

研究重新定义中性粒细胞功能，为癌症及炎症治疗开辟新路径

来自马德里卡洛斯三世大学(UC3M)、西班牙国家心血管研究中心(CNIC)及美国耶鲁大学的研究团队，于《细胞》期刊发表一篇系统性综述，构建了一个理解中性粒细胞的全新框架——后者是免疫系统中丰度最高的细胞群体。该框架植根于近期的海量研究证据，作者将中性粒细胞描述为一个动态且具适应性的群体，不仅能够实现显著的功能分化，还展现出免疫记忆特征，其作用远远超越了传统认知中的局限。

该综述融合了癌症、炎症及系统免疫学的研究成果，从根本上更新了我们对于中性粒细胞在生理与病理过程中作用的理解，并开辟了全新的概念路径，用以开发针对免疫功能障碍的创新疗法。

“中性粒细胞是免疫系统中数量最丰富的细胞，也是机体在感染或损伤发生时最先应答的效应细胞。”本研究的共同作者、马德里卡洛斯三世大学神经科学与生物医学系教授、西班牙国家心血管研究中心(CNIC)研究员伊万·巴列斯特罗斯解释道，“然而，它们不仅参与清除病原体，还能促进组织修复，并在血管新生过程中发挥重要作用。”该研究由他与耶鲁大学医学院免疫生物学系教授、CNIC研究员安德烈斯·伊达尔戈合作完成。他进一步阐述：“因此，若要深入理解中性粒细胞的功能机制，必须将其视为一个整体系统进行研究，这类似于研究一个蚁群：我们无法仅通过单独观察工蚁或兵蚁来理解整个蚁群的协作逻辑，而必须从群体层面分析细胞间的协同机制与功能分工。”

在经典免疫学框架中，中性粒细胞通常被描述为寿命短暂、专职快速清除病原体的终末效应细胞。然而，本研究的作者提出，这些细胞具有显著的组织适应性与环境响应能力，可参与无菌性炎症、组织修复乃至肿瘤发生发展等多种过程，并能通过细胞间的高度协同，实现超越个体功能的群体层面行为，其模式与其他生物系统中的集体协作现象具有可比性。

研究者指出，这一新的概念框架有助于重新阐释中性粒细胞在多种疾病中的作用，涵盖癌症、炎症性疾病乃至自身免疫性疾病等领域。由此，该框架有望开辟新的治疗途径，即通过调控中性粒细胞的分化与功能编程来实现干预。安德烈斯·伊达尔戈进一步强调：“本研究揭示，中性粒细胞并非仅仅是即时免疫反应的执行者，而是一个高度有序、兼具可塑性且具有记忆功能的系统，其治疗潜力远未被充分发掘。”

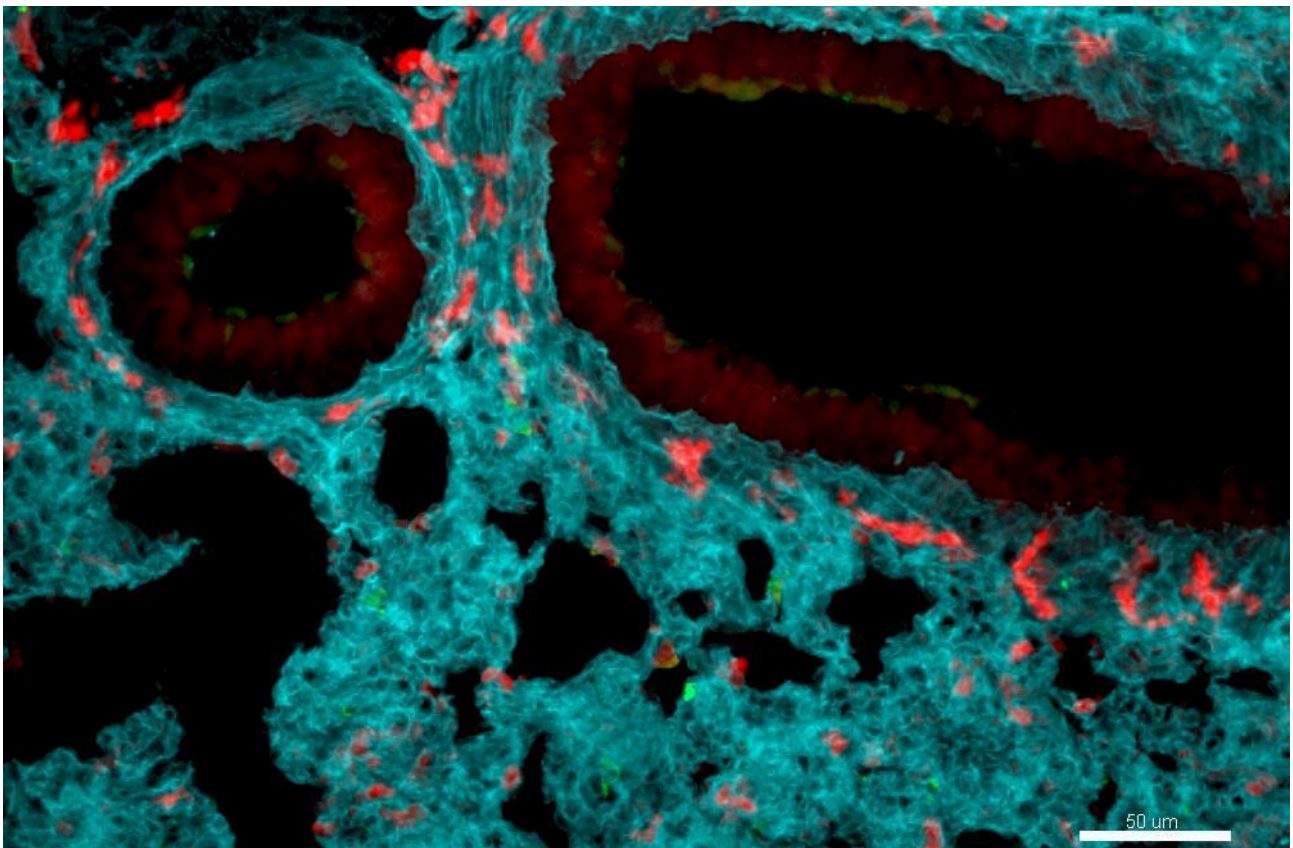
该研究提出，中性粒细胞群体是一个由两个在功能上紧密关联的区室组成的动态系统：其一是定位于骨髓、主要负责细胞生成的“粒细胞生成区室”；其二是由已分化成熟、并在外周循环与组织中迁移的细胞所构成的“成熟区室”。这一双层功能架构使免疫系统得以迅速响应局部侵袭，同时保留对既往挑战的适应性记忆。

根据研究者提出的模型，上述功能分区结构揭示了中性粒细胞何以具备高度的功能可塑性、精准响应不同器官的局部信号，并广泛参与包括血管生成、免疫调控与组织稳态维持在内的

多样化生理进程。作者特别指出，这些系统层面的特性，唯有在将中性粒细胞视作一个完整的生物功能单元、而非离散的孤立细胞时，才能得以充分体现。

参考文献: Ballesteros, I., & Hidalgo, A. (2025). The neutrophil collective. *Cell*, 188(25), 7019-7035. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2025.11.001>

视频: <https://www.youtube.com/watch?v=8x7AyT1IDow>



图片说明:

中性粒细胞聚集于流感病毒感染后的肺泡腔内。图像比例尺为50微米(1微米为百万分之一毫米)。

图片来源: Iván Ballesteros / CNIC。