

人体血液铅单细胞分布规律研究 铅是一种有毒的重金属,被世界卫生组织列为十大危害公共卫生安全的化学物质之一.长期铅暴露可引起心血管和肾脏疾病,导致神经和智力缺陷.稳定状态下,人体血液中超过 99%的铅存在于红细胞中.红细胞中铅的赋存和变化的研究对人体内铅的转移和健康效应具有重要意义,目前关于红细胞中铅的分布和转移规律还不清楚.

中国科学院生态环境研究中心胡立刚研究员课题组利用单细胞分析技术,探究了人体血铅在单细胞水平上的分布规律.相关成果发表以“Unified Probability Distribution and Dynamics of Lead Contents in Human Erythrocytes Revealed by Single-Cell Analysis”为题,发表在期刊 *Environmental Science & Technology* (2021, 55, 6, 3819-3826; <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.0c05989>).该工作首先基于质谱流式细胞仪建立了单个红细胞中金属含量的检测方法,实现了无核细胞中金属含量的高通量、高灵敏检测.该研究收集了 24 名铅中毒病人在治疗前、治疗后 24 小时和治疗后 72 小时的血液样本,同时也采集了 36 名正常人群的血液样本,共计 115 份血液样本.利用质谱流式细胞仪,检测了单个血细胞中铅的含量并研究了其单细胞分布和动态变化规律.

研究结果表明单个红细胞中铅的含量具有较大的异质性,图 1A-D 表示典型铅中毒病人在不同治疗阶段以及正常人群的铅含量分布图,颜色深浅代表铅含量高低,不同细胞中铅含量可相差 20 倍以上.同时单个红细胞中铅含量符合统一的概率统计模型-伽马分布(图 1E);且不同病人、不同治疗阶段以及正常人群的样本均符合该概率分布模型,其分布的变化主要受红细胞中整体铅含量的影响(图 1F、G).进一步利用小鼠模型探究小鼠红细胞中铅的分布规律,发现也符合统一的伽马分布.人体超过 90%的铅存储于骨骼系统中,并且骨骼系统是细胞包括红细胞的分化场所,铅在血液与骨骼系统之间转移是铅在人体中行为规律的重要组成部分.研究发现单个红细胞中铅的含量随着红细胞的寿命增加而降低,网织红细胞中铅含量高于成熟红细胞,这说明红细胞中的铅可能来源于骨骼系统,并且随着红细胞在血液系统中的循环时间增加而降低,红细胞可能是骨铅转移为血铅的天然载体.

本研究结果首次揭示了外源污染物在高等生物单个细胞中的分布规律,为后续铅在人体内循环的深入研究提供了基础.

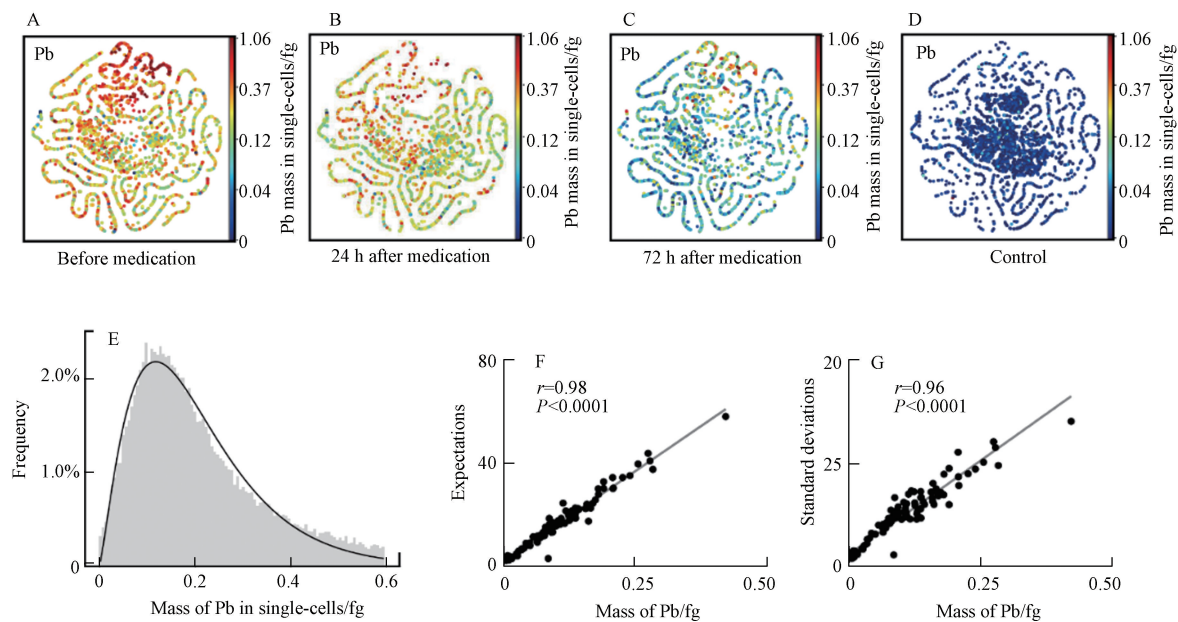


图 1 单个红细胞中铅质量的 viSNE 分布图