



环境化合物与肿瘤免疫微环境

张彤童^{1#}, 胡艳霞^{1#}, 张蔚然^{2#}, 金杨^{3#},
孙朝阳^{4*}, Afshin Samali^{5*}, 徐顺清^{6*}, 盛夏^{1*}

¹海南大学生命健康学院, 海口, 中国

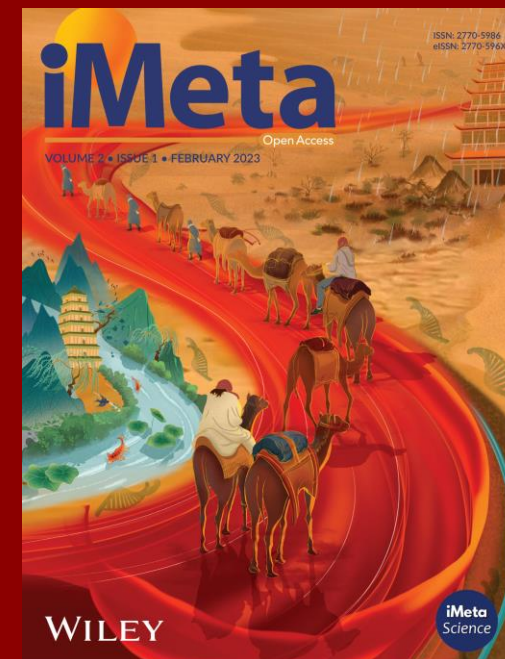
²重庆医科大学基础医学院, 重庆, 中国

³奥斯陆大学, 奥斯陆, 挪威

⁴华中科技大学附属同济医院, 武汉, 中国

⁵爱尔兰国立高威大学, 高威, 爱尔兰

⁶海南大学环境科学与工程学院, 海口, 中国



Zhang, Tongtong, Yanxia Hu, Weiran Zhang, Yang Jin, Chaoyang Sun, Afshin Samali, Shunqing Xu, and Xia Sheng. 2026. Environmental Chemicals and the Tumor Immune Microenvironment.

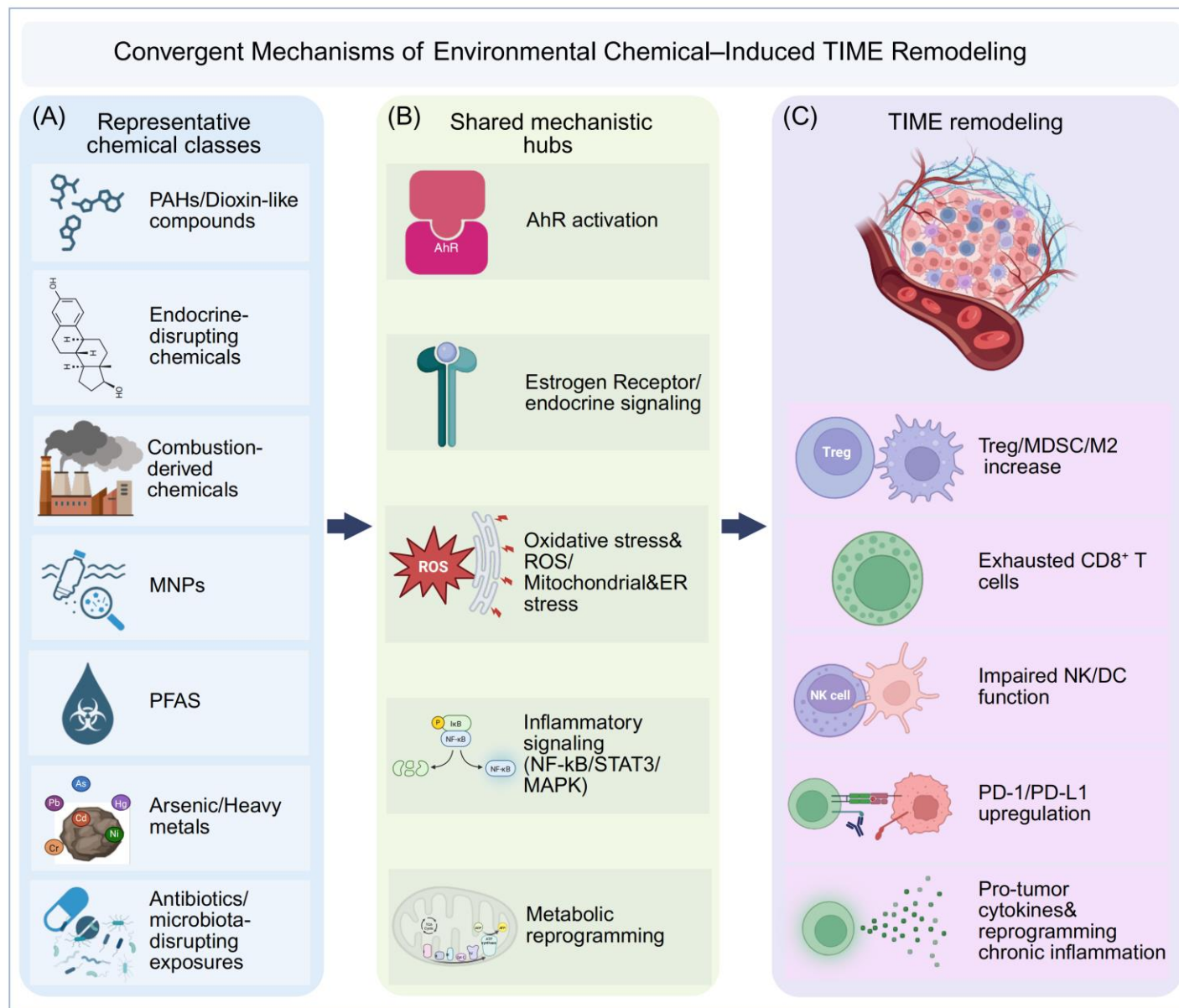
iMeta 5: e70160. <https://doi.org/10.1002/imt2.70160>



背景

- 肿瘤免疫微环境（tumor immune microenvironment, TIME）由（表观）遗传因素与环境因素的复杂相互作用共同塑造，在癌症的发生与发展中发挥核心作用。
- 现有的研究主要聚焦于内源性调控因子对TIME的影响，而外部环境因素的作用还未受到足够的关注。
- 环境化合物分布广泛，种类繁多。日常接触会对人类健康产生多方面的影响。新兴研究表明，环境化合物不仅具有致突变性与致癌性，同时也是重要的TIME调控因子，深度参与肿瘤进展。

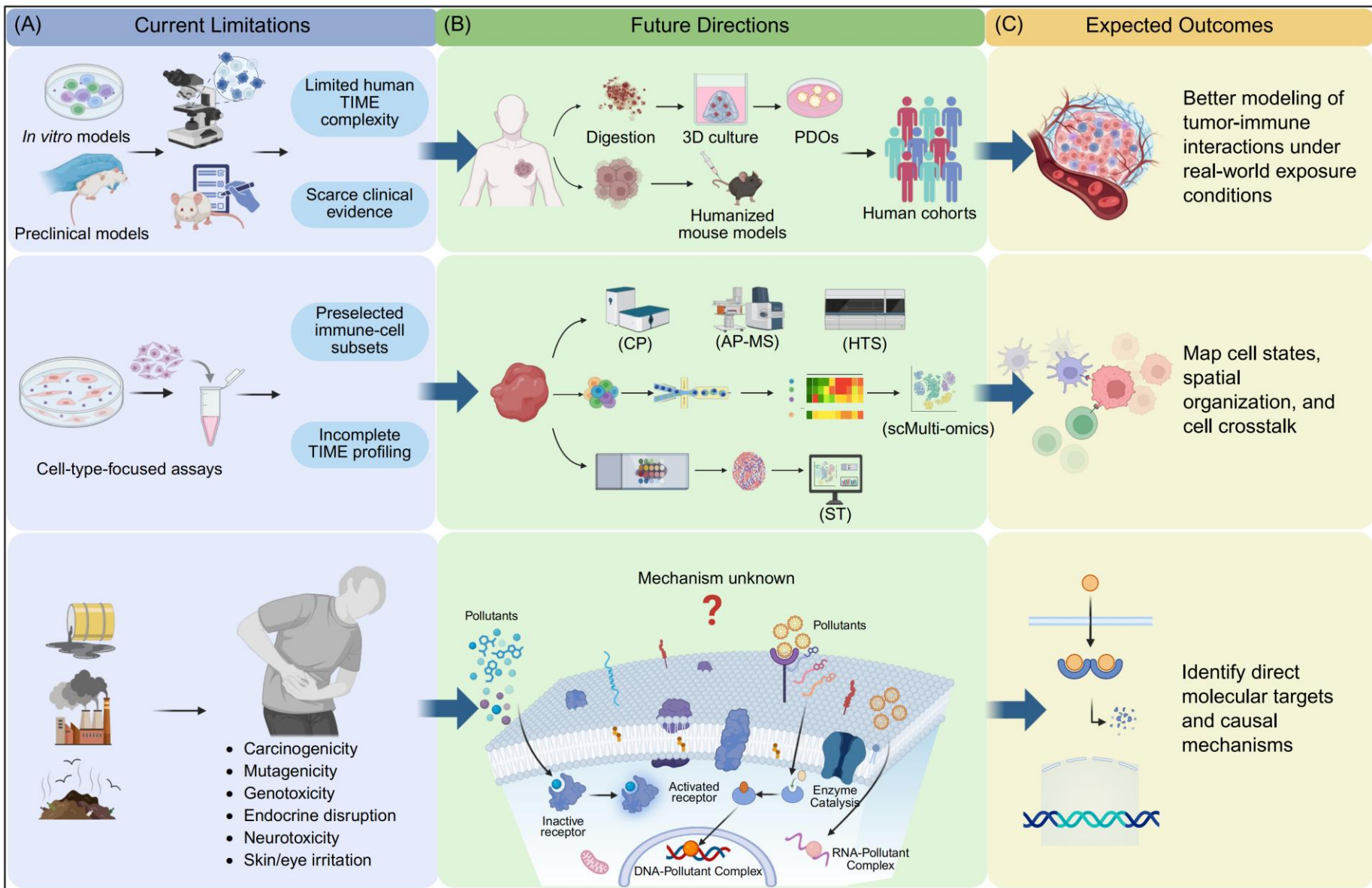
常见环境化合物对TIME的影响



- 人类的工业生产和日常生活产生了大量的环境化合物，对人类健康产生潜移默化的影响。
- 受体激活、细胞应激、代谢紊乱等多种不同的机制在环境化合物调控TIME的过程中发挥作用，且相互交织、影响，形成一张复杂的调控网络。
- 环境化合物通过改变免疫细胞组成和功能，调节免疫检查点分子表达等方式重塑TIME，影响肿瘤进展。



现有研究局限与未来展望



➤ 目前研究在证据水平、起始分子事件、新技术的使用以及真实暴露情况还原等方面仍存在局限。

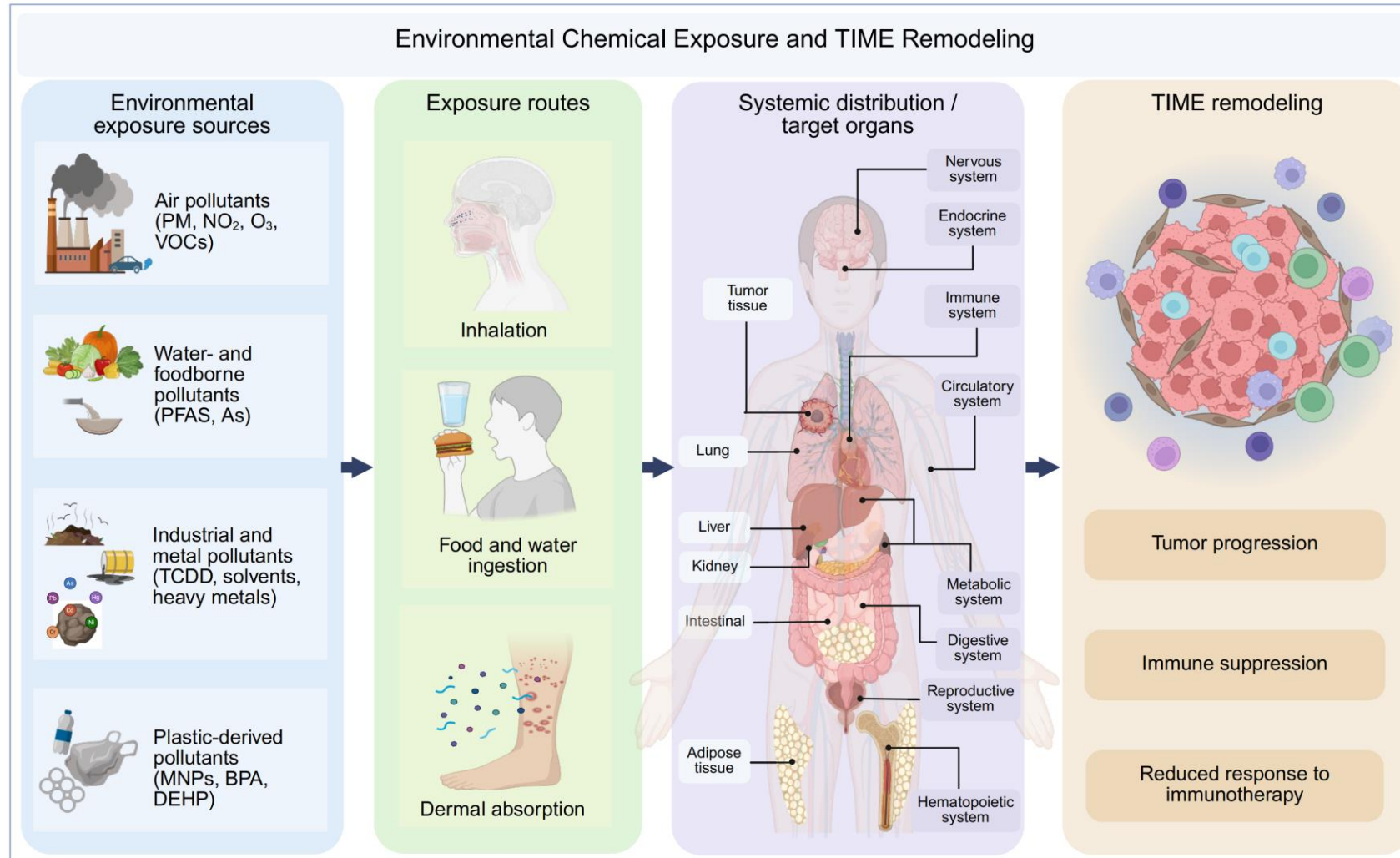
- 采用更具说服力的研究模型，加强与临床和流行病学的连接。

- 采用生化方法绘制分子起始图谱。

- 整合单细胞多组学与空间转录组数据。

- 构建代表性的混合暴露模型，结合暴露组学分析技术。

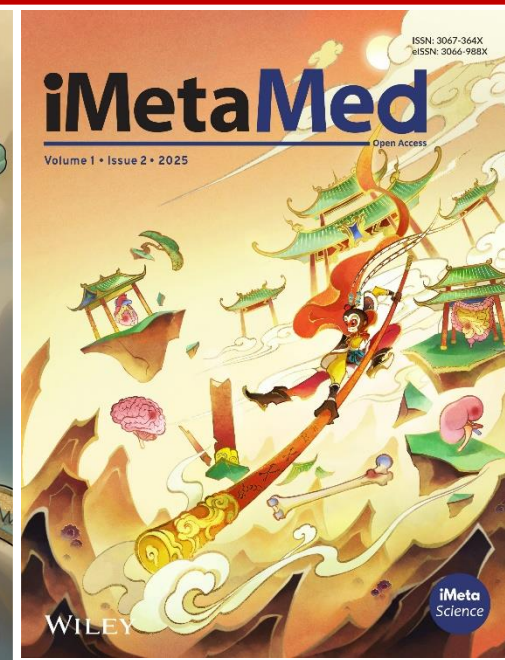
总结



- 聚焦外源性环境化合物对肿瘤免疫微环境的关键重塑作用，为肿瘤免疫的调控研究提供了重要的新视角。
- 系统总结了环境化合物作为“TIME调节剂”的共性效应与复杂作用机制，为理解环境暴露引起的TIME变化提供了新的理论框架。
- 梳理现有研究局限的基础上，提出清晰、系统且具有前瞻性的未来研究方向。

Zhang, Tongtong, Yanxia Hu, Weiran Zhang, Yang Jin, Chaoyang Sun, Afshin Samali, Shunqing Xu, and Xia Sheng. 2026. Environmental Chemicals and the Tumor Immune Microenvironment.

iMeta 5: e70160. <https://doi.org/10.1002/imt2.70160>



iMeta(宏)期刊由宏科学创办，对标**Cell**的生物/医学综合期刊，**SCIE**、**PubMed**收录，影响因子(IF)44.4，位列全球第47，中国第4，**分区表生物学1区Top**，外审平均21天，投稿至发表中位数87天(比同水平期刊快3倍)，欢迎高影响力的研究、方法和综述投稿，CNS外审稿件可带意见和回复转投。

iMetaOmics (宏组学)，定位IF>15对标**NC/SA**的生物/医学综合期刊，已被**ESCI**、**PubMed**等收录。

iMetaMed (宏医学)定位IF>15的医学综合期刊，欢迎投稿！



主页: <http://www.imeta.science>

出版社: <https://wileyonlinelibrary.com/journal/imeta>



iMeta: <https://wiley.atyponrex.com/journal/IMT2>

投稿: iMetaOmics: <https://wiley.atyponrex.com/journal/IMO2>

iMetaMed: <https://wiley.atyponrex.com/journal/IMM3>



office@imeta.science

imetaomics@imeta.science



宣传片



[iMeta](https://www.imeta.science)



更新日期
2026/6/17