

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【细胞】

神经内分泌细胞通过沙漠刺猬信号协调组织再生

美国斯坦福大学医学院的 Philip A. Beachy 团队揭示了神经内分泌细胞通过沙漠刺猬(Dhh)信号协调组织再生。近日,相关研究成果发表于《细胞》。了解哺乳动物再生背后的机制有助于开发新型再生疗法。研究人员发现了一种新机制,由上皮神经内分泌细胞分泌的 Dhh 蛋白,可触发间充质细胞的再生/保护性反应。在哺乳动物气道中,这种间充质反应显著放大了稀有神经内分泌细胞发出的初始信号,从而在吸入二氧化硫气体、感染流感或新冠病毒等导致损伤后,激活整个组织以实现存活与再生。在胰腺中,由神经内分泌 β 细胞释放的 Dhh 介导的类似上皮-间质反馈(EMF)信号,也能保护小鼠胰岛免受链脲佐菌素(STZ)造成的损伤。临床证据显示,该机制可能也存在于人体,即接受刺猬通路抑制剂治疗的患者糖尿病发病率更高。研究结果显示,使用小分子刺猬通路激动剂增强 EMF 信号,不仅可以防止 STZ 对胰腺 β 细胞的损伤,还能有效抵御二氧化硫和流感引起的气道损伤。这一机制在化学性或传染性气道损伤以及糖尿病治疗中展现出潜在的保护性和治疗性应用前景。相关论文信息: https://doi.org/10.1016/j.cell.2025.05.012

【自然-遗传学】

南非血液基因调控图谱助力全基因组关联研究

南非威特沃特斯兰德大学的 Michèle Ramsay 团队通过绘制南非血液基因调控图谱(SABR),助力全基因组关联研究解读。近日,相关研究成果发表于《自然-遗传学》。功能性基因组资源对于解读人类遗传学研究至关重要,但目前这些资源主要来自欧洲血统人群。这项研究发布了 SABR 资源,这是首个涵盖 3 个班图语族群的血液调控变异图谱。研究人员利用来自 600 多个体的配对全基因组和血液转录组数据,绘制了 40 个性状的血液细胞遗传结构,识别了表达数量性状位点、剪接数量性状位点以及细胞类型互作数量性状位点。研究人员将 SABR 与“基因型-组织表达计划”进行了全面比较,鉴定出数千个仅在非洲血统人群中出现的调控变异,并展示了 SABR 在解析非洲人群关联研究中的更高实用性。研究通过共定位分析泛英国生物样本库中与血液相关性状的数据,识别出了潜在的致病基因和分子机制。相关论文信息: https://doi.org/10.1038/s41588-025-02223-0

【自然-神经科学】

阿尔茨海默病小鼠模型齿状回中的保护性运动反应

美国马萨诸塞州总医院和哈佛医学院的 Christiane D. Wrann 团队利用单核 RNA 测序揭示了阿尔茨海默病(AD)小鼠模型齿状回中的保护性运动反应。6月12日,相关研究论文发表于《自然-神经科学》。运动对 AD 具有明确的保护作用,但这一现象中不同细胞类型的特异性贡献仍不清楚。研究人员采用单核 RNA 测序技术,分析了雄性 APP/PS1 转基因 AD 模型小鼠海马齿状回的神经源性干细胞微环境对运动的反应。结果显示,运动引发的转录组反应在野生型和 AD 小鼠之间存在显著差异,其中以未成熟神经元中的变化最为明显。运动以细胞类型特异性的方式恢复了一部分在 AD 中异常调控的基因表达。研究人员鉴定出一种与神经血管功能相关的新星形胶质细胞亚群,其数量在 AD 小鼠中减少,而运动可诱导该亚群的基因表达特征增强。此外,运动还改善了与疾病相关小胶质细胞的基因表达谱。少突胶质前体细胞则是运动恢复其异常基因表达比例最高的细胞类型。相关论文信息: https://doi.org/10.1038/s41593-025-01971-w

【科学】

研究揭示异常基底细胞克隆动态影响早期肺癌发生

英国伦敦大学的 Sam M. Janes 团队揭示了异常的基底细胞克隆动态塑造肺癌发生的早期过程。6月12日,相关研究论文发表于《科学》。肺鳞状细胞癌(LUSC)是第二常见的肺癌亚型,从支气管上皮中逐步发展的前浸润性病演变而来。然而,正常上皮向癌前状态转变背后的生物学机制仍不清楚。研究人员通过遗传谱系示踪技术,证实前浸润性病起源于基底细胞。在小鼠模型中,他们观察到致癌物暴露引发基底细胞克隆之间的非中性竞争,最终导致突变克隆在支气管树中占据主导地位。这种克隆动态的类伴克隆基底细胞命运的转变,这一现象也在人类吸烟者的气道中被观察到。这种转变导致了基底细胞稳态的破坏,中间过渡状态细胞的数量以及腔面分化能力的下降。研究人员在小鼠和人类样本中都发现了在不同解剖部位之间存在克隆相关的病变,这一现象提示了癌前细胞可能存在异常迁移。该研究揭示了气道基底细胞在向癌前状态转变过程中发生的细胞命运改变,并强调了突变基底细胞克隆的扩张与异常细胞迁移是 LUSC 发生初期的关键事件。相关论文信息: https://doi.org/10.1126/science.ad9145

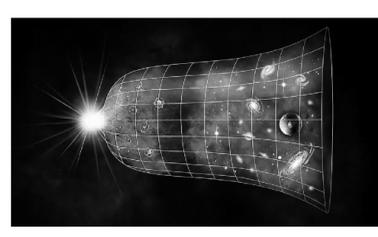
更多内容详见科学网小柯机器人频道: http://paper.scicencen.cn/Alnews/

地基望远镜首次探测到 130 亿年前宇宙信号

本报讯 美国科学家首次使用地基望远镜回溯了 130 亿年前宇宙第一批恒星散射的偏振光。他们利用位于智利阿塔卡马山脉的一台望远镜测量了这种偏振微波信号,从而更清晰地描绘出宇宙历史上最不为人知的时期——“宇宙黎明”。相关研究 6 月 11 日发表于《天体物理学杂志》。宇宙大爆炸后,炽热的等离子体密度极高,就连光也无法自由穿梭其中。随着宇宙膨胀并逐渐冷却,质子捕获电子形成中性氢原子,使光得以自由穿梭。而第一批恒星在宇宙诞生数亿年后形成时释放出大量能量,又将中性氢原子中的电子剥离出来。穿梭的光遇到这些游离的电子就会偏离轨道。这一过程改变了宇宙微波背景辐射的偏振状态,最终留下了类似“指纹”的痕迹。科学家通过测量这些微弱的偏振信号,可以了解第一批恒星是如何影响宇宙早期环境的。宇宙微波的波长只有几毫米,且非常微弱,而偏振微波信号则比它还要微弱——仅为前者的 100 万分之一。地球上的无线电波、雷达和卫星信号都能将偏振微波信号淹没,而大气扰动、天气和温度变化等则会扭曲这些信号,使其失真。即使在完美条件下,测量偏振微波信号也需要极其灵敏的设备。“宇宙黎明”时期的微波信号因难以测量而闻名,人们认为相关探测不可能在地面上完成。”美国约翰斯·霍普金斯大学物理学和天文学教授、美国国家科学基金会宇宙学大角度尺度探测器(CLASS)项目负责人 Tobias Marriage 说,“与太空观测相比,地面观测面临额外的挑战。这次测量克服了这些障碍,从而成为一项重要成就。” CLASS 项目科学家使用设计独特的地基望远镜探测宇宙大爆炸遗迹中第一批恒星留下的“指纹”。这样的探测以前只有通过部署在太空中的设备才能实现,如美国国家航空航天局的威尔金森微波各向异性探测器(WMAP)和欧洲空间局的普朗克太空望远镜。研究人员通过将 CLASS 望远镜的数据与 WMAP 和普朗克太空望远镜的数据进行比较,确定了干扰源,并将范围缩小到偏振微波光的共同信号上。研究人员表示,当光波碰到天体后散射时,就会发生偏振。偏振光就像阳光照射在汽车引擎盖上产生的眩光。基于新的共同信号,研究人员可以确定他们所看到的有多少是“宇宙黎明”“引擎盖”所反射的宇宙眩光。这些发现将有助于更好地定义来自大爆炸残余辉光或宇宙微波背景的信号,并形成更清晰的早期宇宙图景。(徐锐)

CLASS 项目科学家使用设计独特的地基望远镜探测宇宙大爆炸遗迹中第一批恒星留下的“指纹”。这样的探测以前只有通过部署在太空中的设备才能实现,如美国国家航空航天局的威尔金森微波各向异性探测器(WMAP)和欧洲空间局的普朗克太空望远镜。研究人员通过将 CLASS 望远镜的数据与 WMAP 和普朗克太空望远镜的数据进行比较,确定了干扰源,并将范围缩小到偏振微波光的共同信号上。研究人员表示,当光波碰到天体后散射时,就会发生偏振。偏振光就像阳光照射在汽车引擎盖上产生的眩光。基于新的共同信号,研究人员可以确定他们所看到的有多少是“宇宙黎明”“引擎盖”所反射的宇宙眩光。这些发现将有助于更好地定义来自大爆炸残余辉光或宇宙微波背景的信号,并形成更清晰的早期宇宙图景。(徐锐)

CLASS 项目科学家使用设计独特的地基望远镜探测宇宙大爆炸遗迹中第一批恒星留下的“指纹”。这样的探测以前只有通过部署在太空中的设备才能实现,如美国国家航空航天局的威尔金森微波各向异性探测器(WMAP)和欧洲空间局的普朗克太空望远镜。研究人员通过将 CLASS 望远镜的数据与 WMAP 和普朗克太空望远镜的数据进行比较,确定了干扰源,并将范围缩小到偏振微波光的共同信号上。研究人员表示,当光波碰到天体后散射时,就会发生偏振。偏振光就像阳光照射在汽车引擎盖上产生的眩光。基于新的共同信号,研究人员可以确定他们所看到的有多少是“宇宙黎明”“引擎盖”所反射的宇宙眩光。这些发现将有助于更好地定义来自大爆炸残余辉光或宇宙微波背景的信号,并形成更清晰的早期宇宙图景。(徐锐)



科学家利用智利望远镜探测到宇宙第一批恒星散射的光,提供了对古代宇宙的新见解。图片来源: Shutterstock

相关论文信息: https://doi.org/10.3847/1538-4357/adc723

科学此刻

穿山甲之死并非因为鳞片

研究表明,在非洲森林中,对绝大多数穿山甲的杀戮都是为了吃肉,而不是将它的鳞片运往东亚。6月13日,相关研究成果发表于《自然-生态进化》。作为世界上交易量最大的野生哺乳动物,穿山甲是一种独居的食虫动物,大小与大型家猫相仿,以珍贵的角蛋白鳞片闻名,后者是传统中药的成分。现存的 8 种穿山甲都濒临灭绝,被列入世界自然保护联盟红色名录,其中 3 种亚洲穿山甲被列为极度濒危物种。随着亚洲穿山甲急剧减少,尼日利亚向亚洲出口的穿山甲鳞片数量激增。尽管在尼日利亚捕杀穿山甲是违法的,但这个国家已成为全球最大的穿山甲产品非法贸易中心。然而,这项新研究表明,约 98% 的尼日利亚穿山甲被捕杀首先是为了食用,有超过 2/3 的鳞片则被直接丢弃。英国剑桥大学领导的一个研究小组收集了尼日利亚罗斯河森林地区 33 个地点、800 多名猎人和商人的数据。2020 年至 2023 年间,环保人士估计该地区每年约有 2.1 万只穿山甲被捕杀。几乎所有穿山甲都是“偶然”或者在狩猎中被捕获的。捕获这些穿山甲主要是为了吃肉,大约 71% 的穿山甲被猎人食用,27% 作为食物在当地交易。尽管穿山甲鳞片在国际市场上具有潜在价值,但令人惊讶的是,大约 70% 的鳞片被丢弃,只有不到 30% 被贩卖。在尼日利亚的当地市场,穿山甲肉的价格是鳞片的 3 到 4 倍。“在尼日利亚港口查获了数千公斤穿山甲鳞片,给人的印象是,国际上对鳞片的需求是西非大量杀戮穿山甲的幕后推手。”论文作者、剑桥大学的 Charles Emogor 说,“我们与尼日利亚穿山甲最大的交易地点——罗斯河森林附近的猎人和商人交谈后得知,很明显,获得肉类几乎是导致所有穿山甲死亡的原因。” Emogor 说:“大约 1/3 的穿山甲是被偶然捕获的,通常是人们在田里干活的时候。穿山甲受到威胁时会蜷缩成一团,可悲的是,这让它们很容易被抓住。”经常狩猎的人说,捕获穿山甲最常见的方法就是用手把它们拎起来。在尼日利亚的部分地区,穿山甲肉是一种美味佳肴,通常为孕妇准备的,因为人们相信这有助于生下强壮的婴儿。Emogor 和同事让猎人与罗斯河当地人对该地区可食用的近百种动物的味道进行排名,结果 3 种主要的非洲穿山甲被评为所有肉类中最美味的,平均得分接近 9 分(满分 10 分),而巨型穿山甲则被认为是最美味的穿山甲。“穿山甲面临着一系列致命威胁。”Emogor 说,“穿山甲容易捕获、繁殖缓慢,对人而言是一道美味佳肴,并且在传统药物中被认为具有治疗作用。此外,它们的森林栖息地正在遭到破坏。” “如果我们失去穿山甲,就失去了 8000 万年的进化历史。”Emogor 说,“穿山甲是唯一有鳞片的哺乳动物,它们的祖先在恐龙还在地球上漫游时就存在了。” 虽然最新的研究基于尼日利亚,但研究人员表示,当地穿山甲的狩猎和消费数据与喀麦隆、加蓬等国的数据相呼应,表明捕杀穿山甲的情况可能存在于整个非洲。(文乐乐)



在尼日利亚东南部被捕获并用于贸易的白腹穿山甲。图片来源: Alex Moore

穿山甲肉的价格是鳞片的 3 到 4 倍。“在尼日利亚港口查获了数千公斤穿山甲鳞片,给人的印象是,国际上对鳞片的需求是西非大量杀戮穿山甲的幕后推手。”论文作者、剑桥大学的 Charles Emogor 说,“我们与尼日利亚穿山甲最大的交易地点——罗斯河森林附近的猎人和商人交谈后得知,很明显,获得肉类几乎是导致所有穿山甲死亡的原因。” Emogor 说:“大约 1/3 的穿山甲是被偶然捕获的,通常是人们在田里干活的时候。穿山甲受到威胁时会蜷缩成一团,可悲的是,这让它们很容易被抓住。”经常狩猎的人说,捕获穿山甲最常见的方法就是用手把它们拎起来。在尼日利亚的部分地区,穿山甲肉是一种美味佳肴,通常为孕妇准备的,因为人们相信这有助于生下强壮的婴儿。Emogor 和同事让猎人与罗斯河当地人对该地区可食用的近百种动物的味道进行排名,结果 3 种主要的非洲穿山甲被评为所有肉类中最美味的,平均得分接近 9 分(满分 10 分),而巨型穿山甲则被认为是最美味的穿山甲。“穿山甲面临着一系列致命威胁。”Emogor 说,“穿山甲容易捕获、繁殖缓慢,对人而言是一道美味佳肴,并且在传统药物中被认为具有治疗作用。此外,它们的森林栖息地正在遭到破坏。” “如果我们失去穿山甲,就失去了 8000 万年的进化历史。”Emogor 说,“穿山甲是唯一有鳞片的哺乳动物,它们的祖先在恐龙还在地球上漫游时就存在了。” 虽然最新的研究基于尼日利亚,但研究人员表示,当地穿山甲的狩猎和消费数据与喀麦隆、加蓬等国的数据相呼应,表明捕杀穿山甲的情况可能存在于整个非洲。(文乐乐)

穿山甲肉的价格是鳞片的 3 到 4 倍。“在尼日利亚港口查获了数千公斤穿山甲鳞片,给人的印象是,国际上对鳞片的需求是西非大量杀戮穿山甲的幕后推手。”论文作者、剑桥大学的 Charles Emogor 说,“我们与尼日利亚穿山甲最大的交易地点——罗斯河森林附近的猎人和商人交谈后得知,很明显,获得肉类几乎是导致所有穿山甲死亡的原因。” Emogor 说:“大约 1/3 的穿山甲是被偶然捕获的,通常是人们在田里干活的时候。穿山甲受到威胁时会蜷缩成一团,可悲的是,这让它们很容易被抓住。”经常狩猎的人说,捕获穿山甲最常见的方法就是用手把它们拎起来。在尼日利亚的部分地区,穿山甲肉是一种美味佳肴,通常为孕妇准备的,因为人们相信这有助于生下强壮的婴儿。Emogor 和同事让猎人与罗斯河当地人对该地区可食用的近百种动物的味道进行排名,结果 3 种主要的非洲穿山甲被评为所有肉类中最美味的,平均得分接近 9 分(满分 10 分),而巨型穿山甲则被认为是最美味的穿山甲。“穿山甲面临着一系列致命威胁。”Emogor 说,“穿山甲容易捕获、繁殖缓慢,对人而言是一道美味佳肴,并且在传统药物中被认为具有治疗作用。此外,它们的森林栖息地正在遭到破坏。” “如果我们失去穿山甲,就失去了 8000 万年的进化历史。”Emogor 说,“穿山甲是唯一有鳞片的哺乳动物,它们的祖先在恐龙还在地球上漫游时就存在了。” 虽然最新的研究基于尼日利亚,但研究人员表示,当地穿山甲的狩猎和消费数据与喀麦隆、加蓬等国的数据相呼应,表明捕杀穿山甲的情况可能存在于整个非洲。(文乐乐)

仅需 5 天,干细胞变身“救命”血管

本报讯 当实验小鼠的血管受损后,科学家家用实验室培育的微型球状血管恢复了受损组织的血液供应,大幅减少了坏死的发生。这一突破为治疗因事故或血栓导致的组织损伤带来了新希望。6月13日,相关研究论文发表于《细胞-干细胞》。此前,通过将人类干细胞置于化学混合物中,研究人员已经培育出被称为“类器官”的血管团块。但美国哈佛大学的 Juan Melero-Martin 表示,该方法存在局限性,因为它通常需要数周时间,而且生成的血管难以真实模拟人体内的血管结构。作为替代方案,Melero-Martin 和同事对人类干细胞进行了基因改造。这些干细胞由皮肤细胞重编程而来。他们给这些干细胞引入了一段特定的基因序列,使其在抗生索强力霉素的存在下发育成血管组织。“我们成功在短短 5 天内就获得了血管类器官。”Melero-Martin 说,“这些血管在蛋白质和基因活性水平上与人体的血管高度相似。” 为验证这些类器官是否具有治疗受损组织的能力,研究人员对小鼠进行了手术,切断一条腿的血液供应,使血流量降至正常水平的 10% 以下。一小时后,他们在每个损伤部位植入了 1000 个类器官。两周后,研究人员通过影像观察发现,植入的血管已与小鼠自身的血管融合,并使血流量恢复到正常水平的 50%。美国斯坦福大学的 Oscar Abilez 说:“这是一个相当可观的恢复量。例如,在心脏病发作的情况下,如果能在合理时间内恢复如此程度的血流,将大大减少组织损伤。” Melero-Martin 表示,在接受治疗的小鼠中,约 75% 的组织坏死程度非常轻微,而在未接受血管类器官移植的对照组中,约 90% 的小鼠腿部组织发生了严重坏死。在另一项实验中,研究人员将这些类器官用于治疗患有 1 型糖尿病的小鼠。这种疾病导

致胰腺受损,引起血糖水平异常升高。他们发现,相比仅移植胰腺组织,将类器官与胰腺组织一同移植到小鼠体内,可以显著改善血糖控制。不过,Abilez 指出,在这种方法应用于人体之前,还需要在猪等更大的动物身上进一步开展研究。Melero-Martin 表示,希望尽快推进这一阶段的研究,他认为人类临床试验有可能在未来 5 年内实现。除治疗组织损伤外,这项研究成果还有助于开发更贴近人体生理状态的“迷你器官”,甚至可用于构建“迷你肿瘤”。 “因为缺乏血管系统,一些类器官只能生长到一定尺寸,一旦超过几毫米,它们就会死亡。而这项研究提供了一种将血管系统整合进类器官的方法,使其更接近人体的真实生理状态,对开发治疗方法更具应用价值。”Abilez 补充说。(蒲雅杰)

致胰腺受损,引起血糖水平异常升高。他们发现,相比仅移植胰腺组织,将类器官与胰腺组织一同移植到小鼠体内,可以显著改善血糖控制。不过,Abilez 指出,在这种方法应用于人体之前,还需要在猪等更大的动物身上进一步开展研究。Melero-Martin 表示,希望尽快推进这一阶段的研究,他认为人类临床试验有可能在未来 5 年内实现。除治疗组织损伤外,这项研究成果还有助于开发更贴近人体生理状态的“迷你器官”,甚至可用于构建“迷你肿瘤”。 “因为缺乏血管系统,一些类器官只能生长到一定尺寸,一旦超过几毫米,它们就会死亡。而这项研究提供了一种将血管系统整合进类器官的方法,使其更接近人体的真实生理状态,对开发治疗方法更具应用价值。”Abilez 补充说。(蒲雅杰)

相关论文信息: https://doi.org/10.1016/j.stem.2025.05.014

AI 赋能肿瘤医学,德国研究推动精准诊疗智能化

新华社记者 褚怡

随着癌症类型日益细分、精准医疗不断推进,人工智能(AI)正迅速成为肿瘤医学领域不可或缺的技术力量。近日,德国柏林沙里泰大学医院团队和德累斯顿工业大学团队在国际学术期刊《自然-癌症》杂志上发表研究成果,展示了 AI 在癌症临床诊断中的广阔应用前景。在临床案例中,有患者因视物重影就诊,经磁共振成像(MRI)检查发现颅内深部疑似存在肿瘤。但由于肿瘤位置敏感,传统活检手术风险较高,常令医生陷入两难。为应对这类挑战,沙里泰大学医院团队开发出了名为 CrossNN 的 AI 模型,可通过分析肿瘤细胞的表现遗传特征,在无需手术情况下实现快速、无创的癌症诊断。“在肿瘤细胞中,表现遗传信息会以各自特有的方式发生改变。我们可以根据这些特征性‘分子图谱’识别不同类型肿瘤并对其进行分类。”项目负责人之一、神经病理学家菲利普·奥伊斯基说。

在部分脑肿瘤病例中,CrossNN 模型可通过脑脊液等体液样本获取所需信息,实现“液体活检”,避免了高风险开颅手术。研究团队已经在临床病例中成功运用这一方法,凭脑脊液分析确诊一例中枢神经系统淋巴瘤病例。研究团队介绍,他们利用大量参考肿瘤数据对 CrossNN 模型进行了训练,并在超过 5000 个真实样本上完成验证。研究显示,该模型在脑肿瘤诊断中准确率高达 99.1%;当扩展至 170 多种癌症类型时,该模型总体上识别准确率达到了 97.8%,优于现有多数 AI 诊断工具。此外,该模型具有可解释性,临床医生可追踪其诊断逻辑,增强了医学 AI 的可信度。研究人员表示,CrossNN 模型不仅可用于肿瘤位置不适合活检的癌症类型的诊断,还有助于从总体上提高癌症诊断的准确性。沙里泰大学医院首席医疗官马丁·克赖斯说,在癌症治疗日益个性化和快速发展的背景下,精准诊断

是实现有效治疗的前提。另一项研究中,德累斯顿工业大学研究团队联合德国其他机构及英国、美国研究人员,推出具备自主推理能力的“医疗人工智能体”,用于辅助肿瘤医生进行个性化临床决策。该 AI 智能体融合了大型语言模型和多种专业医学工具。研究人员为其接入 MRI 和计算机断层扫描成像(CT)分析、病理图像解读、基因突变预测、文献检索与肿瘤指南查阅等功能,使其具备“类医生”的综合推理与信息整合能力。为验证效果,研究团队设计了 20 个模拟病例,让 AI 智能体自主选择工具,提取关键信息,做出临床诊疗建议,并由医学专家对输出结果进行审核。结果显示,该 AI 智能体在 91% 的案例中得出正确临床结论,并在超过 75% 的回答中准确引用肿瘤指南。研究人员表示,通过引入专业诊断工具和医疗信息检索等功能,该 AI 智能体显著减少了

“AI 幻觉”,即貌似合理却实际错误的回答,提升了安全性与可信度。研究论文第一作者迪克·费尔贝说:“这类 AI 工具不仅能够日常临床决策中提供支持,还能帮助医生及时获取最新的诊疗指南,从而助力为癌症患者制定最优的个体化治疗方案。”研究团队认为,该 AI 智能体已具备初步进入临床应用的可行性。下一步,他们将重点推进“人机协作机制”的开发。同时,系统部署也将优先考虑数据安全与隐私保护。 “要在未来真正释放 AI 智能体在医疗中的潜力,关键在于将其平稳嵌入常规临床流程,并尽可能减少对医生工作的干扰。”论文通讯作者、德累斯顿工业大学教授雅各布·克特勒认为,为了成功部署医疗 AI 智能体,必须对医疗专业人员进行系统培训,让他们能够与 AI 高效协同工作,同时始终保有最终的临床决策权。“AI 的职责是为医生赋能,绝非取而代之。”