
兰州大学王俊玲课题组：肠肺轴参与低分子量多环芳烃诱发的肺部炎症 MDPI 作者说

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/39519.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

兰州大学王俊玲课题组：肠肺轴参与低分子量多环芳烃诱发的肺部炎症 MDPI 作者说。论文标题：肠肺轴参与低分子量多环芳烃诱发的肺部炎症

论文链接：<https://www.mdpi.com/2305-6304/13/12/1017>

期刊名：Toxics

期刊主页：<https://www.mdpi.com/journal/toxics>

作者说

学者风采

第一作者



覃家莉

兰州大学

覃家莉，兰州大学公共卫生学院硕士研究生，导师王俊玲教授，主要探索环境污染物(尤其是低分子量多环芳烃LMW-PAHs)通过肠-肺轴等关键生物界面，对肺部健康产生毒性损害的机制，以第一作者身份发表3篇高水平论文(含SCI论文2篇、中文核心论文1篇)。

通讯作者



王俊玲 教授

兰州大学

王俊玲教授，博士研究生导师，主要研究领域为环境毒理学，主持完成国家级项目、国际合作项目、横向项目40余项，以第一或通讯作者发表高水平论文60余篇，参编论著1部，获得甘肃省科技进步二等和三等奖。兼任中华预防医学会、中国毒理学会、中国抗癌协会多个专业委员会常务委员，甘肃省预防医学会副会长。

研究解码

Article

Involvement of the Gut–Lung Axis in LMW-PAHs-Induced Pulmonary Inflammation

Jiali Qin ^{1,2}, Shiyao Jiang ¹, Zhengyi Zhang ³, Jianding Wang ¹, Yuanjie Li ¹, Yunting Li ¹, Haojun Zhang ⁴, Chengyun Li ¹, Haitao Ma ^{1,*} and Junling Wang ^{1,*}

¹ Department of Toxicology, School of Public Health, Lanzhou University, Lanzhou 730030, China; 220220913580@lzu.edu.cn (J.Q.)

² School of Public Health, Southeast University, Nanjing 210009, China

³ The Second Hospital & Clinical Medical School, Lanzhou University, Lanzhou 730030, China; zhangzhengyi11@lzu.edu.cn

⁴ The Second Provincial People's Hospital of Gansu, Lanzhou 730030, China

* Correspondence: mahaitao@lzu.edu.cn (H.M.); wangjl@lzu.edu.cn (J.W.)

Abstract

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are ubiquitous environmental pollutants recognized for their toxicological significance. Increasing evidence suggests that chronic exposure to low-molecular-weight PAHs (LMW-PAHs) contributes to heightened disease vulnerability and immune dysregulation, particularly among rural female populations. Recent studies have further linked a significant association between PAH exposure and gut microbiome (GM) modifications. Considering the common embryonic origin of the intestinal and respiratory systems, cross-organ communication under conditions of PAH exposure warrants deeper exploration. Although current gut–lung axis research largely emphasizes microbial metabolites such as short-chain fatty acids and bile acids, the contribution of arachidonic acid (AA) metabolites in LMW-PAH-induced pulmonary inflammation via this axis remains poorly defined. To address this knowledge gap, we developed an animal model employing integrated 16S rRNA sequencing and metabolomics approaches to systematically examine phenanthrene (Phe) and fluorene (Flu) induced GM compositional shifts and associated metabolic reprogramming. Through comprehensive profiling, we identified candidate microorganisms and metabolites potentially involved in dysbiosis-mediated pulmonary inflammation, thereby elucidating the mechanistic basis of Phe and Flu-associated health risks.



Academic Editor: Lisa Truong

Received: 3 October 2025

Revised: 6 November 2025

多环芳烃 (Polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs) 广泛存在于空气中，是公认的毒性化合物。课题组前期研究结果显示长期暴露于低分子量多环芳烃 (Low-molecular-weight polycyclic aromatic hydrocarbons, LMW-PAHs) 会增加甘肃省农村女性对疾病的易感性，造成免疫紊乱。

同时近年研究表明，PAHs暴露与肠道微生物 (Gut Microbiome, GM) 之间有着紧密的联系，在胚胎时期肠道和呼吸道有共同的起源，因此在健康和疾病中可能存在相互作用。目前肠-肺轴重点关注短链脂肪酸和胆汁酸等相关代谢物，然而，关于花生四烯酸 (Arachidonic acid, AA) 代谢物在LMW-PAHs通过肠-肺轴诱发肺部炎症的研究尚少见报道。因此，本研究通过建立动物模型，采用16S rRNA测序及代谢组学方法以期探明菲 (Phenanthrene, Phe) 和芴 (Fluorene, Flu) 对肠道菌群及其代谢物谱变化的影响，同时筛选出具有潜在影响作用的微生物和代谢物，并探讨菌群失调诱导肺部炎症的可能机制，从而更加深入明确Phe和Flu的健康风险。

对话实录

01 请问您是如何确定选题的？是什么启发您选择这个特定的研究方向或问题？

本研究的选题源于对低分子量多环芳烃 (LMW-PAHs) 在环境中广泛存在及其潜在健康影响的长期关注。尽管以往研究多集中于高分子量PAHs的致癌性，但近年来越来越多的证据表明，LMW-PAHs (如菲和芴)

在低剂量长期暴露下也可能引发炎症反应和免疫失调。然而，其具体的毒性机制仍不明确。

启发我们选择这一方向的几个关键因素包括：

流行病学观察：在西北农村地区，冬季燃煤取暖导致室内PAHs浓度显著升高，其中LMW-PAHs占主导。已有研究提示PAHs暴露与肠道菌群改变相关，但肠道与肺部之间的交互作用在PAHs毒性中的作用尚未系统探讨。

肠-肺轴理论的兴起：近年来，肠道菌群通过代谢物调控远端器官 (如肺) 免疫的功能逐渐被揭示，但多数研究集中于短链脂肪酸等已知代谢物。花生四烯酸代谢途径在肠-肺通讯中的作用却被忽视。

机制空白：虽然已有研究证实LMW-PAHs可引起肺部炎症，但其是否通过肠道菌群-代谢物-肺轴调控炎症反应，尤其是通过AA代谢通路介导的机制，尚缺乏系统研究。

因此，我们提出假设：LMW-PAHs通过扰乱肠道菌群与代谢平衡，激活AA代谢通路，进而经肠-肺轴诱发肺部炎症。为验证这一假设，我们采用多组学整合分析 (16S rRNA测序与非靶向代谢组学) 结合动物模型，系统阐释菲与芴的毒性机制，以填补该领域的知识空白，并为环境污染物健康风险评估提供新视角。

02 请问您是如何选择研究方法的？它如何帮助解决您的研究问题与假设？

本研究的核心在于揭示低分子量多环芳烃 (LMW-PAHs) 通过肠-肺轴诱发肺部炎症的分子机制。首先，我们构建了模拟人类长期低剂量暴露的雌性Wistar大鼠模型，设置不同剂量组以观察剂量效应；通过组织病理学和Western Blot从形态与蛋白水平评估肺与肠道屏障损伤及炎症通路 (如PI3K/AKT、MAPK/ERK) 的激活；利用16S rRNA测序解析肠道菌群的结构与多样性变化，并通过非靶向代谢组学 (LC-QTOF) 全面筛选肺和肠道内容物中的差异代谢物，结合KEGG富集分析锁定关键代谢通路——特别是花生四烯酸 (AA) 代谢；最后，运用WGCNA等多组学关联分析方法，构建肠道菌群-代谢物-肺部表型的调控网络。这一方法体系不仅层层验证了肠道屏障破坏—菌群失调—代谢重编程—远端肺部炎症的因果链条，还明确了AA代谢物通过激活FP受体及其下游信号通路驱动炎症的具体机制，从而完整回答了研究假设，并为环境污染物跨器官毒性机制的解析提供了方法学范式。

03 您是如何处理数据的？在数据分析中如何确保结果的准确性与可信度？

本研究在数据处理与分析中严格遵循标准化流程与多层次质控原则：原始数据经质量过滤、归一化与校正后，采用参数与非参数检验相结合的方法进行统计分析，并通过多变量模型 (如OPLS-DA) 验证其稳健性；通过设置生物学重复、内参对照及随机分组减少偏倚，关键结果经过多组学交叉验证 (如菌群与代谢物关联分析) 与下游分子实验 (如Western blot) 的功能佐证，同时公开分

析方法与参数以确保可重复性，从而全面保障了研究结论的准确性与可信度。

04 您认为本研究存在哪些局限性？

本研究存在以下几方面局限性：机制上，肠道菌群与代谢物的作用主要基于相关性分析，尚未通过无菌动物或代谢物补充实验直接验证因果性；实验模型仅使用雌性大鼠，结论外推至其他性别或物种时需谨慎；氧化应激指标未测定GSH/GSSG比值，代谢组学也未对关键AA代谢物进行绝对定量；此外，单一的灌胃暴露途径未能完全模拟真实环境中的多途径混合暴露，且缺乏时间动态数据以揭示过程的演变规律。这些局限为未来研究的深化提供了明确方向。

05 在论文写作过程中，您认为有哪些需要注意的问题？

在撰写论文时，关键是要建立从问题提出到结论推导的完整逻辑闭环，并确保方法描述足够细致以供他人复现；结果需与讨论有机融合，借助图表直观呈现数据，同时结合文献深化机制解读；行文应使用准确、规范的学术语言，清晰承认研究的局限性；最后，严格遵守学术伦理与期刊格式要求，全面体现工作的科学严谨性与价值。

06 您认为在未来研究中，有哪些值得进一步探讨的方向？

未来研究可从以下几个方向深化：在机制上，需通过无菌动物移植、代谢物干预及细胞特异性基因操作，直接验证关键菌群与AA代谢物的因果作用及信号通路的细胞来源；在模型上，应拓展多性别、多物种及多污染物共暴露模型，以更真实模拟环境暴露的复杂性；技术上可引入单细胞与空间组学，实现动态监测与高分辨机制解析；转化层面应探索靶向菌群或代谢通路的干预策略，并在人群队列中验证其生物标志物潜力；最终通过多组学整合与系统建模，揭示环境基因微生物互作的跨尺度调控网络，推动肠-肺轴研究向精准环境健康科学迈进。

原文出自 *Toxics* 期刊

Qin, J.; Jiang, S.; Zhang, Z.; Wang, J.; Li, Y.; Li, Y.; Zhang, H.; Li, C.; Ma, H.; Wang, J. Involvement of the Gut – Lung Axis in LMW-PAHs-Induced Pulmonary Inflammation. *Toxics* 2025, 13, 1017.

特刊信息：

Environmental and Reproductive Epidemiology: Focus on Air Pollution and Associated Contaminants

环境与生殖流行病学：聚焦空气污染及相关污染物

链接：https://www.mdpi.com/journal/toxics/special_issues/C8X1HD5066

投稿截止日期：2026年4月17日

Toxics 期刊介绍

主编：Demetrio Raldúa, IDAEA-CSIC, Spain

期刊发表与有毒有害化学物质和材料相关的学术文章，主题范围涵盖毒理学、生态毒理学、环境

科学、环境工程、环境化学和流行病学等学科。期刊已被Web of Science、PubMed和Scopus等多个数据库收录。目前期刊位于JCR毒理学一区和环境科学二区。

2024 Impact Factor 4.1 2024 CiteScore 6.4 Time to First Decision 17.8 Days Acceptance to Publication 2.4 Days

来源：Toxics

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发