

研究杂志中。

“人类认知在 35 岁左右达到高峰，但有些老年人的大脑可以通过干预达到 30 多岁的水平。”胡德团队的一项最新合作研究显示，可以用 40 种数字方法测量和评估健康的或者有疾病的大脑的 25 种认知能力，通过这一方式，不仅能了解大脑认知能力发展的轨迹，还能够帮助病人恢复自己的认知功能，这对于抑郁症、阿尔兹海默病等认知疾病的早期测量和干预有着重要意义。

胡德预计，表型组计划将在未来 15 年中产生大量的数据，通过人工智能的整合，未来每个人都可以在家测量健康指标，享受到科学发展和技术优化带来的好处；同时也将可以打造 100 万个数字孪生模型，来模拟疾病的发展过程，预估疾病的发生和发展，并为药物研发提供个性化的定制途径。

胡德说：“108 个人的样本研究结果已带来足够的想象空间，如果样本是五千人、五万人乃至达到百万人的规模，可想而知，会对科学家寻找药物靶点、预防慢性病带来什么样的变化。”在他看来，数据驱动的健康和预防科学，是至今为止医学史上最大的范式转变。

在每个转折点华丽转身

莱诺·胡德的一生，似乎总在打破常规，横跨多个领域，将物理、化学、计算机等多种学科、多种技术有机地结合在一起破译生命密码。他也由此鼓励青年学生，要敢于突破人生的瓶颈期，寻找新的领域并不断努力，在人生的每个转折点实

现华丽转身。

至于在平台期如何做出方向性选择，他认为没有人能告诉我们答案，“你自己就是传感器，只要将自己的兴趣和能量整合在一起，它就会真正激发你。我读博士时，得到两个建议，首先要站在学科前沿，其次要改变某个学科就需要发明新技术。我在加州理工开始我的职业生涯时，采纳了这一建议。”胡德说，也许每 15 年就有一次华丽转身的机会，而目前在生物学中，表型组研究为研究人员带来了巨大的研究机遇和空间。

对于从事生命医学研究并且致力于要推动人类健康变革的胡德来说，今年已经 85 岁的他仍然活跃在前沿科研领域，他坦言，他的研究告诉他运动和规律饮食以及适度节食是他保持活跃的重要秘诀。

年轻时酷爱运动的他，至今仍然能每天完成 100 个俯卧撑和深蹲，他说：“衰老的重要指标是肌肉的流失，保持有氧运动量可以重建流失的肌肉，并且使得身体吸入大量氧气，支持器官工作。”他对进餐的建议是在早晨 7 点前完成早餐，12 点完成午餐，至于晚餐，如果有应酬的话拿酒适度的节食甚至少吃一顿。“充足的睡眠很重要，还要做好压力管理，多做冥想和放松。你在跟你自己作斗争，而不是任何其他他人。”

目前，在上海市级科技重大专项支持下，以复旦大学领衔的中国科学家团队已建成全球第一个跨尺度、多维度、一站式人类表型组精密测量平台；完成全球第一个每人测量 2.4 万余个表型的自然人群深度表型组队列；绘制了第一张人类表

人类表型组研究从提出到实施的进程		
时间	来源	重要观点
2003 年	 Nature Genetics	首次提出“人类表型组计划”一词，呼吁共建表型组数据库和分享表型组数据，深度整合表型组信息并开发新的分析方法。
2005 年	 Science	当代 125 个最具挑战性科学问题，排第 3 和 14 位的问题分别是：人类基因为何如此之少、什么基因改变造成了人类独特性。
2013 年	 Human Mutation	美国人类遗传学会召开，讨论了表型和基因型数据分享的需求和重要性，认为亟需优化临床表型数据的收集系统和工具等。
2013 年	 Nature	表型组信息，如个体生理和行为等特征的准确描述非常欠缺，表型相关的术语统一和资源整合，对于表型研究和疾病探讨至关重要。
2016 年	 Science	前沿研究“理解生命的规律”，从基因型预测表型，理解生物体和环境之间的互作机制，应对传染性疾病和气候变化带来的持续影响。
2018 年	 Nature	国际顶级科学家们展望了改变未来生命科学研究的六大技术，“连接基因和表型”被列入其中。
2019 年	 Science	探究基因型和表型之间复杂关系的研究进展及方法，包括不同的环境因素如何影响表型变化等，促进人类健康相关的更多发现。
2020 年	 Nature Review Genetics	20 周年特刊解析复杂表型包括疾病相关的“家族相似性”是遗传学领域的最大难题之一，为理解人类多基因疾病机制奠定基础。
2021 年	 Cell	精准医学的七个关键性发展领域中，包含“表型组学与环境”和“队列研究”，涉及整合多队列数据、环境暴露和生活习惯等。

制图：刘绮黎

型组导航图，发现了 150 余万个表型间的强关联。

对此，胡德表示，上海已成为全世界生物医学研发的中心之一。在人类表型组、基因组等研究方面，中国科学家已拔得头筹。“目前世界上最先进的表型组研发中心分布在美国、以色列和中国上海。上海在技术方面有着很大优势，美国在生物数据分析方面更强大一些，未来希望能找到一个切入点，让三方进一步深化国际合作。”