

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《中国科学报》表示。

《自然-医学》审稿人认为,该工具能够利用眼底照片快速筛查多种全身性疾病,是眼组学从实验研究走向真实临床实践的重要一步。

看眼底能知全身病

以糖尿病、高血压、高脂血症等为代表的内分泌与代谢性疾病,是全球范围内疾病负担最重的类别之一。在全球人口老龄化的背景下,这类疾病发病率持续攀升,给医疗卫生系统带来了日益严峻的挑战。

以2型糖尿病为例,中国成年患者数量庞大,且近半数在早期未被诊断。目前,这些疾病的常规筛查高度依赖抽血化验。但这种方式存在明显局限:有创、需实验室设备、等待时间长、单次成本不低,且部分人群因疼痛或不便抗拒抽血。在基层和偏远地区,这些问题尤为突出。

那么,是否存在一种无创、快捷、设备普及度高的筛查方式?研究团队将目光投向了眼底。

眼底是人体唯一可直接、无创观察血管和神经组织的部位。视网膜的血管和神经纤维与全身血管系统及代谢状态密切相关。过去数十年,医学界已发现高血压、糖尿病等疾病可在视网膜上留下特征性改变,如微血



余洪华给患者做裂隙灯检查。

黄泽群/摄

管瘤、出血点、血管形态异常等。

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,难以适应多病共存、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实现多种高危代谢病的联合筛查。

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、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,受试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。

美国斯克里斯普研究所教授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,图像集成成功率达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,为弥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>

第五届量子科仪节暨量子精密测量产业应用峰会举行

本报讯(记者陈欢欢)近日,第五届量子科仪节暨量子精密测量产业应用峰会在安徽合肥量子科仪谷举行。200余名与会者围绕量子精密测量技术如何打通产业化“最后一公里”、实现从实验室示范到规模化应用展开深度交流,共商量子产业高质量发展路径。

峰会以“技术突破-仪器研制-场景落地-生态构建”为主线,聚焦电力电网、新能源、生命科学、地质勘测、半导体、石油、无损检测等产业场景,系统展示从实验室创新到工程化、规模化应用的最新成果。

本届峰会设置量子精密测量专家面对面对话环节,由科研与产业专家联合把脉产业化痛点,为量子技术规模化落地提供务实路径,进一步强化了“量子+产业”的深度融合导向。



近日,上海海洋大学举办了“渔梦长江生态华章”科普讲座暨长江十年禁渔摄影展。

科普讲座系统解读了长江十年禁渔政策的核心要义与深远意义,并结合最新监测数据和一线调研案例,展示了长江水生生物资源的恢复现状及生态修复的显著成效。

摄影展共展出精选作品140余幅,展现了长江禁渔以来的生态之变、民生之暖、文化之韵,为观众展开一幅“水清、岸绿、鱼欢、人和”的长江大保护壮美画卷。

图为观众参观长江十年禁渔摄影展。

本报见习记者江庆龄报道
上海海洋大学供图

小小狨猴脑,藏着人类语言神经起源线索

■本报记者 赵广立

语言是人类独有的高级认知功能,探索其神经机制一直是神经科学领域的难题。近日,中国科学院自动化研究所(以下简称自动化所)研究员樊令仲团队联合桂林电子科技大学副教授程禄祺等国内外合作者,围绕灵长类大脑语言背侧通路的演化机制开展了跨物种比较研究,取得了全新进展。

研究人员在小型灵长类动物狨猴的脑中成功鉴定出与人类高度同源神经纤维束——弓状束,并证实其在关键脑区较狨猴更接近人类。这一发现为追溯人类语言能力的神经起源提供了重要线索。相关成果日前发表于美国《国家科学院院刊》。

为什么是亲缘关系更远的狨猴

弓状束是大脑中负责连接听觉感知区与运动控制区的核心神经通路,堪称大脑中连接“听”和“说”的信息高速公路。

论文第一作者、自动化所博士生王珂瑶介绍,研究团队利用脑影像学跨物种脑图谱分析技术,系统对比了人类、狨猴、猕猴和黑猩猩的弓状束连接模式。结果显示,灵长类共同祖先早已演化出弓状束的原始雏形。而在后续演化中,人类与狨猴的弓状束均在腹外侧前额叶皮层形成了广泛而密集的连接;相比之下,猕猴在该区域的连接则明显稀疏。

为什么亲缘关系更远的狨猴的弓状束连接反而更接近人类?“语言相关神经架构并非仅由物种亲缘关系决定。”樊令仲认为,这很可能源自社会生态与复杂发声交流需求驱动的共同演化。

据了解,长期以来,黑猩猩、猕猴等灵长类动物被视为研究人类大脑演化的主要模

型,其中猕猴属于旧大陆猴,但这类动物缺乏人类婴儿般的社会引导性发声学习能力。而身形小巧的狨猴作为新世界猴的代表,不仅能通过父母的社会反馈学习发声,其复杂的叫声系统也与人类语言的早期形式存在深度相似性。

原来,狨猴种群有着独特的合作育幼模式:家族成员共同抚养幼崽,幼崽在丰富的社会互动中不断获得发声反馈,使它们拥有复杂的发声交流系统。

樊令仲告诉《中国科学报》,大脑背侧通路作为语言神经通路的核心,其功能如同一个“神经翻译官”,能将听觉接收的声音信息精准转化为运动指令,支撑人类说话、狨猴发声等复杂的听觉运动整合过程。

研究发现,狨猴的弓状束与人类一样,广泛终止于腹外侧前额叶皮层,形成了高效的听觉-运动调控回路。这也解释了为何狨猴在发声控制灵活性上更接近人类。

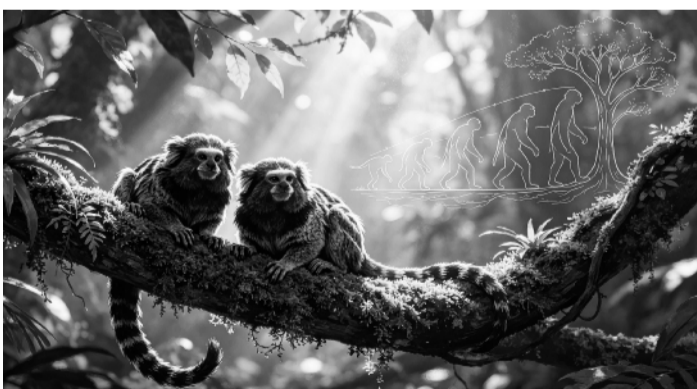
与最新解剖学证据形成完美呼应

这次研究的一个重要突破在于其发现与最新解剖学证据形成完美呼应。

王珂瑶告诉记者,研究证实,狨猴和猕猴的喉运动皮层同时存在于初级运动皮层和腹侧前运动皮层,这一布局与人类高度一致。更重要的是,狨猴的腹侧前运动皮层与人类的布洛卡区在连接图谱上呈现高度同源性,为“灵长类动物在发声谱控制架构上存在深层共性”提供了直接证据。

“这一发现进一步支撑了‘功能需求驱动神经结构演化’的核心假说。”樊令仲说。深入探究这种神经相似性的演化机制

研究人员在小型灵长类动物狨猴的脑中成功鉴定出与人类高度同源的神经纤维束——弓状束。 研究团队供图



后,研究团队推测,人类与狨猴共享的“神经晚成性”可能是关键因素。与狨猴相比,人类和猕猴的幼崽出生时大脑尚未发育成熟,这种“发育延迟”赋予了大脑极高的可塑性。结合狨猴独特的合作育幼模式,幼崽在社会互动中获得的发声反馈会持续塑造弓状束的连接模式,最终形成与人类相似的神神经网络。

王珂瑶说,这一机制在先前的黑猩猩研究中也得到了佐证——其弓状束的个体差异与沟通能力强弱直接相关。

研究团队认为,狨猴的复杂发声能力为神经结构的适配提供了生动注脚。他们详细梳理了狨猴区别于其他灵长类的发声特性:它们不仅能进行类似人类对话的“发声交替”,还能根据交流对象身份、距离调整叫声的振幅和时长,更具备通过社会引导实现发声学习的能力。这与人类婴儿的语言发育过程高度相似。

研究人员推测,这些复杂行为对听觉-运动整合的高需求,可能正是弓状束在腹外

侧前额叶皮层形成强化连接的演化动力。值得注意的是,研究团队明确了“相似性”与“独特性”的边界。尽管狨猴与人类的弓状束在额叶连接上高度相似,但人类弓状束向中颞叶和下颞叶的延伸是独有的。

“这一结构差异可能支撑了人类语言特有的语义和词汇检索功能。”王珂瑶认为,这一发现既凸显了演化的连续性,也明确了人类语言神经机制的独特创新。

该研究为语言神经机制研究提供了新路径。“未来通过狨猴模型,科学家有望进一步解析语言发育障碍、失语症等疾病的神经机制,为相关疾病的诊断与治疗提供新思路。”樊令仲说,人类语言演化是一个漫长而复杂的过程,狨猴模型就像一把钥匙,帮我们打开了理解这一过程的新大门。这项研究再次证明,基于跨物种脑网络图谱的演化比较,能让我们更深刻地认识人类大脑与认知起源。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1073/pnas.2600429123>

发现·进展

中国科学院西北生态环境资源研究院

发布东北冻土本底及冻融灾害调查数据集

本报讯(记者叶满山)中国科学院西北生态环境资源研究院研究员李玉玉团队承担的国家科技基础资源调查专项“东北高纬度多年冻土本底及冻融灾害调查”产出了系列数据集。近日,系列数据集正式在国家冰川冻土沙漠科学数据中心发布。

东北高纬度多年冻土区是我国东北最大的土壤有机碳库和重要的生态屏障区,也是联系中国、蒙古、俄罗斯三国交通和输油管道等工程的枢纽区。受冻土退化的影响,该区域的水源涵养功能、森林和湿地生态系统及碳循环过程均发生了显著变化,工程冻害问题也非常突出。查明该区域多年冻土本底数据及冻融灾害的分布和特征具有重要科学和实践意义。

调查专项共产出46个数据集,聚焦大兴安岭东西坡典型流域及东北多年冻土全域范围,涵盖多时序(2010年至2015年)多尺度(30米至1000米)冻土全套实测与空间专题数据。

数据集包含电磁、雷达野外探测及钻孔原位地温观测实测资料,配套冻土埋深、厚度、温度、地下冰储量等精细化专题制图;集成地形、土地利用、植被土壤、地层热力等生态基础背景数据。数据集还同步汇聚沿线公路、铁路、油气管道重点工程地温监测资料,搭载全域冻融灾害分区、风险评估、工程冻害及地基稳定性评价成果,补充气象、人口、长时序气温辅助背景数据,配套野外科考台账与冻土工程综合评估报告,能全面支撑寒区冻土机理研究、生态水文模拟、线性工程防灾减灾及冻土区域安全规划相关科研实务工作。

山东大学

找到新工具 识别高血压“潜伏期”

本报讯(记者廖洋 通讯员张建鑫)近日,山东大学教授张鹏飞团队在中国健康与养老追踪调查数据库中纳入2673名受试者,重点分析了C反应蛋白-甘油三酯-葡萄糖指数和胆固醇-高密度脂蛋白-葡萄糖指数的累积暴露、动态轨迹与新发高血压之间的关联。相关成果发表于《心血管病学》。

高血压是全球最常见的慢性疾病之一,也是心脑血管疾病、慢性肾脏病和过早死亡的重要危险因素。由于高血压的发生和发展具有潜伏期长、多因素交织的特点,如何在疾病发生前识别高危人群,仍是高血压一级预防的科学难题。

研究发现,长期炎症-代谢复合负荷升高与新发高血压风险增加显著相关。其中,累积C反应蛋白-甘油三酯-葡萄糖指数最高四分位组受试者的新发高血压风险较最低四分位组高116%,而累积胆固醇-高密度脂蛋白-葡萄糖指数最高四分位组风险仅高63%。此外,长期维持中高水平炎症-代谢紊乱轨迹是高血压发生的强效危险因素。

进一步分析显示,C反应蛋白-甘油三酯-葡萄糖指数在9年随访中的长期预测效能优于胆固醇-高密度脂蛋白-葡萄糖指数,并较广泛应用的传统单时点甘油三酯-葡萄糖指数有更好的风险分层价值。

研究首次揭示了炎症与代谢异常的长期叠加可能是高血压发生的重要风险特征,为高血压早期风险分层、精准预警和一级预防提供了新的临床工具。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1186/s12933-026-03175-3>

东南大学等

首次正式提出“血管组学”概念

本报讯(记者陈彬 通讯员吴涵玉)近日,东南大学数字医学工程全国重点实验室祁小龙团队发起,在多学科专家的指导下,在国际上首次正式提出“血管组学”概念。这是我国医学科学家面向“人工智能+医疗健康”提出的全新组学概念,为系统性解析血管健康与疾病开辟新范式。相关成果发表于《中华医学杂志》。

传统血管研究多局限于单器官、单维度、单技术,或只看影像形态,或只测分子标志物,无法覆盖血管从宏观到微观、从结构到功能、从生理到病理的全维度特征。因此,亟须建立一种血管疾病研究和诊疗的新范式。

2025年,祁小龙团队率先在《肠道》发文提出“肝脏血管组学”,并成功应用于肝脏疾病的精准诊疗。此次血管组学的提出是将这一创新研究范式从肝脏拓展至全身血管系统,完整构建了多模态、跨尺度、全维度的研究体系。

“血管组学通过整合临床医学、基础医学、生物学、计算机科学与技术及人工智能等,采用多模态、跨尺度的方法对血管系统进行系统性解析。”祁小龙介绍,这一新兴组学涵盖了五大表型维度:解剖学表型、生物力学表型、生物化学表型、病理生理学表型和复合表型。借助人工智能等技术,研究人员可对血管结构、功能及其在病程中的动态变化进行从宏观到微观的全面量化分析。

血管组学的建立为心血管疾病、脑血管疾病、肝脏疾病、眼疾病、肾脏疾病等重大血管相关疾病的机制解析与精准诊疗提供了全新视角和理论基础。目前,跨学科专家团队正推进多中心临床验证、数据标准制定与技术转化。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.3760/cma.j.112137-2025.1215-03305>