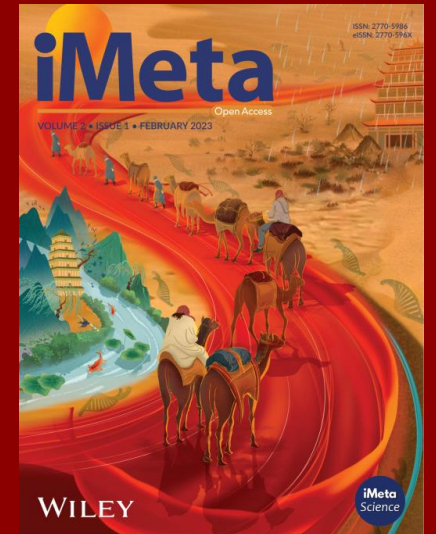




# 肠道菌群衍生的丁酸通过调节CD4<sup>+</sup>T细胞分化介导靛蓝治疗溃疡性结肠炎的保护作用

邢韵淇<sup>#</sup>, 王木源<sup>#</sup>, 袁亚利, 胡佳艳, 王志斌, 孙中美,  
郑梦玉, 石磊, 李军祥<sup>\*</sup>, 毛堂友<sup>\*</sup>

北京中医药大学东方医院, 北京 100078, 中国



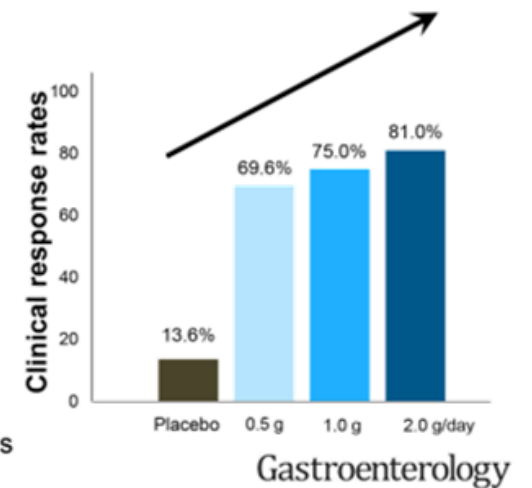
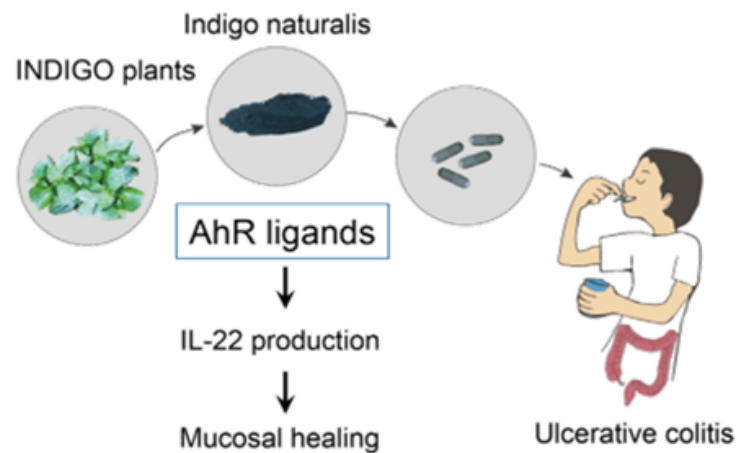
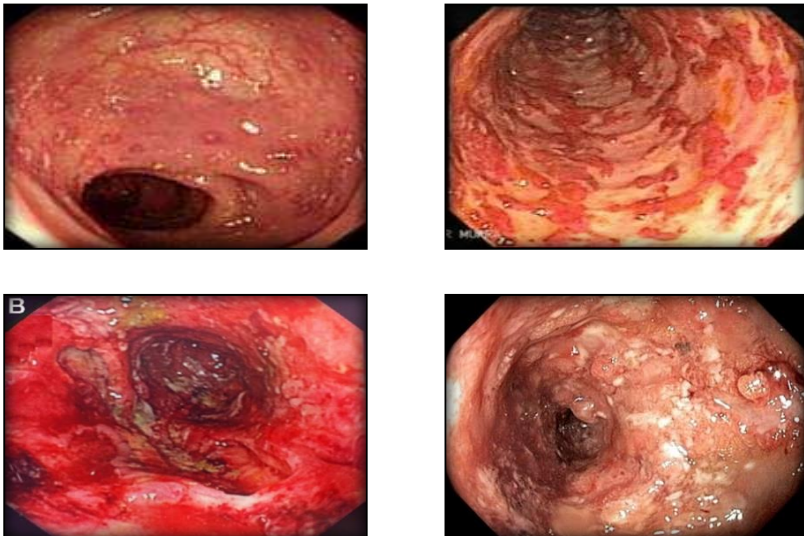
Xing, Yunqi, Muyuan Wang, Yali Yuan, Jiayan Hu, Zhibin Wang, Zhongmei Sun, Mengyu Zheng, Lei Shi, Junxiang Li, and Tangyou Mao. 2025. "Gut Microbiota-Derived Butyrate Mediates the Anticolitic Effect of Indigo Supplementation Through Regulating CD4<sup>+</sup>T Cell Differentiation." *iMeta* 4: e270040.

<https://doi.org/10.1002/imt2.70040>



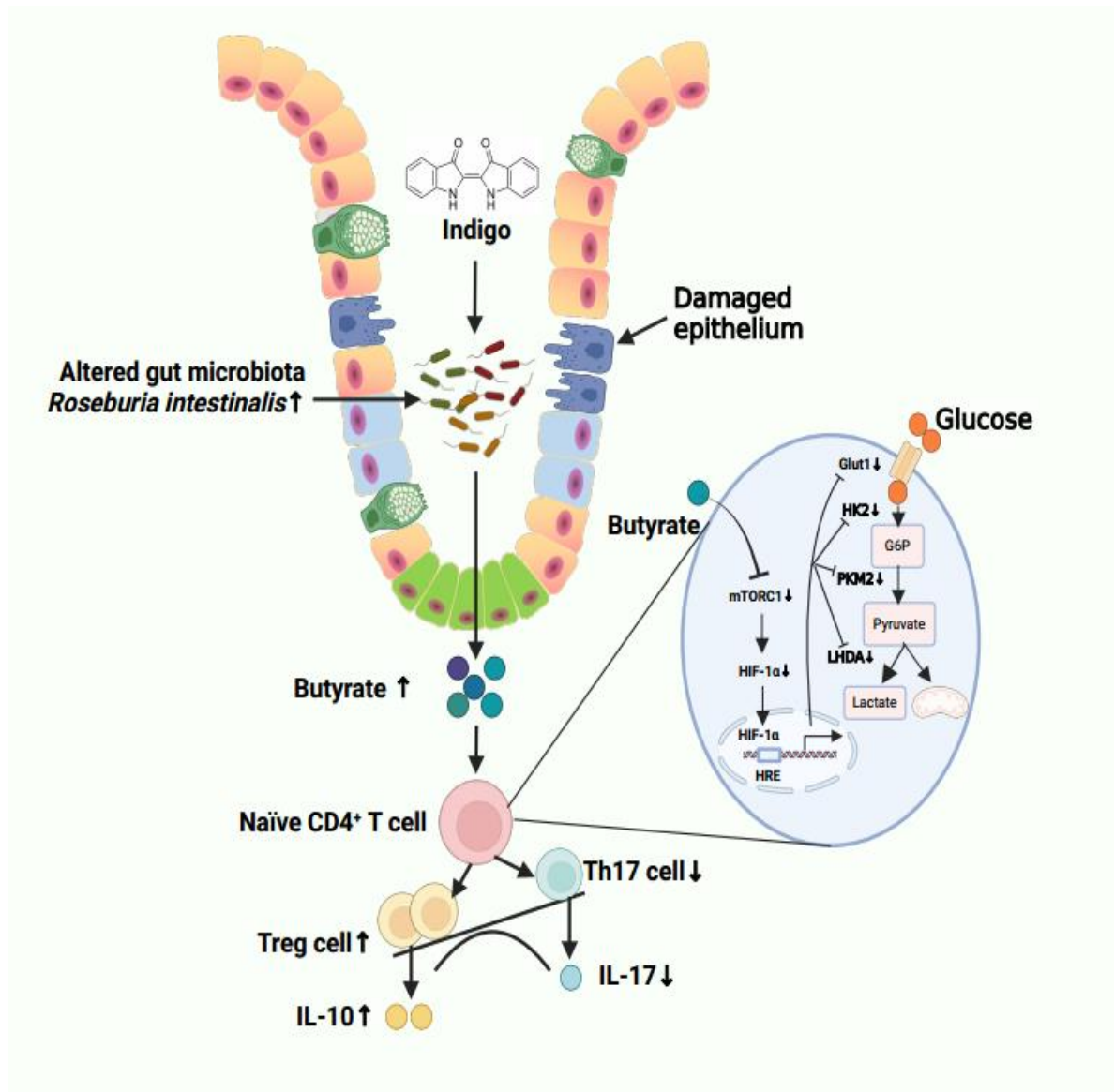
# 研究背景

- ❑ 溃疡性结肠炎（UC）是一种慢性复发性炎症性肠病，以黏膜免疫异常为特征。现阶段的临床治疗药物旨在诱导和维持疾病缓解。这些疗法虽然在短期内可取得一定疗效，但仍存在低应答率、机会性感染风险增加等局限性；
- ❑ 最新研究表明，若肠道菌群与免疫系统的相互作用失调，将破坏肠道宿主免疫与屏障功能，最终引发肠道过度的炎症反应；
- ❑ 青黛是一味传统中药，具清热解毒、凉血消斑等作用，临床已广泛用于UC的治疗；靛蓝（Indigo），作为青黛的主要药理成分，具有多重抗炎活性，然而对UC的作用尚不清楚。





# 亮点

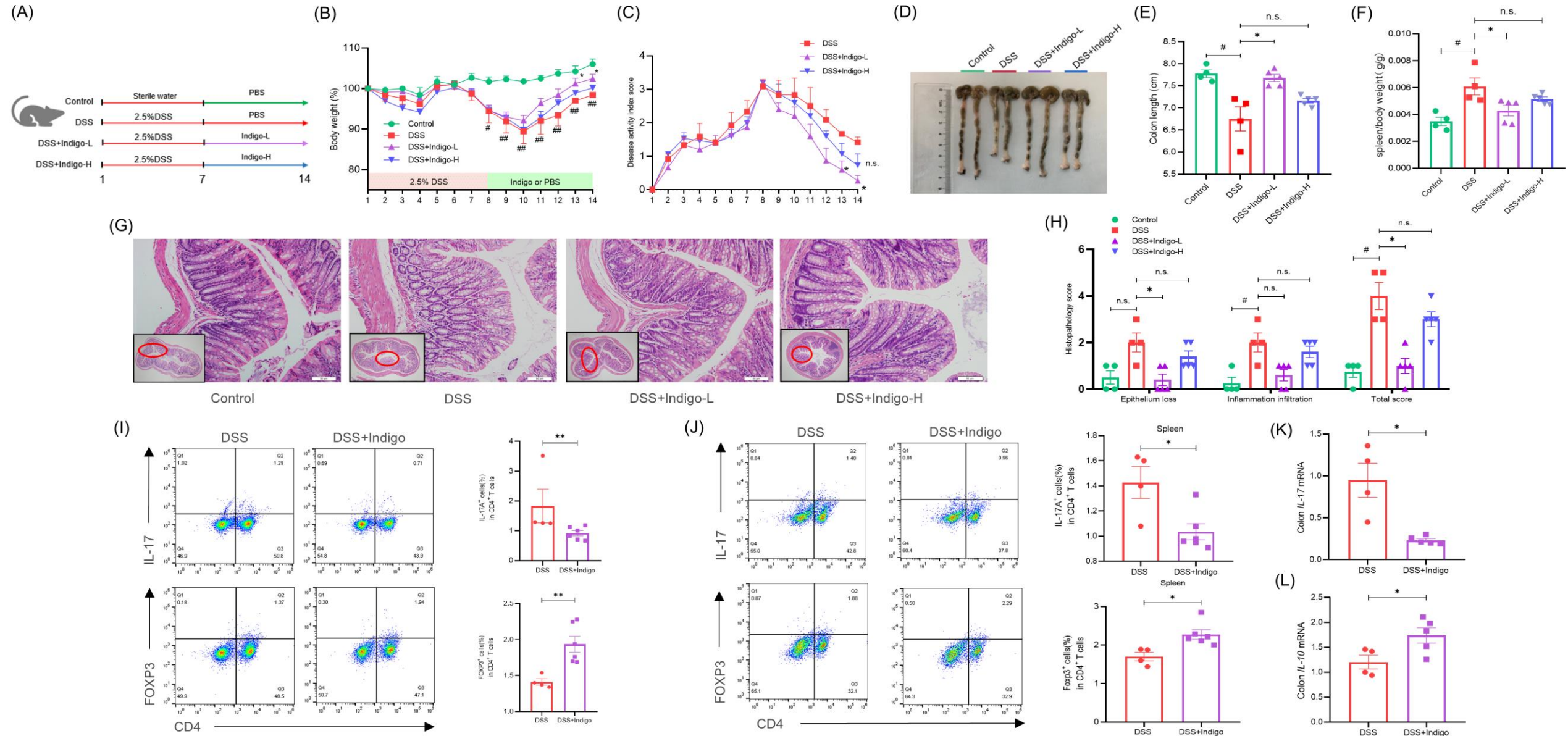


- 本研究通过动物实验、细胞实验及临床样本分析等，系统性揭示了中药青黛有效成分靛蓝通过调节肠道菌群，尤其是富集*R. intestinalis*，重塑溃疡性结肠炎免疫稳态的分子机制，这为基于肠道菌群-免疫平衡开发溃疡性结肠炎新型药物提供了新策略。



# 结果

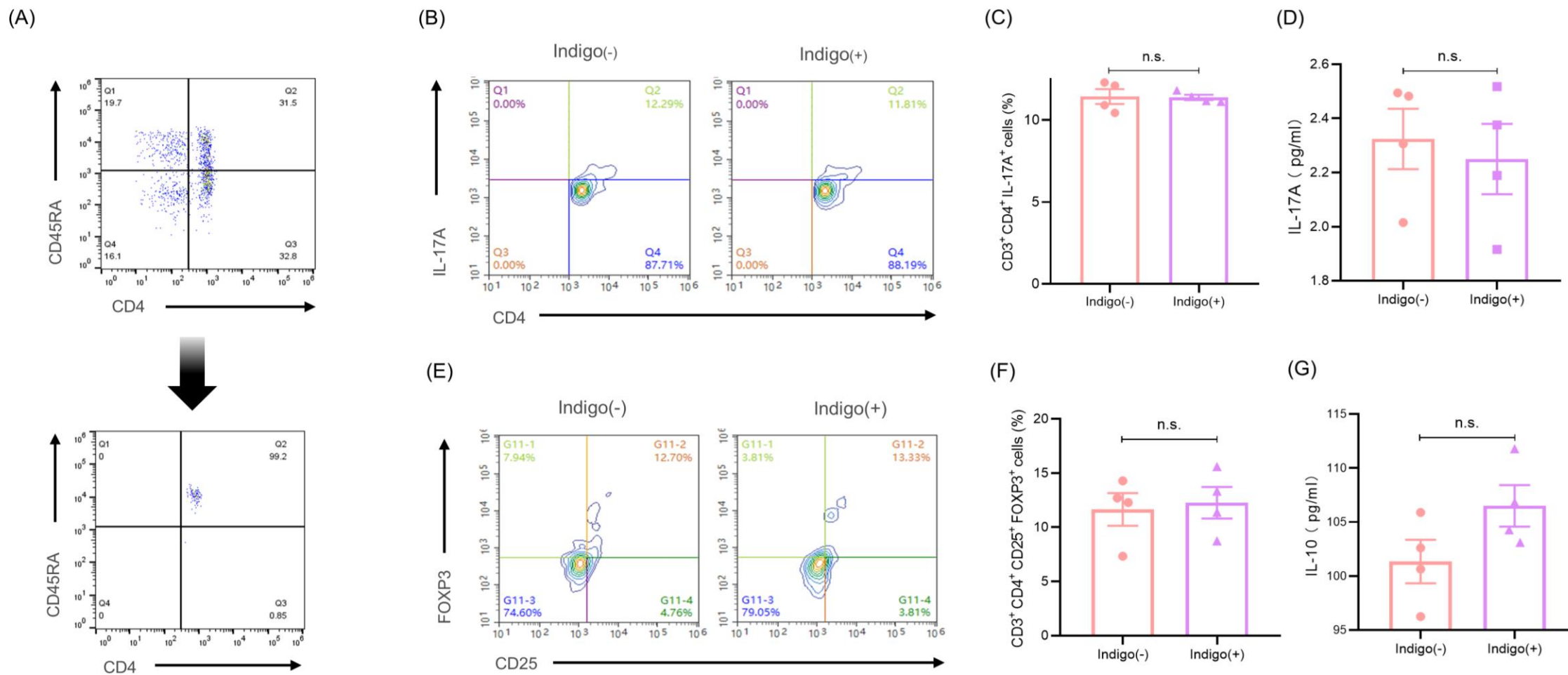
靛蓝显著缓解溃疡性结肠炎小鼠肠道炎症，并改善体内Th17/Treg细胞平衡





# 结果

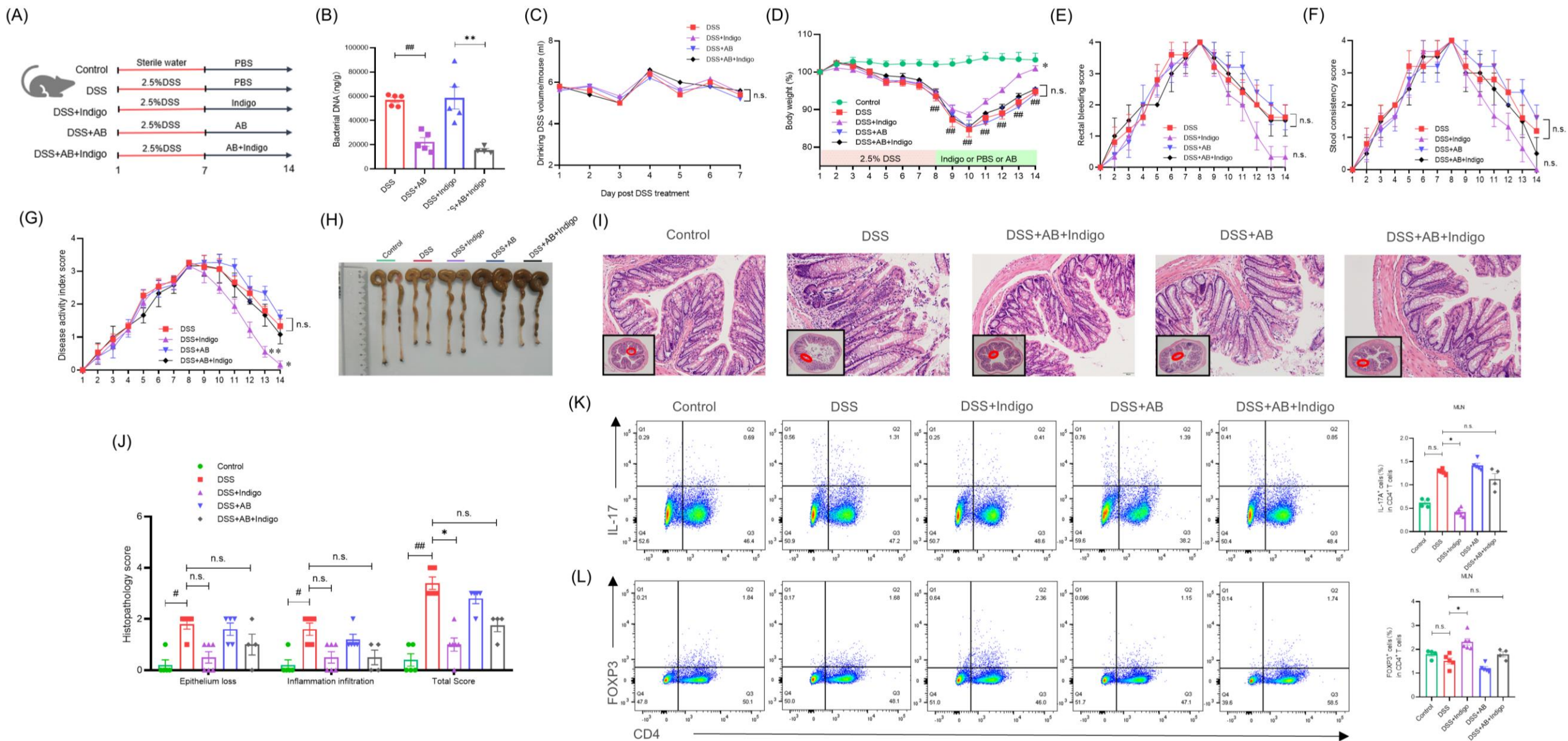
靛蓝并不直接调控naïve CD4<sup>+</sup> T细胞向Th17/Treg细胞的分化，而是通过未知的间接途径发挥作用





# 结果

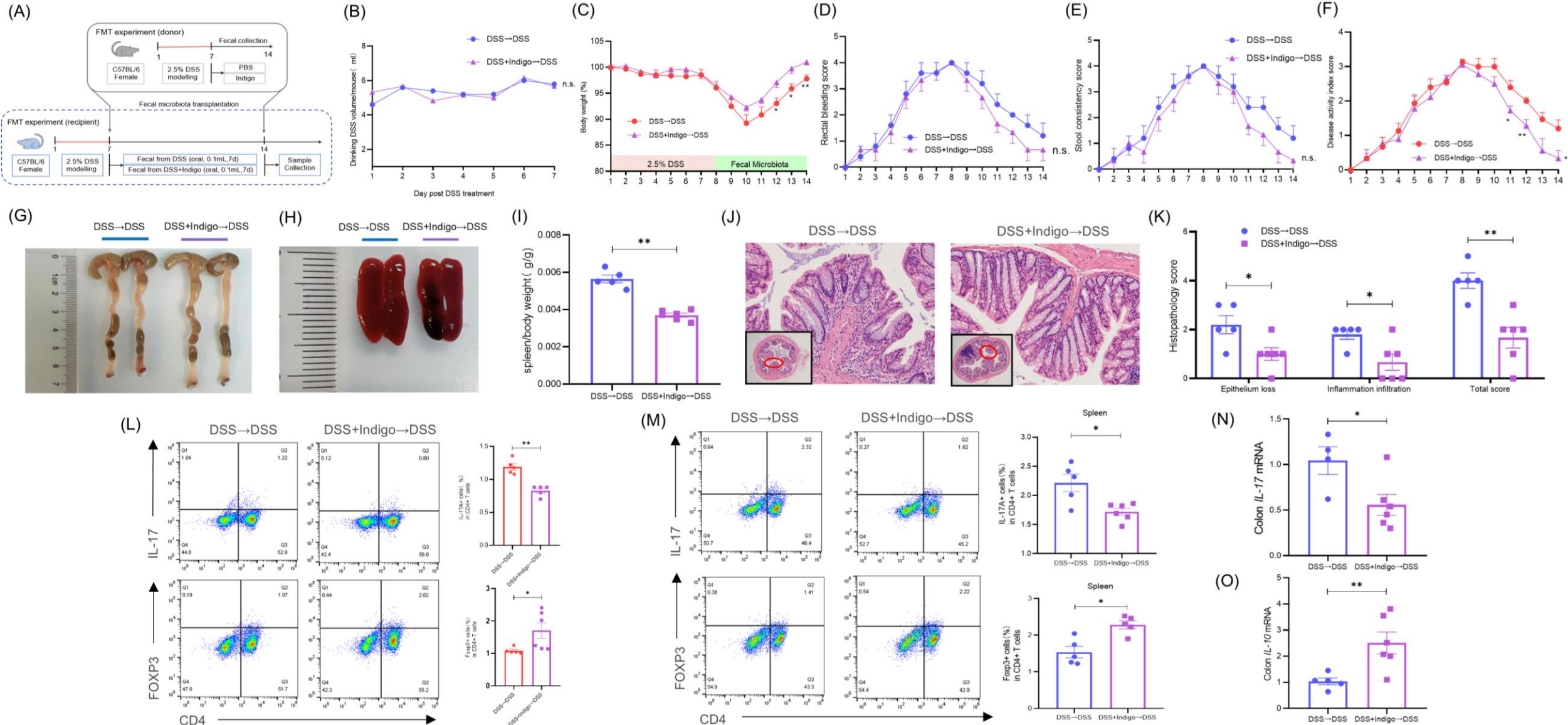
伪无菌小鼠模型显示，当肠道菌群被耗竭后，靛蓝对结肠炎小鼠的保护作用明显降低





# 结果

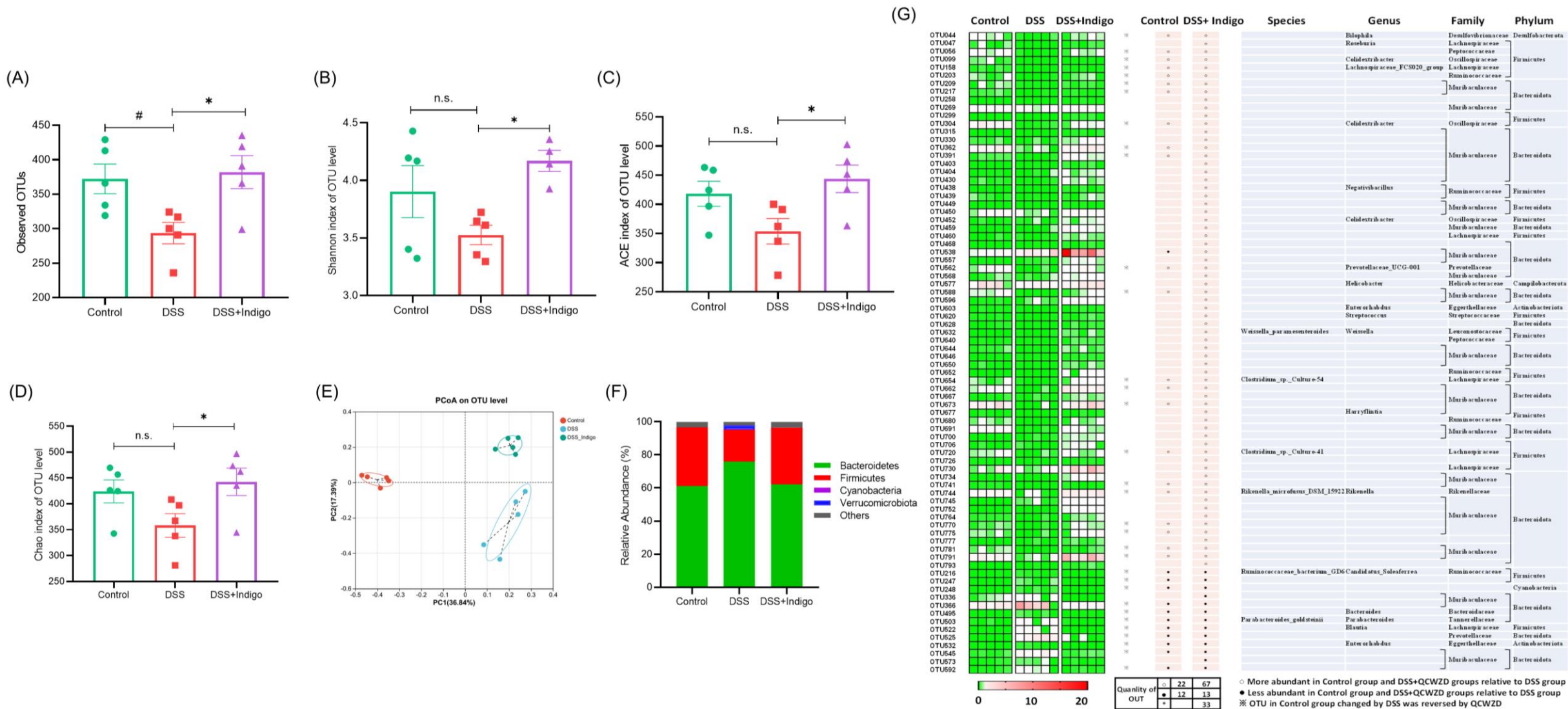
粪菌移植实验显示，接受靛蓝处理的供体菌群的结肠炎小鼠肠道炎症减轻，Th17/Treg细胞平衡得到重塑





# 结果

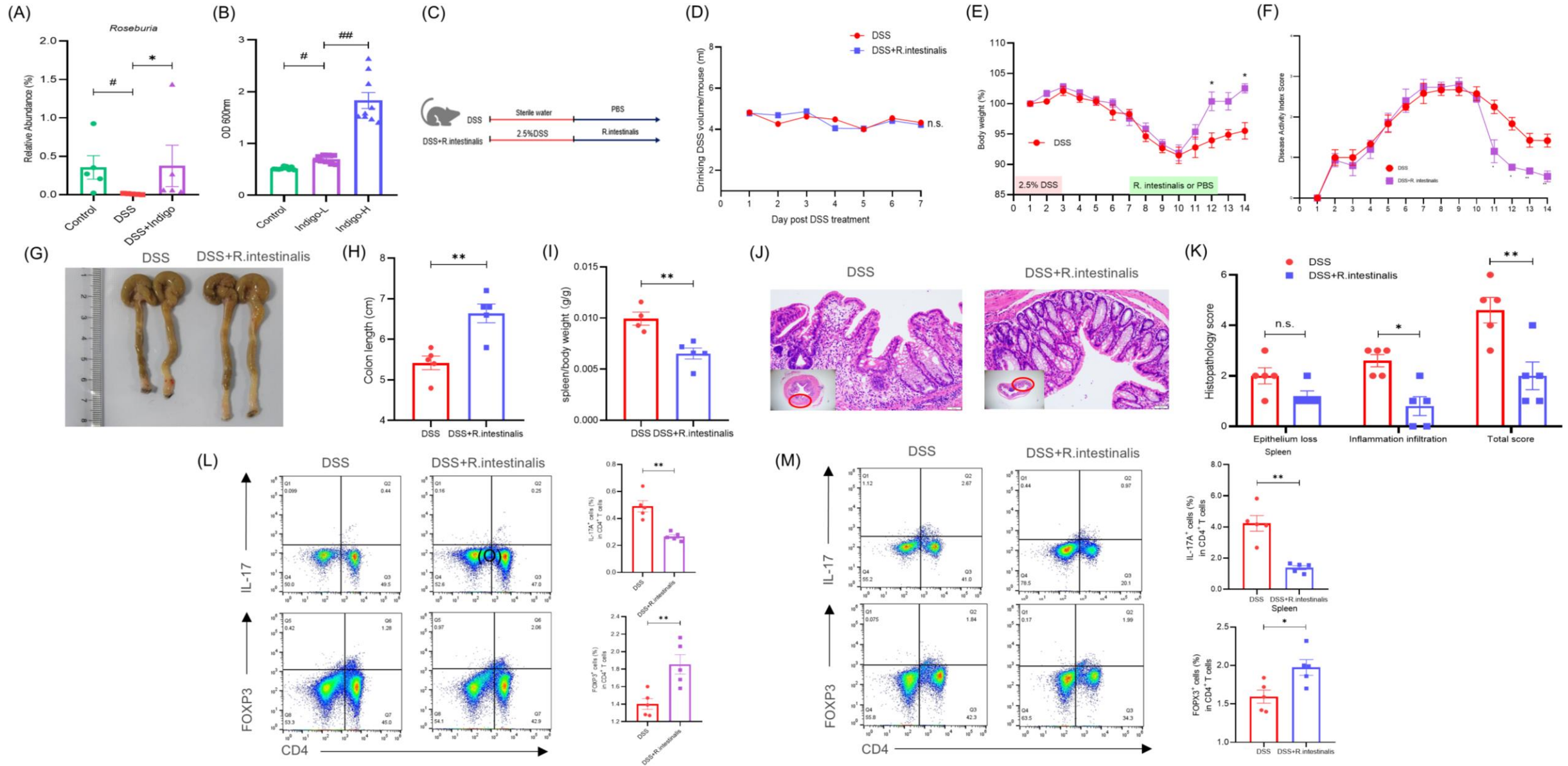
靛蓝能够调节溃疡性结肠炎小鼠的肠道菌群，尤其是上调粪便中*Roseburia* 含量





# 结果

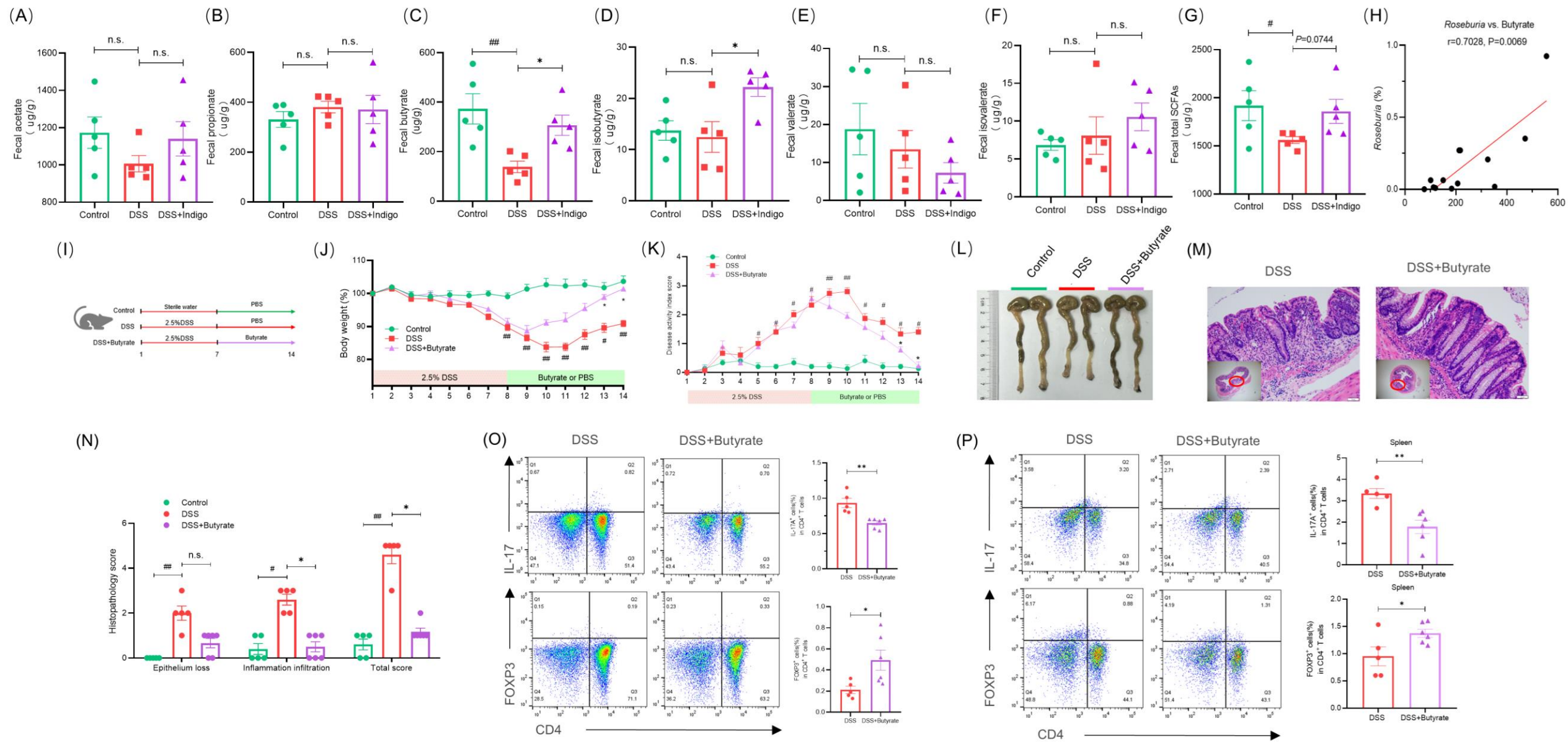
靛蓝富集的益生菌 *Roseburia intestinalis* 可减轻溃疡性结肠炎小鼠的肠道炎症，恢复Th17/Treg细胞平衡





# 结果

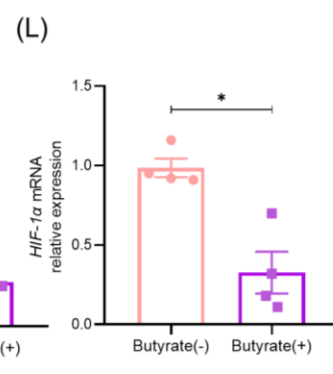
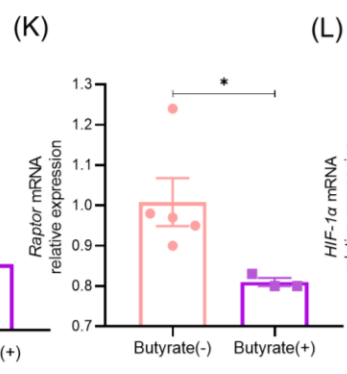
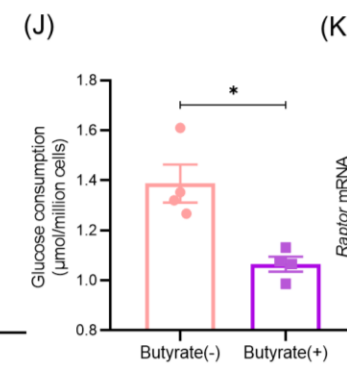
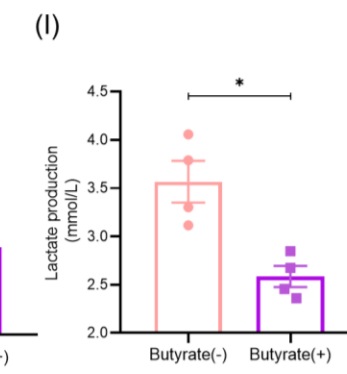
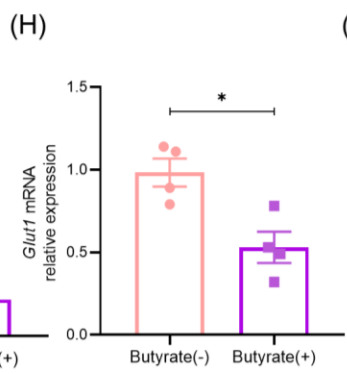
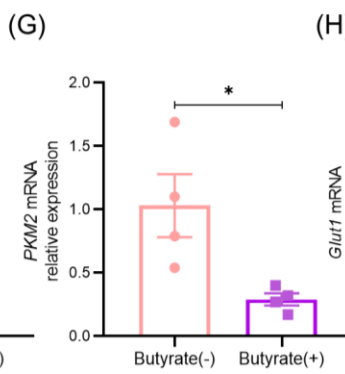
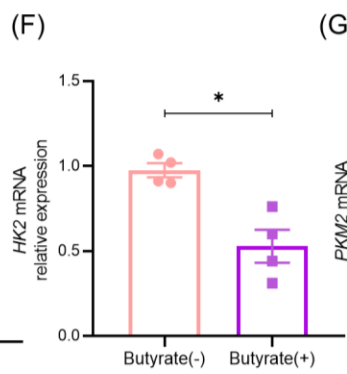
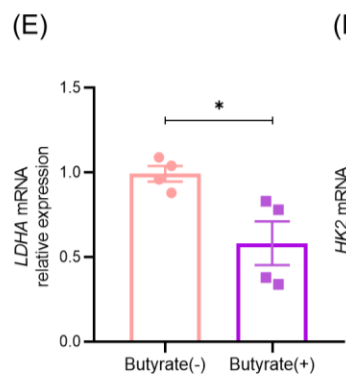
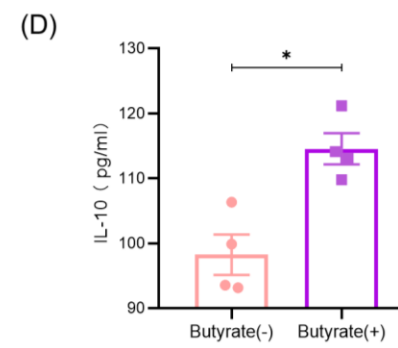
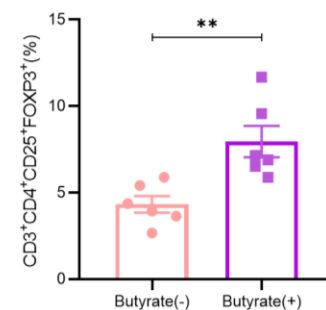
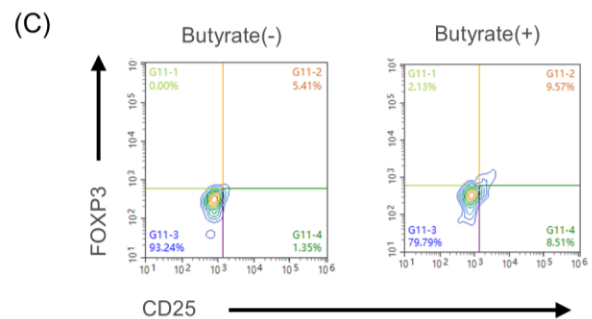
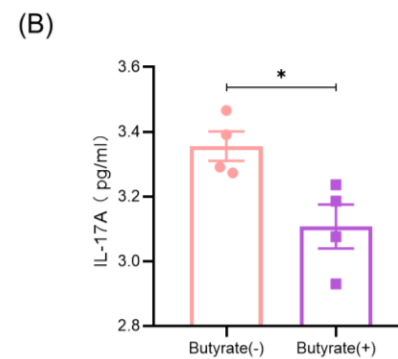
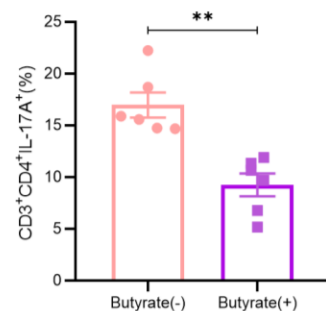
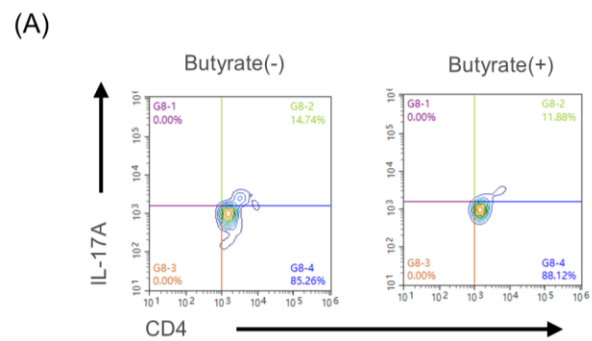
靛蓝富集的肠道菌群代谢物丁酸加速结肠炎小鼠肠黏膜愈合，并改善Th17/Treg细胞平衡





# 结果

肠道菌群代谢物丁酸调控naïve CD4<sup>+</sup> T细胞分化并调控Th17细胞代谢重编程

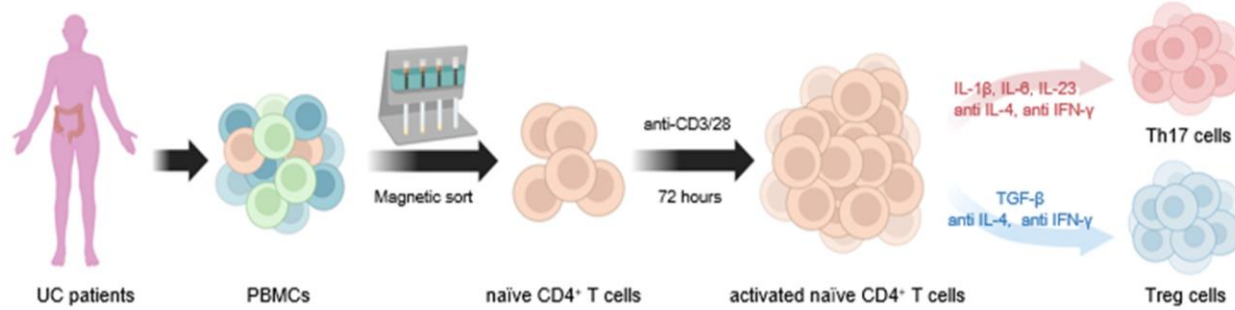




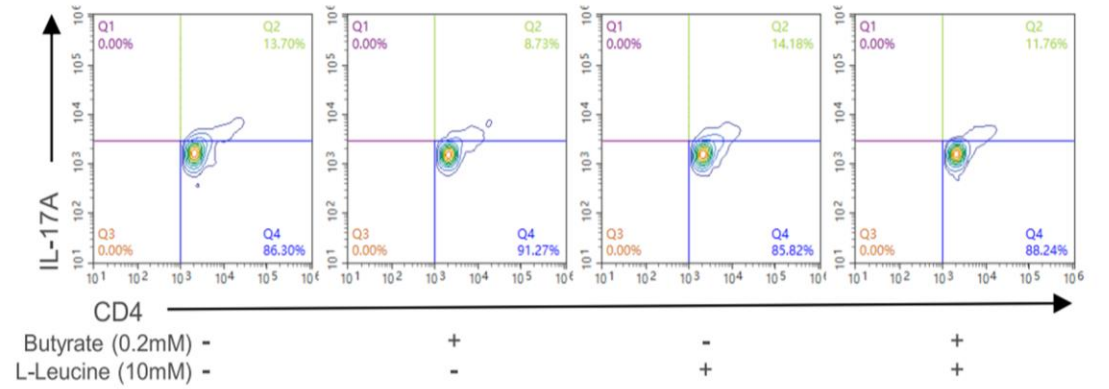
# 结果

□ mTORC1/HIF-1 $\alpha$ 信号通路参与了丁酸对naïve CD4<sup>+</sup> T细胞分化的调控过程

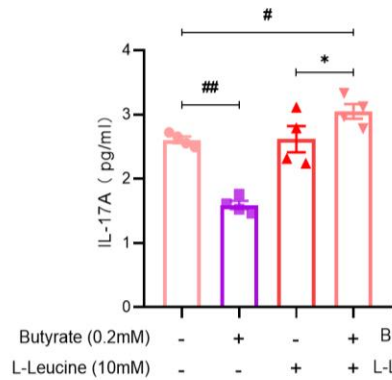
(A)



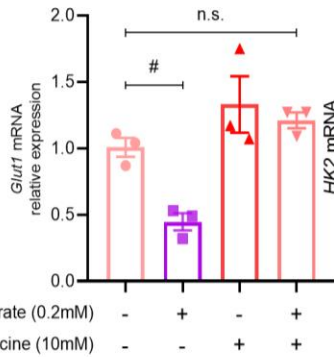
(B)



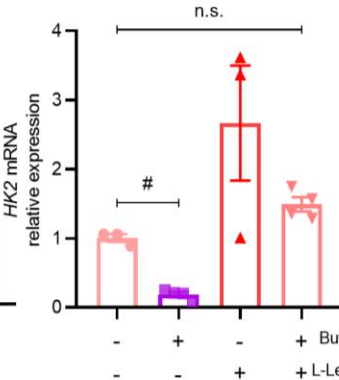
(C)



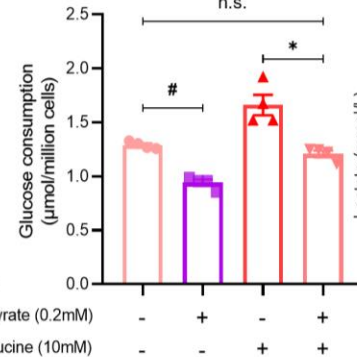
(D)



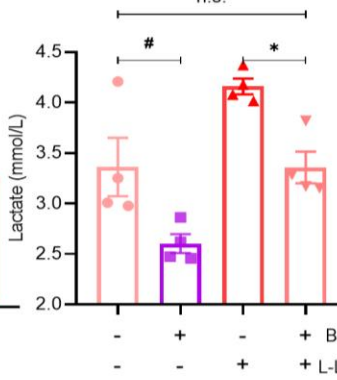
(E)



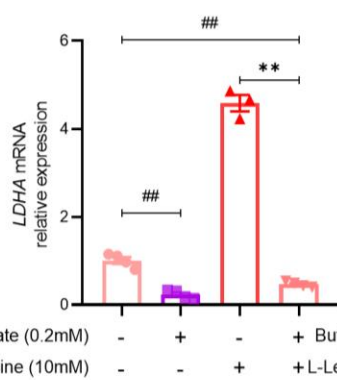
(F)



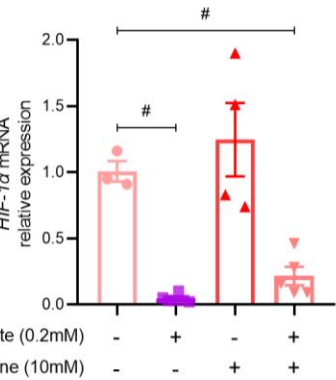
(G)



(H)



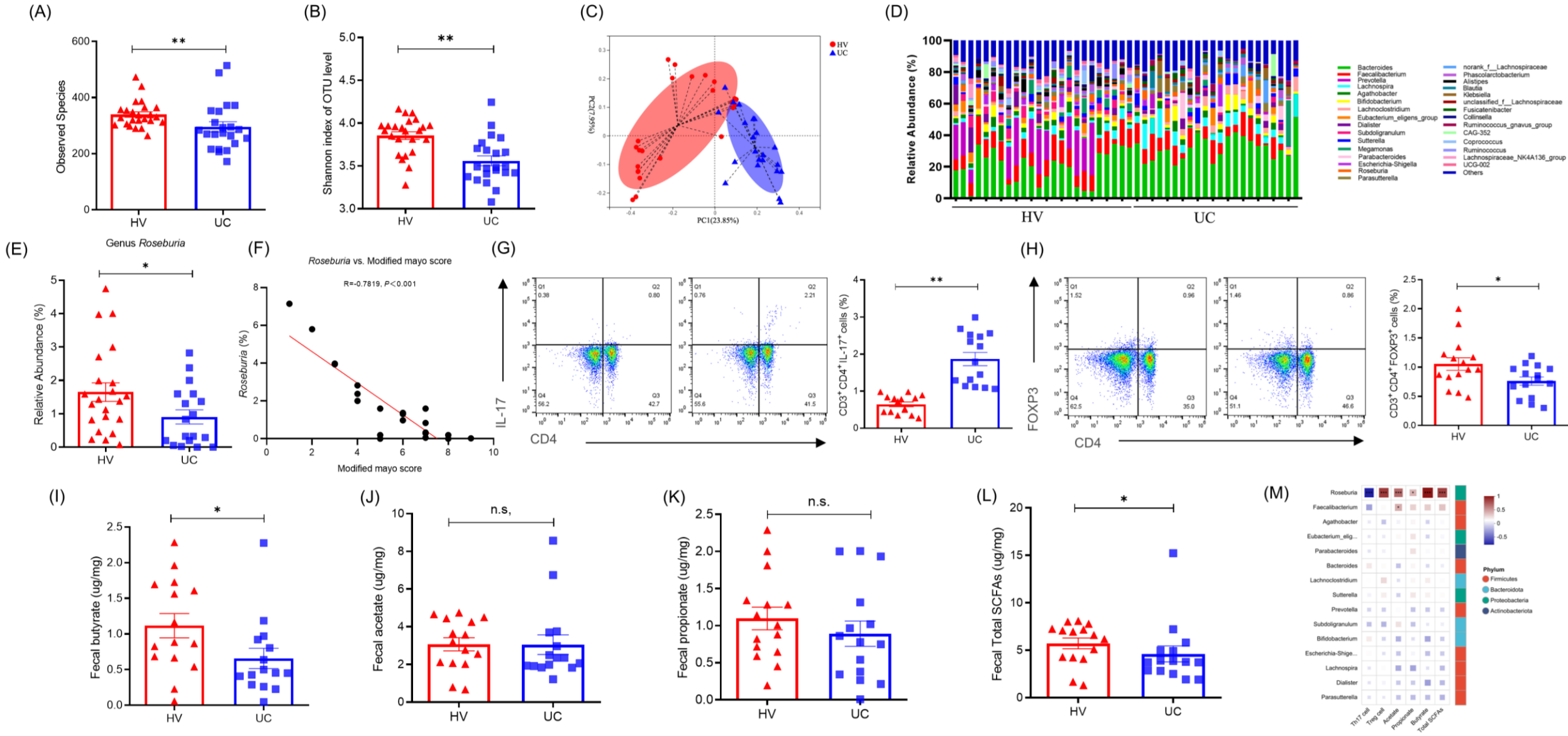
(I)





# 结果

□ 溃疡性结肠炎患者呈现明显的Th17/Treg失衡、肠道菌群失调，以及降低的丁酸水平



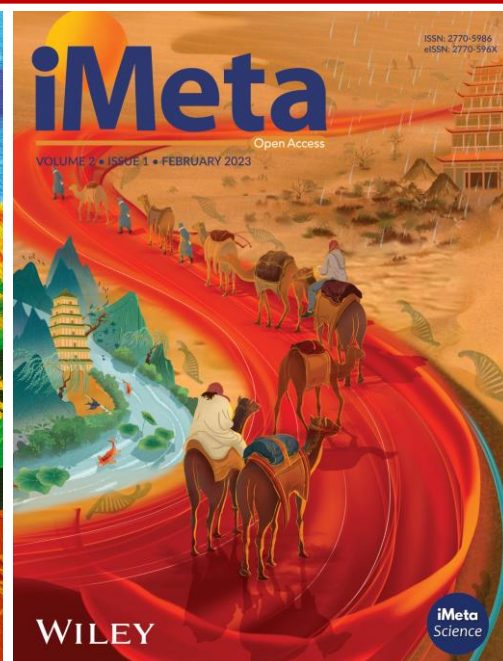
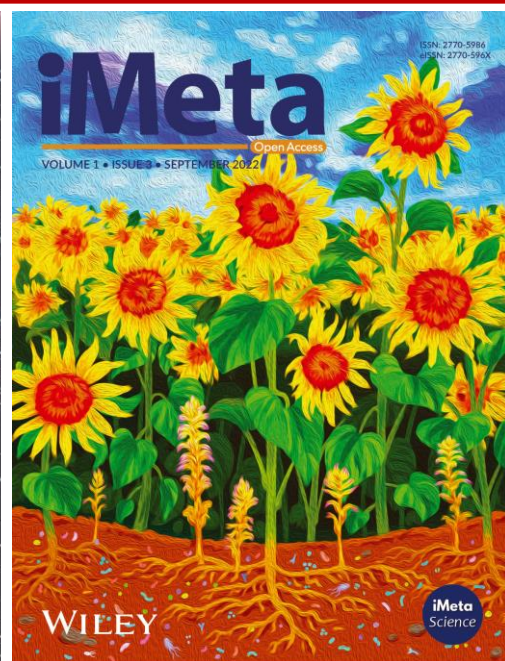


# 总结

- ❑ 靛蓝可通过调控Th17/Treg免疫平衡减轻溃疡性结肠炎小鼠的肠道炎症；
- ❑ 肠道菌群，尤其是*R. intestinalis*，介导靛蓝对溃疡性结肠炎的免疫保护作用；
- ❑ 靛蓝富集的*R. intestinalis*代谢物丁酸通过mTORC1/HIF-1 $\alpha$ 信号介导的代谢重编程调节naïve CD4<sup>+</sup> T细胞的分化；
- ❑ 溃疡性结肠炎患者呈现明显的Th17/Treg失衡、肠道菌群失调以及降低的丁酸水平。

Xing, Yunqi, Muyuan Wang, Yali Yuan, Jiayan Hu, Zhibin Wang, Zhongmei Sun, Mengyu Zheng, Lei Shi, Junxiang Li, and Tangyou Mao. 2025. “Gut Microbiota-Derived Butyrate Mediates the Anticolitic Effect of Indigo Supplementation Through Regulating CD4<sup>+</sup> T Cell Differentiation.” *iMeta* 4: e270040.

<https://doi.org/10.1002/imt2.70040>



“**iMeta**” (影响因子**23.8**)由威立、宏科学和千名华人科学家出版的期刊，主编刘双江和傅静远教授。  
收稿范围：任何领域高影响力的研究、方法和综述，重点关注生物技术、生物信息和微生物组等；  
影响力：[SCIE/WOS](#)、[PubMed](#)、[Google](#)、[Scopus](#)收录，**IF 23.8**位列**JCR**微生物学研究期刊**全球第一**；  
时效性：外审平均21天；投稿至发表中位数57天；  
“**iMetaOmics**”主编赵方庆和于君教授，定位**IF>10**的高水平交叉学科综合期刊，欢迎投稿！



主页: <http://www.imeta.science>

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



[office@imeta.science](mailto:office@imeta.science)

[imetaomics@imeta.science](mailto:imetaomics@imeta.science)



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

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



宣传片



[iMeta](#)

