“在过去几十年间，人类死亡的方式与比例在不断发生改变，这是表型组学重视的问题之一。” 1632 年，伦敦人的主要死因是感染性疾病和儿童疾病，那时分娩死亡率和新生儿死亡率都很高，但现在这种死因已大为减少，而一些新的死亡因素比例则开始上升。尼科尔森指出，这些数据表明，环境影响与社会背景也与健康问题密切相关。

比如现在英国有 50% 的儿童不经常运动，同时大量青少年在 16 岁之前就开始饮酒，这些错误的习惯会提升他们的炎症风险，甚至提高胰岛素抵抗。中国不少城市饮食正在西化，包括麦当劳等快餐的流行会导致糖尿病的发生。在过去几年中，包括中国在内的很多国家糖尿病发病率都在增加。“但这不是科学家能够轻易解决的问题，还需要社会各方的合作与努力。”

破解健康危机的“代谢密码”

“人类是超有机体，我们的健康密码，不仅藏在 2 万个人类基因中，更存在于 100 万亿个微生物基因的复杂对话里。”尼科尔森说，每个人的肠道内有 1 公斤微生物，其代谢产物可解释 8% 的 BMI 变异，并与糖尿病、自闭症等疾病直接关联。此外，在

现在科学界的共识是——生病是整个身体出了问题，而不是某一个器官出了问题。这也意味着从表型组到转化医学，可以更好地预测、诊治疾病，并进行有针对性的药物研发。

COVID-19 长期后遗症患者的血液中，炎症因子与脂蛋白紊乱共同构成“代谢风险空间”，提示心血管与神经退行性疾病风险激增。

上述种种“蝴蝶效应”表明，传统医学模式已经难以应对现代健康挑战，现在科学界的共识是——生病是整个身体出了问题，而不是某一个器官出了问题。尼克尔森团队对澳大利亚所有健康人群进行了表型测量，并且与病患的生物标志物、代谢标记物进行全面对比，更是证实了这一观点，这也意味着从表型组到转化医学，可以更好地预测、诊治疾病，并进行有针对性的药物研发。表型组医学通过“全息解码”人体与环境的动态交互，让医疗决策不再依赖经验猜测。

尼科尔森团队已经为此研发了好几项先进技术。其中，澳大利亚国家表型组中心已开发出低成本、便携式的核磁共振 NMR 设备，可快速评估心血管风险甚至早期感染迹象。“就像血糖仪普及了糖尿病管理，未来这些工具将让普通人也能掌握自己的健康密码。”

面对生命健康领域的一系列全球性挑战，尼科尔森认为，国际合作是唯一出路。从上海到珀斯，从多哈到剑桥，科学家们正在共享数据、统一标准，构建全球健康预警系统。

2018 年，复旦大学牵头实施人类表型组国际大科学计划（一期），这项中国首个聚焦人类表型组的国际大科学工程，由金力院士担任首席科学家，联合其团队在内的全球顶尖科研力量，构建了从宏观体征到微观分子水平的全维度表型解析体系。

该计划近年来产出一系列突破性成果，显著推进了精准医学发展，既为生命科学领域树立新标杆，又通过跨尺度表型数据库与标准化技术体系的建立，向世界贡献了系统性的健康研究范式。作为国际协作组的共同发起人和理事会成员，尼科尔森说团队未来还要克服样本收集处理的问题，从而实现更深入的国际合作。“不同国家的科研工作者建立起连接与共识，在研究方法、实验流程等方面达成一致。好比是大家都在做菜，现在用的是同一份菜谱，保证做出来的菜味道是一样的。”（葛近文、杨玉晴对本文亦有帮助）