

NeuMap: 开创性的中性粒细胞图谱——重新定义在健康、感染和炎症中的作用

- 该图谱发表于《自然》杂志，并将成为一个公开的、可供全球研究者自由访问的研究资源。
- 一个国际科学家团队发布了首张中性粒细胞全局结构图谱NeuMap。该研究揭示，作为机体“第一道防线”的中性粒细胞，其自身结构会进行重组，以实现保护、记忆和修复等功能。
- 这项由西班牙国家心血管研究中心(CNIC)、马德里卡洛斯三世大学、耶鲁大学和西湖大学的研究人员共同领导的研究，正重新定义我们对免疫系统的认知。

中性粒细胞是免疫系统内数量最庞大的细胞群体，也是机体遭遇感染或损伤时最先出击的防御力量。然而，尽管地位关键，科学界长期以来对其真实运作机制、它们如何随所处组织环境改变自身状态，以及如何能在发挥防御功能的同时又参与炎症性疾病、心血管病变乃至癌症的发展等问题仍所知有限。中性粒细胞的作用具有鲜明的双重性：既能在感染来袭时力挽狂澜，也可能在诸如新冠肺炎等特定情境下加剧炎症反应。

为深入理解这一复杂性，由西班牙国家心血管研究中心(CNIC)、马德里卡洛斯三世大学(UC3M)、美国耶鲁大学和中国西湖大学科学家领导的国际研究联盟，开发了首张全球性图谱——NeuMap。该图谱首次系统描述了中性粒细胞在不同组织、生命阶段和疾病状态下的组织方式。借助NeuMap，科学家们首次获得了一份清晰的指南，得以驾驭中性粒细胞的高度复杂性，开启了理解和调控免疫系统的新阶段。这项发表于《自然》杂志的研究，通过新一代测序技术分析了解超过一百万个细胞。

“最令人惊讶的是，”马德里卡洛斯三世大学(UC3M)生物医学科学系、健康科学学院教授兼西班牙国家心血管研究中心(CNIC)研究员伊万·巴列斯特罗斯博士(Dr. Iván Ballesteros)解释道，“每个中性粒细胞仅存活数小时，但它们共同构成了一个贯穿生命始终的稳定结构体系。这是一种从混沌中涌现的模式。理解这一逻辑，为学习如何引导免疫系统走向愈合开辟了新途径。”

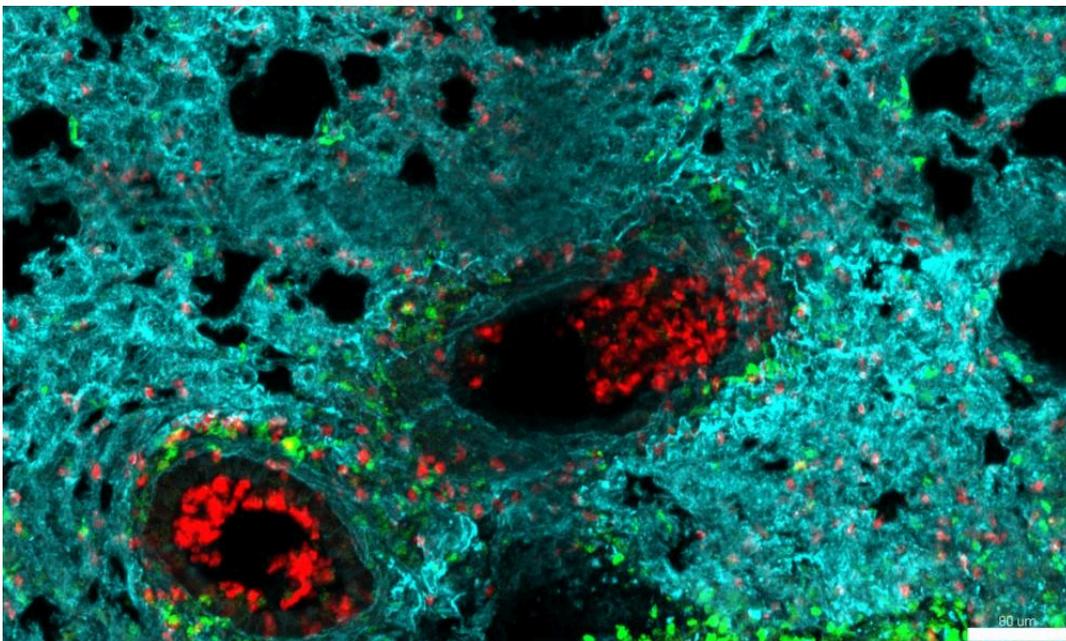
该研究也揭示，此前正是由于缺乏清晰的参照体系，限制了学界对这些细胞真实作用的解读能力。耶鲁大学-西班牙国家心血管研究中心(Yale-CNIC)研究员安德烈斯·伊达尔戈(Andrés Hidalgo)指出：“过往研究大多集中于癌症或感染等特定疾病，而我们在本次工作中系统整合了极其多样的生理与病理状态——从妊娠和胎儿发育，到感染、癌症、心肌梗死乃至衰老全过程。”

“通过整合所有这些数据，”合著第一作者、耶鲁大学研究员丹妮拉·塞雷索-瓦利斯(Daniela Cerezo-Wallis)补充道，“我们观察到，中性粒细胞虽然表面多样，却遵循着共同的模式。”同样作为合著第一作者、西班牙国家心血管研究中心(CNIC)研究员安德里亚·鲁维奥-庞塞(Andrea Rubio-Ponce)指出，跨物种分析表明，这些细胞程序中的许多部分在小鼠与人类之间具有高度相似性。西湖大学(Westlake University)的Laiguan Ng进一步表示：“这为将研究成果向临床转化提供了极大便利，并有助于加速生物标志物和新疗法的开发。”

除了整合这一传统上高度分散的研究领域，NeuMap还提供了一项实用工具，使科学界能够识别特定疾病中存在的中性粒细胞类型及其潜在功能。作者们强调，该图谱将成为面向全球研究人员的开放获取资源。

此项研究获得了以下机构的资助：美国癌症研究所 (Cancer Research Institute)；西班牙科学、创新与大学部/国家研究署 (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades/Agencia Estatal de Investigación, AEI)；西班牙对外银行基金会 (Fundación BBVA)；全球癌症研究 (Worldwide Cancer Research)；美国国立卫生研究院 (National Institutes of Health, NIH)；德国研究联合会 (Deutsche Forschungsgemeinschaft, DFG)；勒杜克基金会 (Fundación Leducq)；德国明斯特大学临床研究中心与骨髓基金会 (IZKF/IMF Münster)；巴赫尼斯基家族基金会 (Bachynski Family Foundation)；加拿大创新基金会 (Canada Foundation for Innovation)；新加坡国家医学研究理事会与皮肤研究所 (National Medical Research Council y Skin Research Institute of Singapore)；中国国家自然科学基金委员会 (National Natural Science Foundation of China)；欧盟“下一代欧盟”/复苏与韧性计划及欧洲区域发展基金 (European Union “NextGenerationEU/PRTR” y European Regional Development Fund)。

参考文献：Cerezo-Wallis, D., Rubio-Ponce, A., Richter, M., Pitino, E., Kwok, I., Marteletto, G., Guanolema-Coba, A. C., Shih, C., Huang, R.-K., Moraga, A., Borbaran Bravo, N., Doré, S., Callejas, S., Aragonés, D. G., Jiménez-Carretero, D., Martin, D., Ovadia, S., Vicanolo, T., Crainiciuc, G., ... Ballesteros, I. (2025). Architecture of the neutrophil compartment. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/s41586-025-09807-0>



图片说明：中性粒细胞（红色）在感染流感病毒的肺肺泡中聚集。图片来源：伊万·巴列斯特罗斯 (Iván Ballesteros) /西班牙国家心血管研究中心 (CNIC)

视频: https://youtu.be/UV7r_AhJGJ0