

拍一张眼底照片, 30 秒可筛查 6 种代谢病

● 本报记者 朱汉斌

只需给眼睛拍一张眼底照片, 30 秒内就能评估罹患糖尿病、高血压、骨质疏松等疾病的风险。这并非科幻场景, 而是由中国学者领衔、多国团队合作完成的一项重要进展。这项名为“Reti-Pioneer”的研究成果近日在线发表于《自然-医学》。

“我们开发了一套基于眼底彩照的人工智能(AI)系统, 能够在 30 秒左右同步筛查 2 型糖尿病、痛风、骨质疏松、高血压、高脂血症、甲状腺疾病这 6 种常见内分泌代谢性疾病, 并具备对未来 5 至 10 年发病风险进行预测的潜力。”论文通讯作者、汕头大学·香港中文大学联合汕头国际眼科中心执行院长余洪华对记者表示。

视网膜影像具有无创、便捷、设备普及度高等天然优势。既往研究已证实, 视网膜微血管与神经改变可反映全身性病理过程。但已有的 AI 模型多局限于单一疾病筛查, 依赖高质量影像输入及从头训练模式, 难以应用于多病共存、图像质量参差、计算资源有限的真实世界场景。同时, 肉眼或传统方法难以从复杂的眼底图像中精准识别多种疾病的信号。

为此, 余洪华团队牵头构建了名为“Reti-Pioneer”的 AI 系统, 旨在回答一个核心科学问题——能否利用常规眼底照片, 在基层可部署的条件下, 借助 AI 实现多种高负担代谢病的联合筛查。

如何实现多病种同步筛查

研究团队整合了英国生物银行前瞻性队列及中国多中心临床数据, 共计超过 10.7 万张眼底图像, 涵盖不同种族、年龄与疾病谱。外部验证纳入了来自中



余洪华给患者做裂隙灯检查。
黄泽群 / 摄

国西藏、新疆、广西等基层机构, 广东大型三甲医院体检中心及新加坡眼病流行病学研究(SEED)队列(包含华裔、马来裔、印度裔)的独立数据。这种跨地理、跨资源层级、跨族裔的验证设计, 为模型的泛化能力提供了较高标准的证据。

在内部测试中, Reti-Pioneer 系统对 2 型糖尿病的筛查性能最优, 研究参与者操作特征曲线下面积(AUROC)达到 0.833。作为筛查工具, 这样的结果意味着系统可有效减少漏诊, 即可能增加少数假阳性, 但能够检出绝大多数真实患者。

论文共同第一作者、新加坡眼科研究所教授张夏茵指出, 以往的眼底 AI 模型多仅适用于高质量、清晰度达标的图像, 一旦遇到白内障遮挡、光线不均或患者配合不佳导致的模糊图像, 往往直接剔除。然而在基层医疗机构, 低质量图像是常态。

为此, Reti-Pioneer 系统创新性地加入了“质量感知模块”。该模块可对眼底图像质量进行评分, 使低质量图像中的部分有效信息仍可被模型利用, 而非简单丢弃。实验证实, 该模块显著提升了糖尿病、高血压、高脂血症的筛查准确性, 增强了系统在基层环境中的可用性。

此外, 团队利用英国生物银行的前瞻性随访数据, 检验了系统对未来新发病例的预测能力。结果显示, 对 5 年内新发 2 型糖尿病的预测 AUROC 为 0.755, 10 年预测为 0.736; 对高血压、高脂血症也有相似的远期预测表现。这表明, 视网膜影像中可能隐藏着早期代谢风险信号——在疾病出现临床症状或血液指标异常之前, 视网膜可能已发出预警。

美国斯克里普斯研究所教授 Eric Topol 评价称: “眼底照片所能揭示的、超越人类视觉的‘超能力’令人惊叹。”

从实验室到应用

一项新技术能否真正发挥作用, 关键在于是否在真实临床环境中被医生和患者接受。为此, 研究团队开展了两项前瞻性真实世界研究。

第一项为“前瞻性静默试验”。团队将系统无缝接入正常体检流程, 但不干扰临床决策, 仅后台运行。结果显示, Reti-Pioneer 系统生成报告平均耗时 30.6 秒, 图像采集成功率为 98.7%, AI 推理成功率为 100%。这表明在真实临床环境中, 系统运行快速且稳定。

第二项为“临床试点研究”。在社区

卫生服务中心和体检中心, Reti-Pioneer 系统向医生和患者开放使用, 并与经典的芬兰糖尿病风险评估问卷进行头对头比较。针对 2 型糖尿病筛查, 系统给出的 AUROC 为 0.776, 显著优于问卷的 0.565; 阴性预测值达 0.966, 意味着系统判断无糖尿病的结果高度可信。在参与调查的医生和患者中, 超过 80% 的人对这套“一站式”筛查系统给予了积极评价。

在生物学可解释性方面, 热力图显示模型决策时重点关注视网膜血管走行和神经纤维层区域; 将视网膜特征与近 3000 个血浆蛋白质组学数据进行关联分析, 发现其与已知的糖尿病、高脂血症相关蛋白存在显著关联。这在一定程度上说明模型提取的特征具有病理生理学基础。

“我们进行了多中心的外部验证, 并完成了前瞻性静默试验和真实世界临床试点, 为眼组学从实验研究向临床转化提供了高级别循证证据。”余洪华指出, 无创且低成本的方法, 尤其是基于视网膜成像的技术, 为填补常见疾病筛查中的空白提供了前景广阔的解决方案。

法国巴黎东克雷泰伊大学教授 Alexandra Miere 评价称, 该研究以严谨的方法学推动了眼组学从实验室走向临床实践。

“Reti-Pioneer 系统初步证明了‘拍一张眼底照片、30 秒筛查多种代谢病’在技术上是可行的。未来若能进一步降低设备成本、简化操作, 这项技术有望在家门口提供快速的代谢健康评估, 推动疾病的早期发现与干预。”余洪华表示。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1038/s41591-026-04359-w>

科学家揭示剖宫产影响神经发育的关键机制

本报讯 南方医科大学护理学院教授谢日华团队联合广东医科大学附属佛山妇女儿童医院、北京大学第一医院等科研团队, 在新生儿神经发育调控领域取得重要进展。该研究跳出既往聚焦肠道菌群的视角, 首次关注人体最早定植微生物的皮肤, 提出并验证“皮肤微生物-代谢物-脑”新型调控轴。相关成果近日在线发表于《细胞

宿主与微生物》。

研究团队发现, 在剖宫产动物模型中, 出生后实施阴道菌群移植, 可在 24 小时内恢复皮肤中一种关键代谢分子—— β -咔啉-鞘氨醇-1-磷酸(N-bc2S1P)的水平, 并显著改善新生儿早期神经发育异常。进一步研究证实, 皮肤是该调控过程的起始部位。

机制研究表明, N-bc2S1P 并非单

一菌种合成, 而是由两种共生菌协同生成。卷曲乳杆菌提供 β -咔啉, 脆弱拟杆菌提供鞘氨醇-1-磷酸, 二者在新生儿皮肤微环境中共同合成该分子。生成的 N-bc2S1P 可经皮进入体循环并到达脑组织, 作用于前脑兴奋性神经元上的 S1PR2 受体, 选择性激活 β -arrestin1 偏向的信号通路, 进而从表观遗传层面改善剖宫产相关的早期

神经发育异常。

该研究揭示了母体微生物信号通过皮肤影响新生儿脑发育的新机制, 鉴定出一种具有 β -arrestin1 偏向性的 S1PR2 激动剂, 并提出基于皮肤共生菌的干预新策略, 为开发新型活体生物治疗手段提供了实验依据。 (朱汉斌)

相关论文信息: <https://doi.org/10.1016/j.chom.2026.03.023>