核和呼吸杂志* 2024; 47(8): 716–29.
- [37] YANG D W, LAM S, KAI W, et al. Expert consensus on the evaluation and management of high-risk indeterminate pulmonary nodules [J]. *Clin eHealth*, 2024, 7: 27–35.
- [38] 王 源, 杨达伟, 白春学. 元宇宙时代的肺癌筛查与管理 [J]. *元宇宙医学* 2024, 2(1): 13–5.
- [39] 中国物联网辅助评估管理肺结节专家组. 物联网辅助评估管理肺结节中国专家共识 [J]. *国际呼吸杂志*, 2022, 42(1): 5–12.
- [40] 白春学. 肺结节“三加二式诊断法” [J]. *国际呼吸杂志*, 2013, 33(6): 401–2.
- [41] 宋元林, 宋振举, 钱菊英, 等. 元宇宙技术在医疗质量控制中的应用 [J]. *元宇宙医学*, 2024, 2(1): 1–8.
- [42] 白春学. 医学 GPT 研发应用之吾见 [J]. *元宇宙医学*, 2025, 2(1): 6–14.

引用本文

白春学. 肺结节专家——BAIMGPT 白皮书 [J]. *元宇宙医学*, 2025, 2(2): 55–64.

BAI C X. White paper on pulmonary nodule expert—BAIMGPT [J]. *Metaverse Med*, 2025, 2(2): 55–64.