

追踪每个细胞“前世今生”,通过“数字患者”筛药验药

人类细胞谱系大科学研究设施在穗启动建设

为粤港澳大湾区首个生命科学领域的国家级大科学装置

你知道吗?你的身体里藏着40万亿个“生命故事”。如何为生命编写一部详尽的细胞家谱,让科学家乃至公众能够清晰追踪每个细胞?人类细胞谱系大科学研究设施的启动,将为细胞编写家谱,还能让数字生理人测毒试药,造福人类。

3月25日,由中国科学院广州生物医药与健康研究院(简称“广州健康院”)牵头建设的国家“十四五”重大科技基础设施——人类细胞谱系大科学研究设施(简称“细胞谱系设施”)在广州国际生物岛正式启动建设。

新快报记者获悉,这是粤港澳大湾区首个生命科学领域的国家级大科学装置,也是广州市构建“2+2+N”科技创新平台体系的重要内容之一。

■采写:新快报记者 陈慕媛 ■摄影:新快报记者 龚吉林



■3月25日,人类细胞谱系大科学研究设施正式在广州国际生物岛启动建设。

解码细胞谱系 绘制单细胞精度生命导航图

细胞是生命的“最小积木”,谱系可比作每个细胞的“家族族谱”。人体由约40万亿个细胞组成,这些细胞从一个受精卵开始,所历经增殖、分化直至衰老的全生命周期动态演化过程,就是“细胞谱系”。解析细胞谱系被誉为揭示生命发育与演变奥秘、操纵生命活动的“钥匙”,也是细胞命运转变的高精度“导航图”。

细胞谱系设施将建设绘制细胞谱系的自动化工程产线,包含样本预处理、样品存储、多尺度成像分析、多组学分析、数据处理和验证等工艺流程,标准化采集影像组、空间组、转录组、表观组、蛋白组、代谢组、超微结构组等多种模态数据,建成数字孪生索引的细胞谱系资源库。

其中的转录组如“细胞的乐谱”,决定了细胞“演奏”哪些生命活动,例如研究基因表达如何在不同细胞类型中变化。表观组类似“基因的调音台”,调节

基因何时开启或关闭,例如研究环境因素如何影响基因活性。影像组好比“人体地图”,显示细胞在不同状态下的样貌,例如观察癌细胞与正常细胞的形态差异。蛋白组就像“细胞的工厂管理系统”,决定哪些蛋白质执行哪些任务。

代谢组好比“能量账本”,追踪细胞的能量消耗与产物生成,例如分析糖尿病患者的代谢特征。空间组宛如“生物组织的建筑蓝图”,揭示细胞在组织中的空间分布,例如研究大脑不同区域的细胞组成。空间组类似“细胞的纳米级摄影”,解析细胞器的精细结构。

古有扁鹊通过望闻问切诊断人体疾病,今有细胞谱系设施通过解码细胞谱系预测疾病和筛药验药。设施将以样品保活存储、空间多组学、先进成像等创新技术和装置研发为核心,集成人工智能等前沿技术,创建出涵盖发育、疾病、衰

老三大维度的数字化细胞谱系。“这就像为生命编写一部详尽的‘细胞家谱’,让科学家乃至公众能够清晰追踪每个细胞的‘前世今生’。”广州健康院副院长(主持工作)、细胞谱系设施总指挥孙飞研究员表示。

孙飞盘点了我国的生命科学领域重大科技基础设施,包括国家蛋白质科学研究设施、模式动物表型与遗传研究设施、作物表型组学研究国家重大科技基础设施等。“为抢占科技制高点,生命科学领域正在布局面向世界科技前沿的重大科技基础设施。”

他引用了2024年诺贝尔化学奖得主Demis Hassabis的一句话——“未来十年,用AI几乎所有病都能治”,并提出,生物医学与人工智能的深度融合,已成为生命科学发展的前沿方向和核心竞争焦点。

开放共享格局 聚力打造世界级细胞科学中心

回望近代科学研究进程,科研范式经历了实验科学、理论科学、计算科学的迭代递进,而随着科研数据的爆炸式增长以及大数据、人工智能的飞速发展,被称为“大数据科学”的新范式正在兴起。

据介绍,细胞谱系设施规划建设周期4.5年,总建筑面积超5万平方米,将绘制人体中全生命周期的细胞时空演化图谱,打造数字细胞AI大模型,构建数字生理人,创新生物医疗检测新范式,开辟生物医药研发新赛道,在试剂、仪器、软件和数据等方面产出一批创新性科技成果和产品。

新快报记者获悉,细胞谱系设施已纳入粤港澳大湾区综合性科学中心建设体系,未来将植根广州国际生物岛,赋能大湾区,链动全世界。随着细胞谱系设施的建设和使用,将吸引全球顶尖科研人才和团队汇聚广州,开展科学研究与学术交流,共同推动人类细胞谱系研究领域发展,将细胞谱系设施打造为世界级细胞科学中心。设施建成后将全方位支撑生命健康领域理论创新和产业发展,服务研究机构、高校、药企和医院,为新型颠覆性医疗技术的诞生奠定基础。

打破制药困局 打造数字患者为治疗量体裁衣

孙飞指出,随着ChatGPT和DeepSeek为代表的AI大模型技术突破,生物医学进入数字化时代是必然趋势。

当前全球创新药研发平均耗时10年、耗资26亿美元,但临床成功率不足10%,其根本原因之一在于药物研发过程是在动物模型中进行的,不能模拟人类生命系统反应。

细胞谱系设施将构建高精度单细胞级别的数字生理人大模型,通过回溯、模拟、预测疾病细胞谱系演化,不仅可以精准定位病变驱动关键靶点,还可以在数字人体测毒试药,有望突破药物研发的“死亡之谷”。

数字生理人通过AI大模型构建的虚拟人体系统,在数字空间中再现人体

的生理活动、疾病发展以及药物作用。这项成果可以简单理解为数字人会生数字病,人们喂它吃数字药,通过药物实验预测疗效和副作用,并优化给药方案,筛选出具有疗效的药物。如此来带动生物医药的发展,实现“换道超车”——从传统的生物医药研发赛道上,进一步转战数字赛道,这也是近年来科技发展的一大趋势。

“未来,细胞谱系设施有望可以用患者细胞信息打造一个‘数字患者’,预演不同治疗手段在数字患者体内治疗效果,实现治疗手段的‘量体裁衣’。”广州健康院研究员、细胞谱系设施副总指挥兼总工程师陈捷凯

表示,设施将强化AI与数据资源整合,打造创新模型,并与龙头企业开展深度合作,加速科研成果向临床应用转化。

他还提到,细胞谱系设施助力实现人类细胞谱系样品的高效工程化处理,产出自动化、标准化和规模化的人类功能谱系样品。一方面,为后续系统提供用于谱系分析和鉴定的样品;另一方面,为细胞谱系资源库提供用于存储的样品,建成粤港澳大湾区首个数字孪生索引的人类细胞谱系资源库。



■人类细胞谱系大科学研究设施效果图。