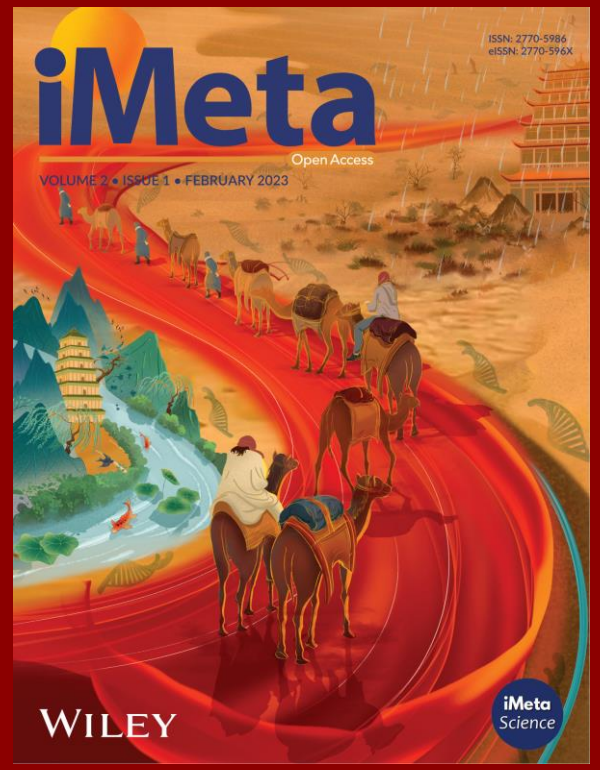
肠-X 轴

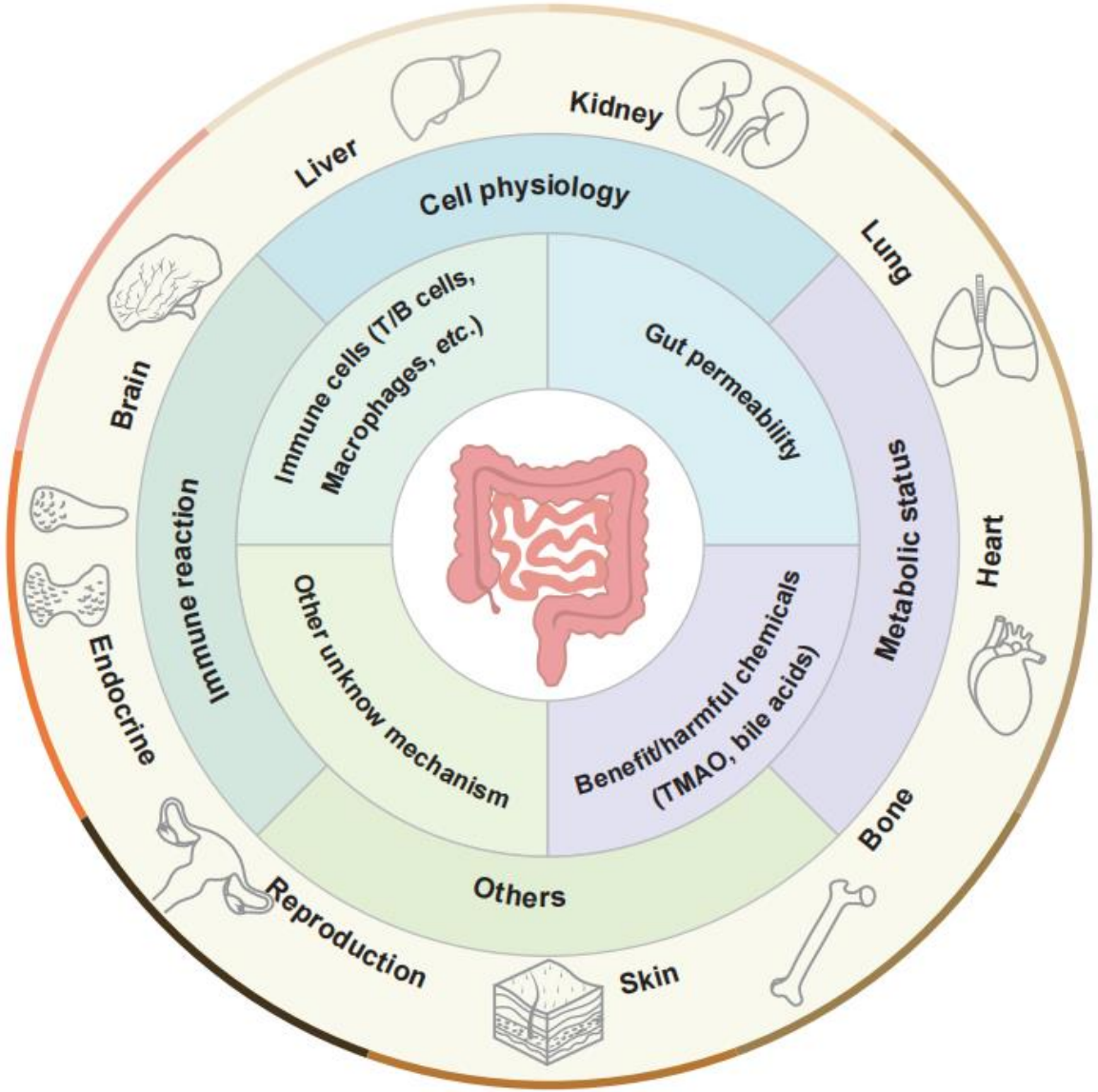
林旭[1,#], 于祖祥[2,#], 刘洋[3,#], 李长洲[4,#],胡绘[5,#],胡家淳[6,#], 刘冕[7,#],
杨琴[8], 顾鹏[8], 李嘉欣[8], Kutty Selva Nandakumar[9], 胡高飞[2], 张琪[2], 陈兴宇[3],
马慧慧[3], 黄文烨[3], 王高峰[4,*], 王琰[6,*], 黄莉萍[7,*], 吴文娟[5,*],
刘宁宁[10,*], 张晨虹[11,*], 刘星吟[3,*], 郑乐民[2,*], 陈鹏[8*]

[1]南方医科大学顺德医院，佛山，中国
[2]北京大学，北京，中国
[3]南京医科大学，南京，中国
[4]南方医科大学南方医院整形外科，广州，中国
[5]同济大学，上海，中国
[6]中国医学科学院药物研究所，北京，中国
[7] 南方医科大学南方医院妇产科，广州，中国
[8]南方医科大学基础医学院，广州，中国
[9]卡罗林斯卡学院，瑞典
[10]上海交通大学医学院，上海，中国
[11]上海交通大学生物技术学院，上海，中国



Xu Lin, Zuxiang Yu, Yang Liu, Changzhou Li, Hui Hu, Jia-Chun Hu, Mian Liu, Qin Yang, Peng Gu, Jiaxin Li, Kutty Selva Nandakumar, Gaofei Hu, Qi Zhang, Xinyu Chen, Huihui Ma, Wenye Huang, Gaofeng Wang, Yan Wang, Liping Huang, Wenjuan Wu, Ning-Ning Liu, Chenhong Zhang, Xingyin Liu, Leming Zheng, Peng Chen. Gut-X Axis. ***iMeta*** 4: e270. https://doi.org/10.1002/imt2.270

简介



“肠-X 轴”的一般调制机制

亮点

- 肠道和肠道微生物群调节肠外器官的稳态
- 肠道微生物群衍生的生物活性物质调节肠外器官疾病的发展
- 靶向肠道微生物群是治疗肠外器官疾病的一种很有前途的策略

1、肠肝轴

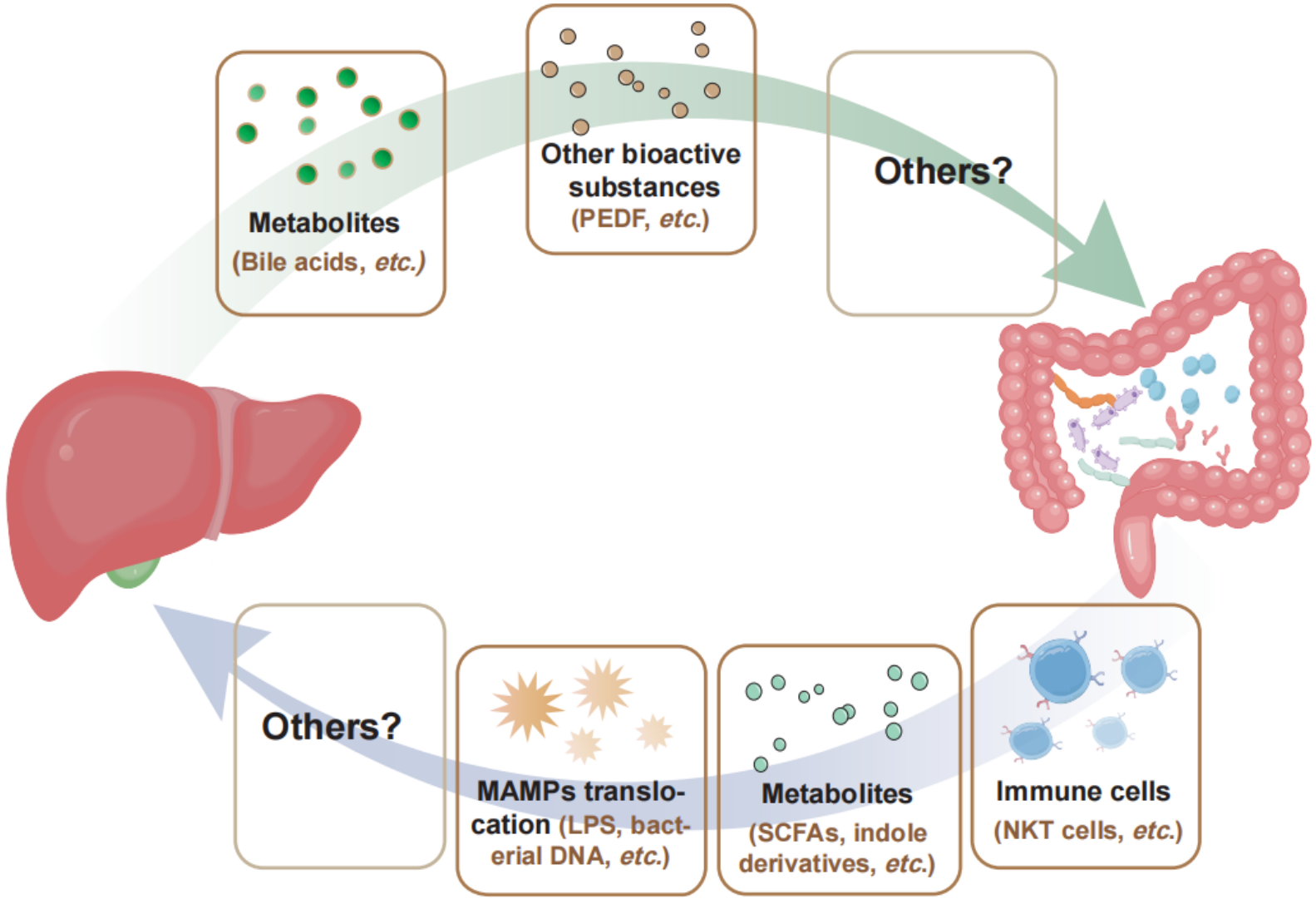


图1. 肝脏和肠道之间的连接是双向

小结

- 肠道和肠道微生物群可能影响几乎所有类型肝病的进展
- 未来的研究应旨在通过鉴定其他有益的肠道分子/细胞和微生物种类/产物来进一步表征和探索肠-肝轴的分子机制。这些发现需要快速转化，以改进肝病的治疗
- 成功转化为临床的机会非常有限，因此不切需要基于有前途的基础研究的临床试验

2、肠肾轴

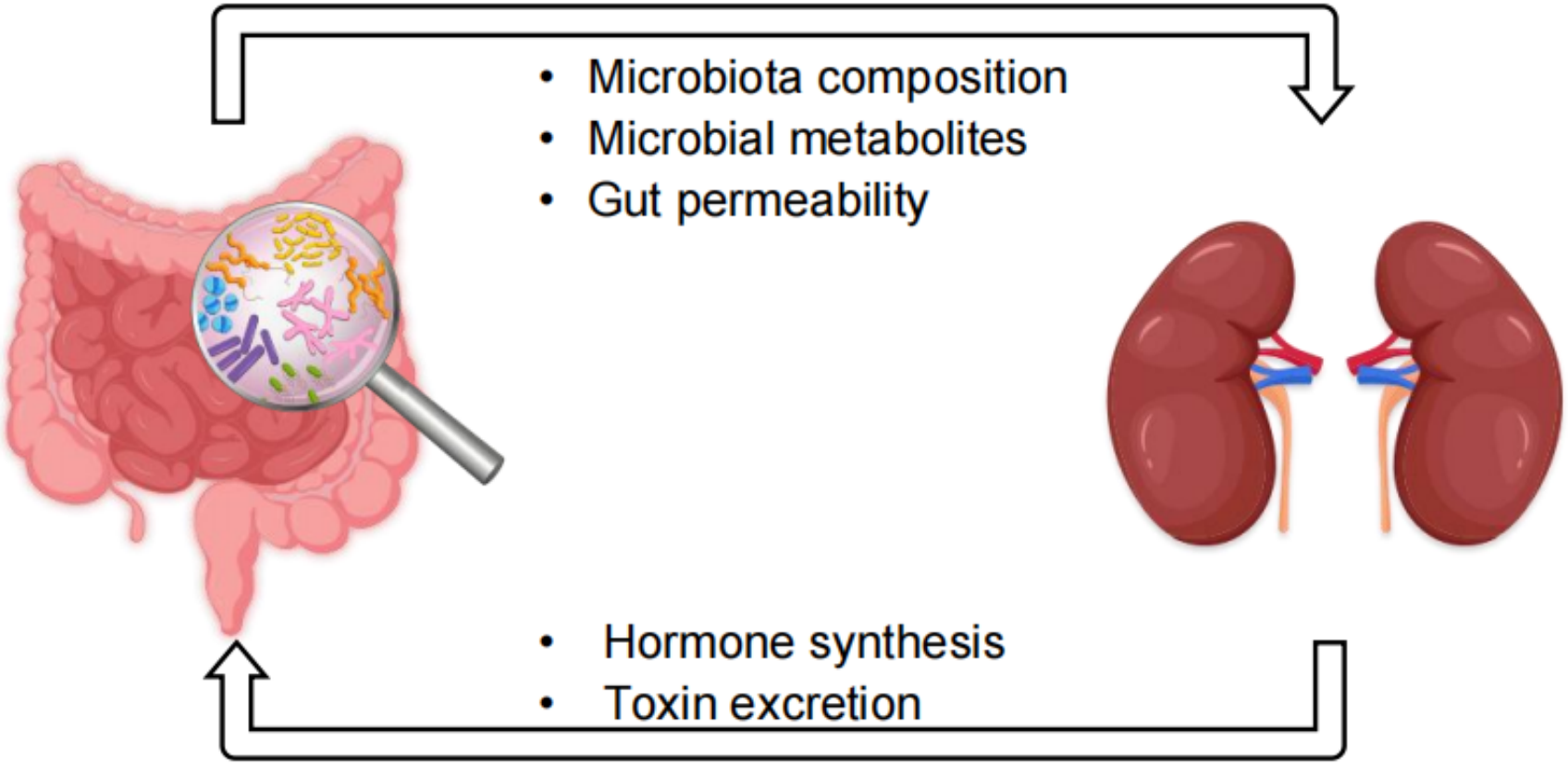


图2. 肠-肾轴交互调控机制

2、肠肾轴

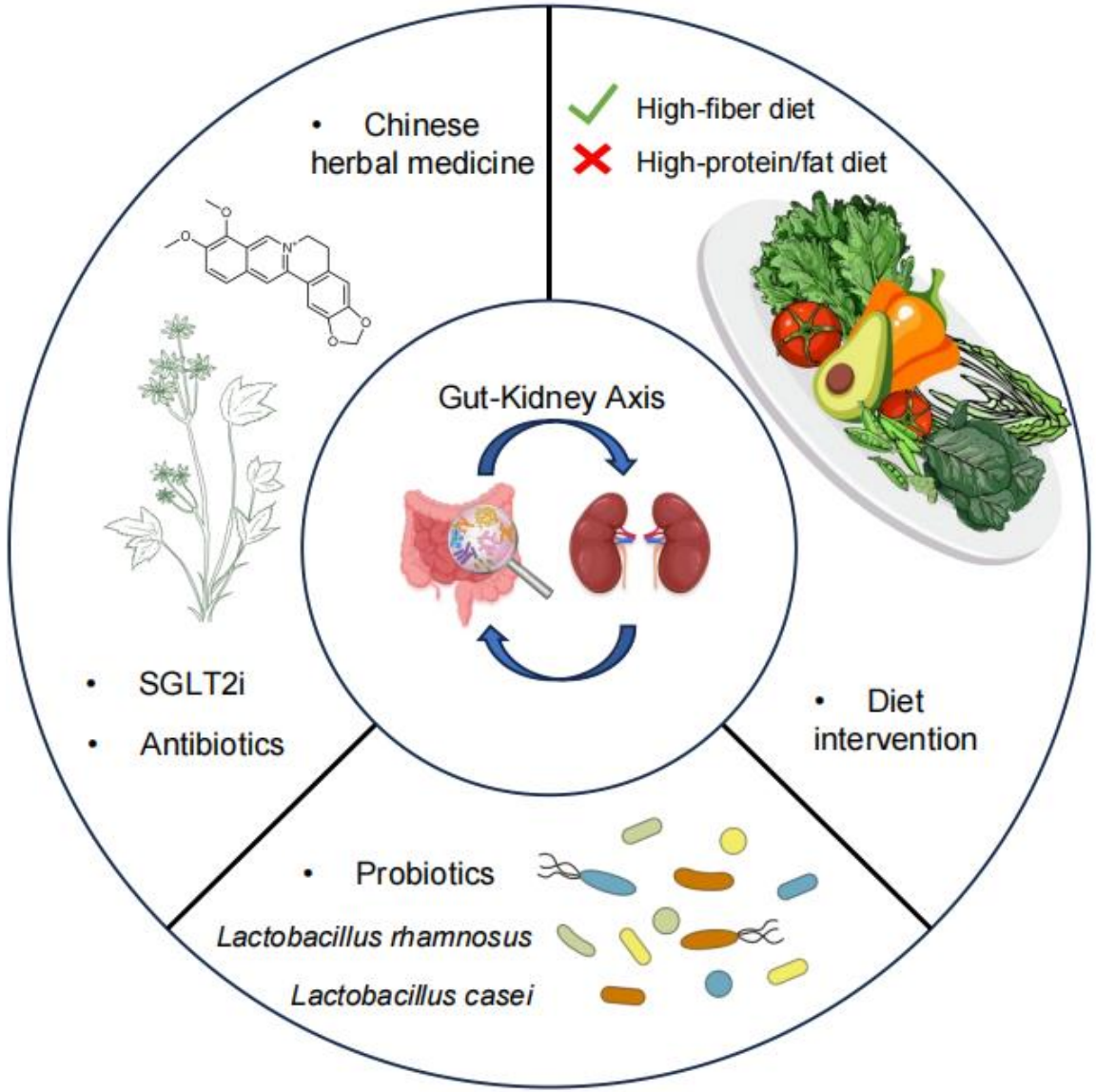


图 3. 基于肠肾轴的干预策略

小结

- 肠道微生态失衡加速了肾功能的丧失
- 肠肾轴的稳态失衡也会影响其他轴的正常功能
- 通过恢复肠道稳态，可以控制肾脏疾病
- 肠道微生物组研究在肾脏疾病治疗中的应用前景广阔，但在临床转化过程中仍有一系列挑战需要克服

3、肠肺轴

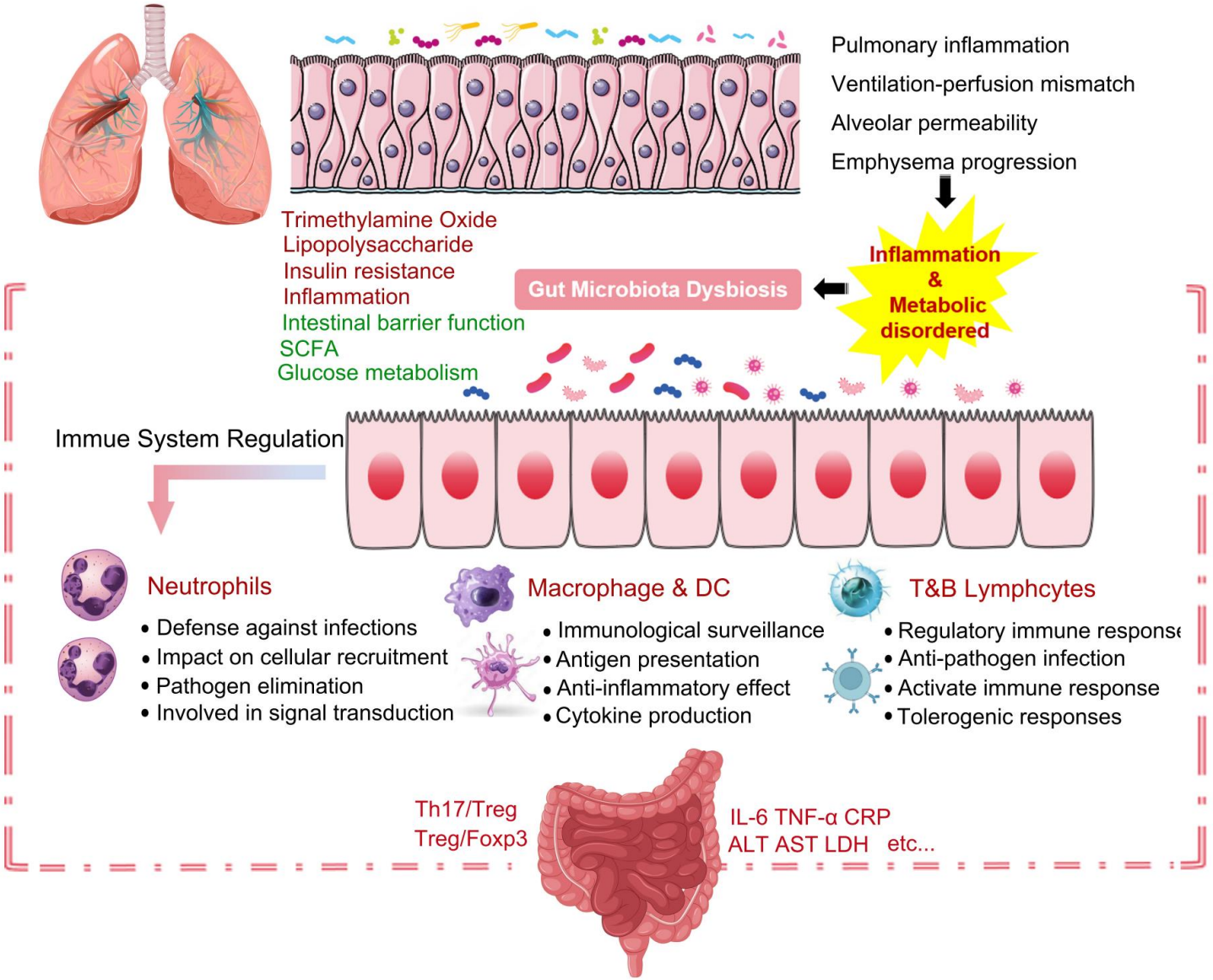


图 4. 肠-肺轴由免疫和内分泌途径介导

3、肠肺轴

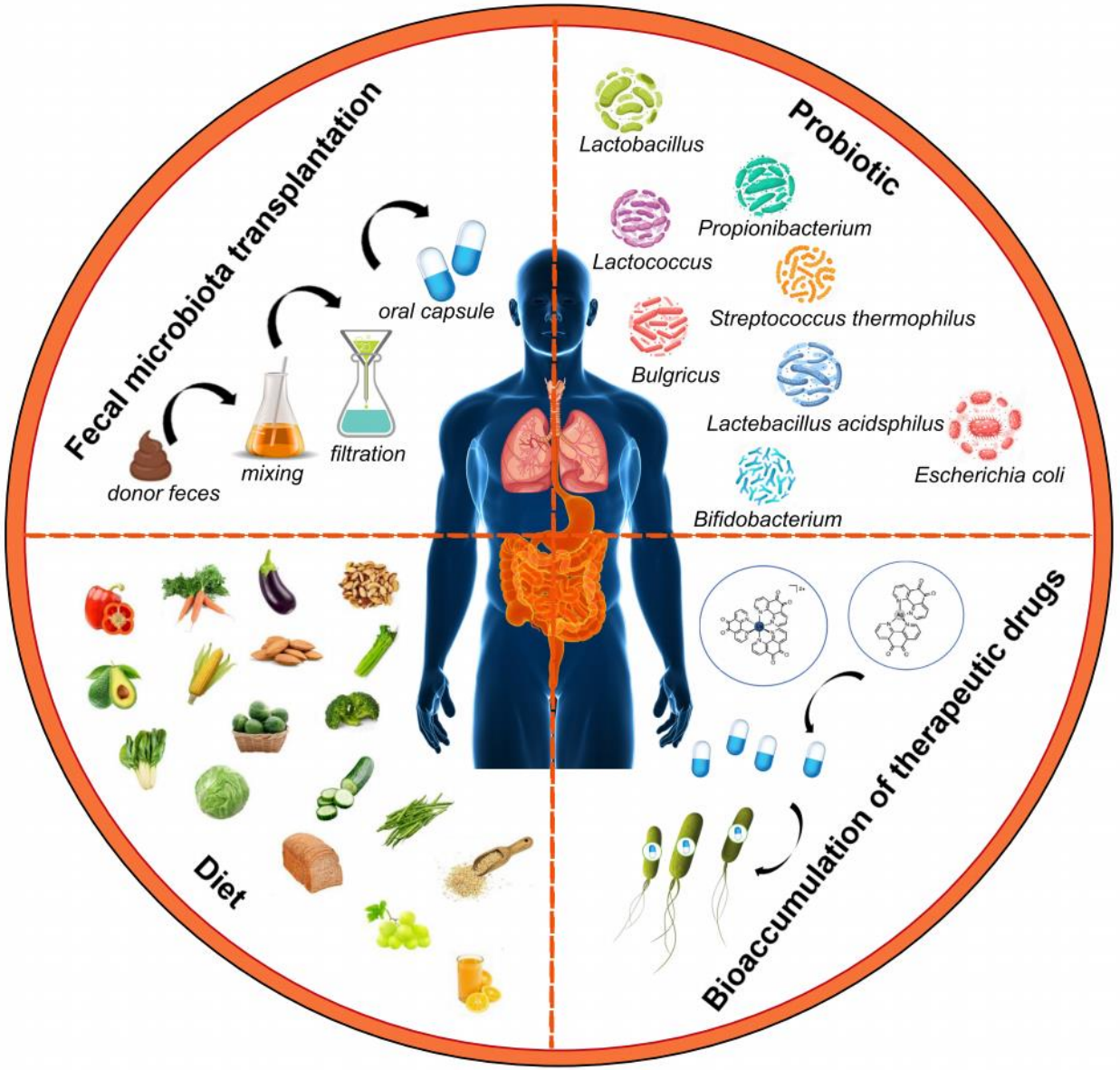


图 5. 针对肠肺轴的治疗策略

3、肠肺轴

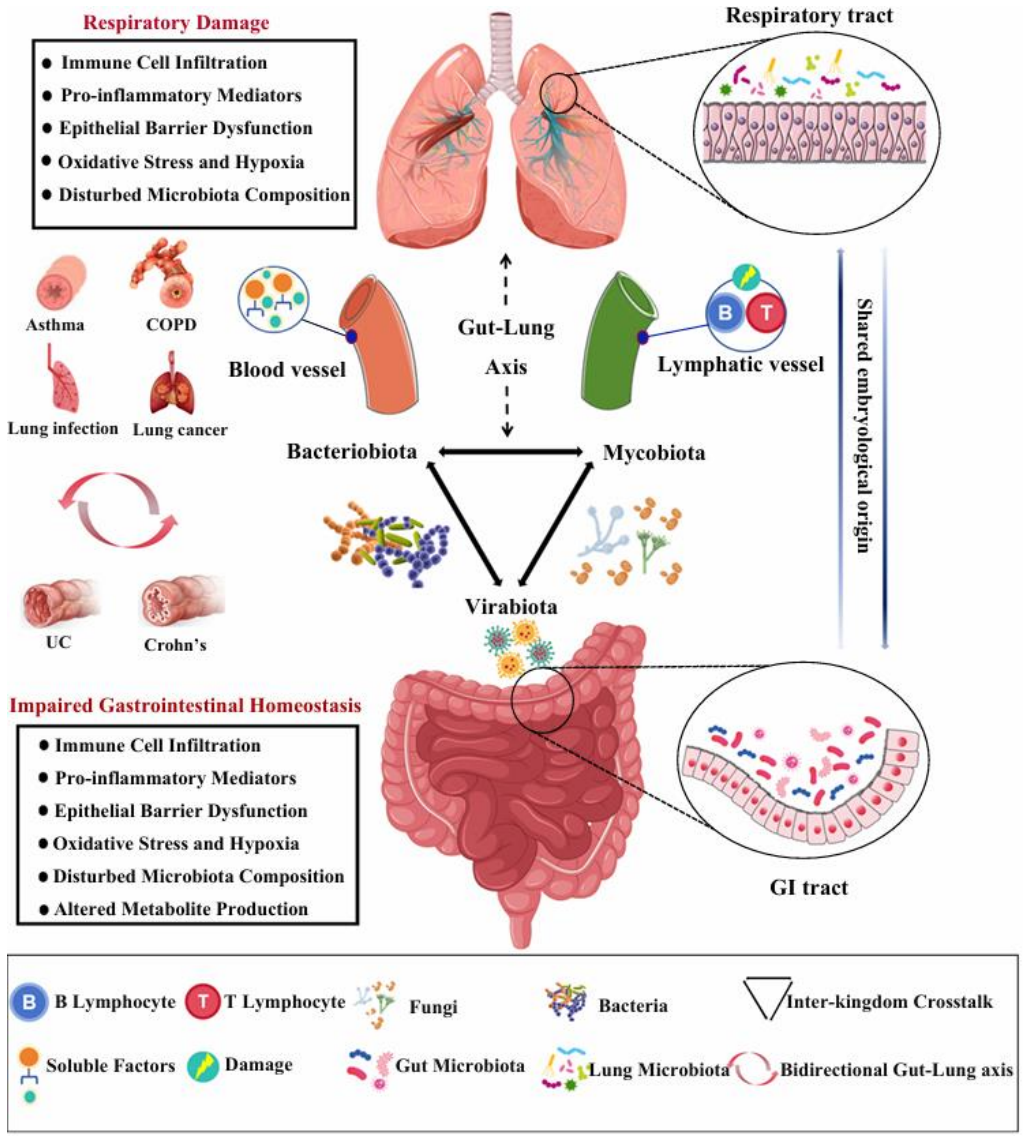


图 6. 肠肺轴：健康和疾病的双向相互作用

小结

- 肠道和呼吸系统之间存在显着而复杂的相互作用，肠道微生物群的生态失调与哮喘、慢性阻塞性肺病、肺癌和呼吸道感染等常见呼吸系统疾病的病因和进展有关。
- 针对肠肺轴的干预措施为预防和治疗各种呼吸系统疾病提供了有效的策略。
- 我们对肠肺轴机制的理解仍处于起步阶段，肺部疾病与肠道菌群之间的因果关系需要进一步阐明。

4、肠心轴

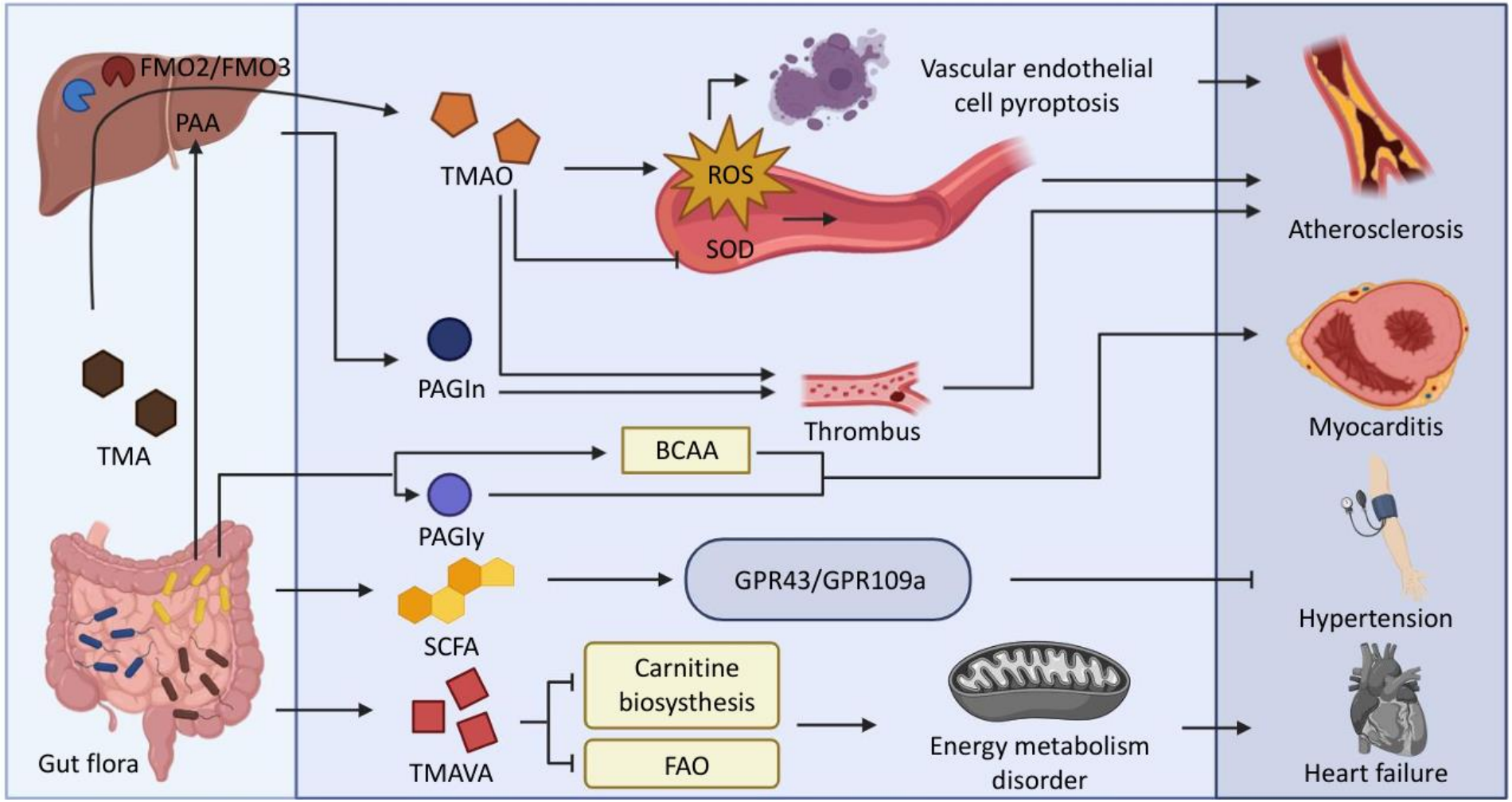


图 7. 肠道微生物组代谢物（TMAO、PAGIn、SCFA 和 TMAVA）通过各种机制影响 CVD 的发展

小结

- CVD 的发展会影响肠道微生物组的组成，反过来，肠道微生物组会调节 CVD 的进展。
- 研究肠道微生物组如何调节 CVD 将有助于开发新的治疗策略。针对肠心轴的 CVD 的主要治疗方法包括饮食干预和益生菌补充剂。
- 前可用于 CVD 的大多数益生菌或药物都处于研究或临床试验阶段。因此，需要进一步的研究来确定这些干预措施的有效性和安全性。

5、肠骨轴

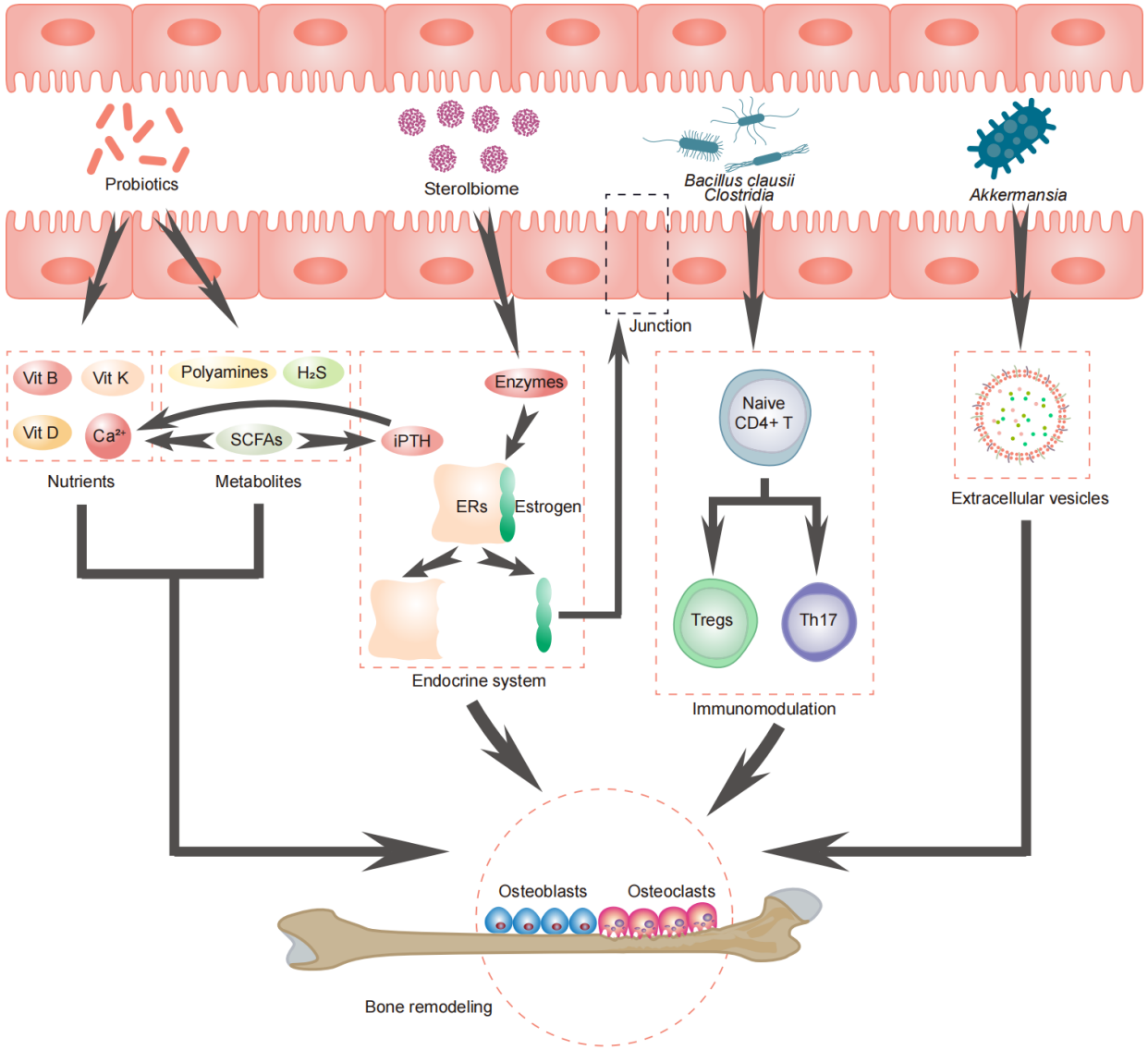


图 8. 肠道微生物群调节骨代谢的潜在机制

小结

- 肠道微生物群通过影响多种骨骼相关因素来运作“肠-骨”轴，从而调节骨骼代谢
- 肠道微生物群及其代谢物通过影响营养吸收、免疫调节、内分泌系统和细胞外囊泡来影响骨骼健康
- 几种与肠道微生物群相关的新型疗法已经证明了益生菌作为骨质疏松症治疗方法的潜力。这些方法值得进一步探索它们在未来骨质疏松症患者中的潜在应用

6、肠皮轴

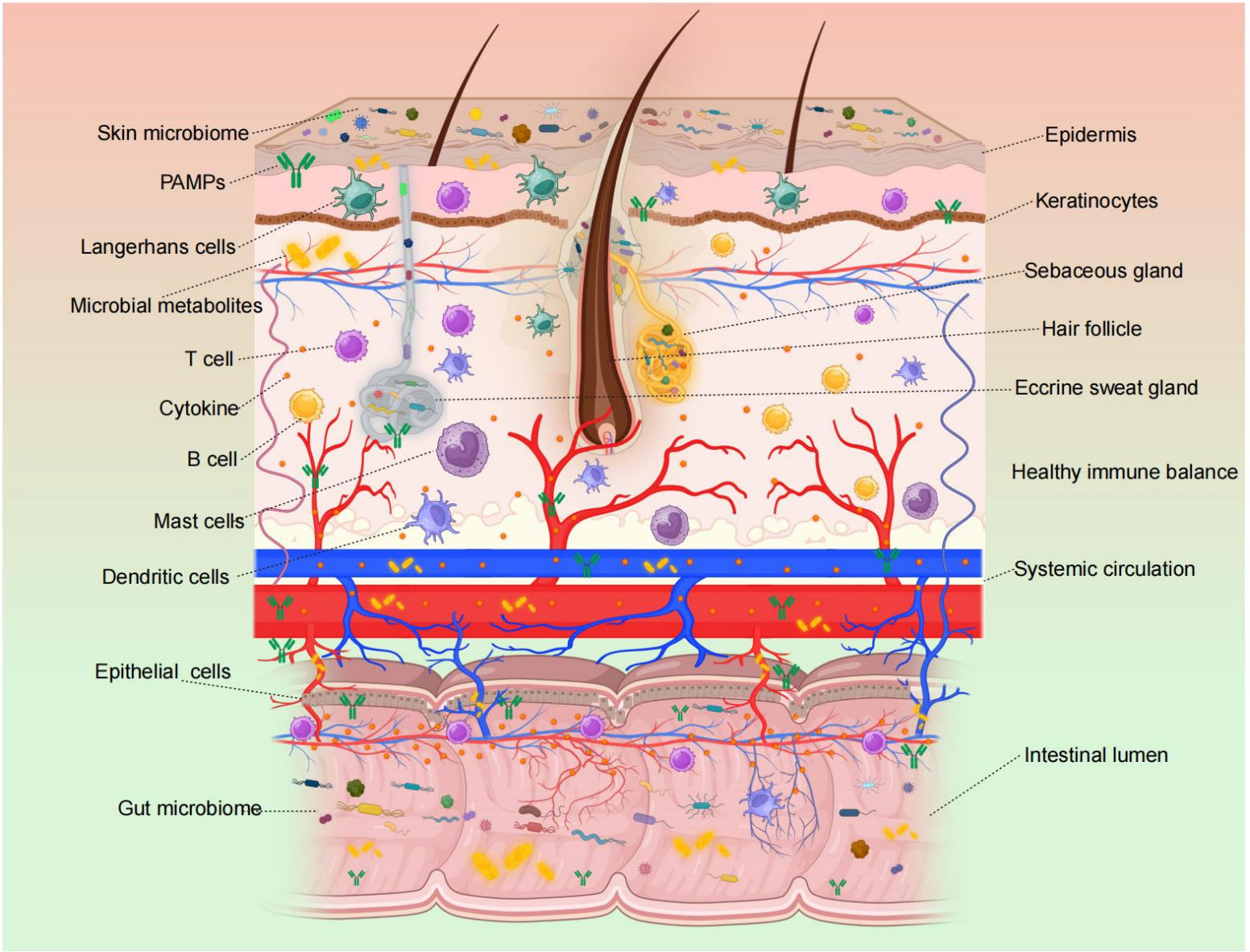


图 9. 肠道与皮肤交互

6、肠皮轴

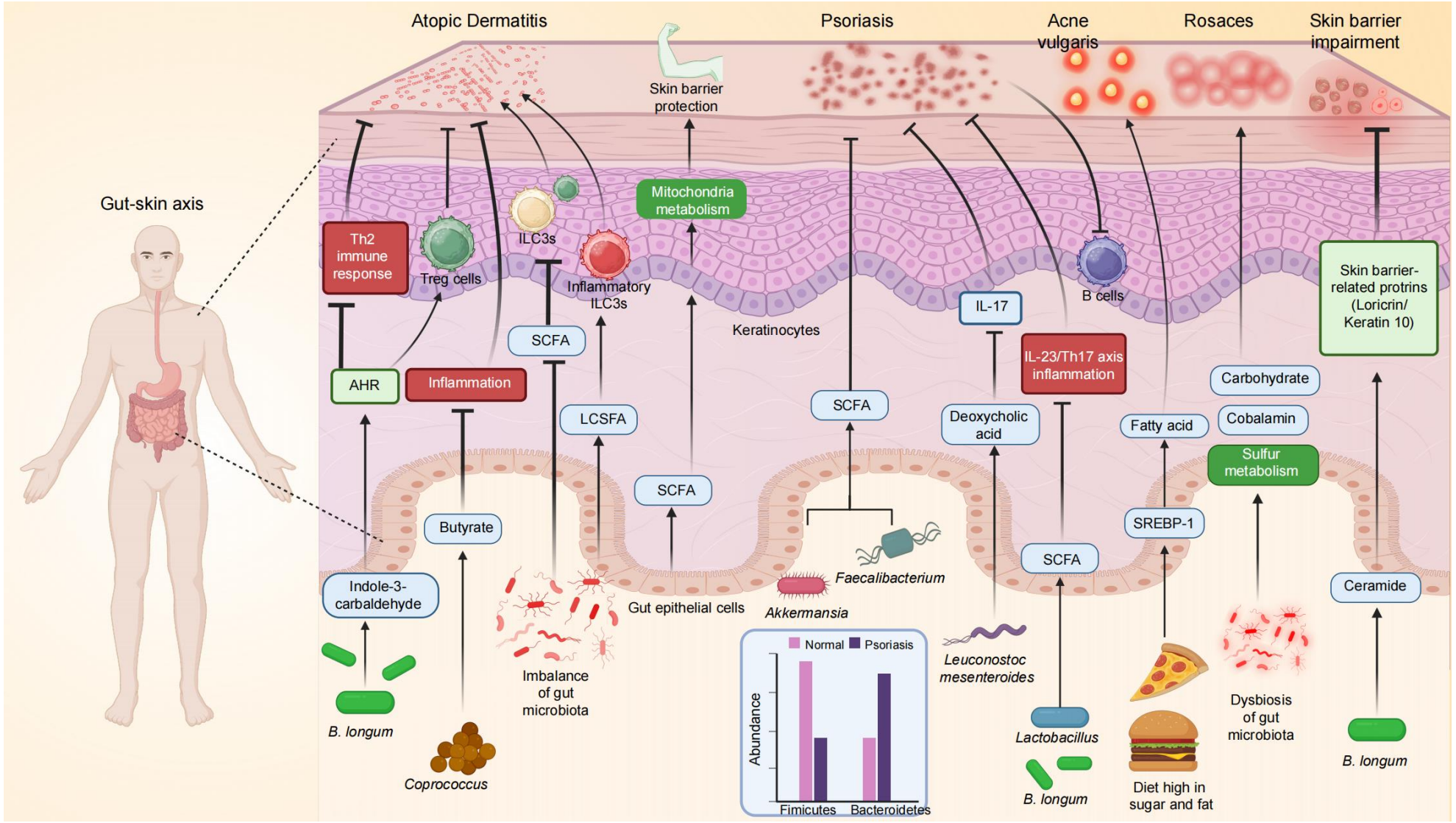


图 10. 皮肤病与肠道系统之间的联系

小结

- 定植于肠道和皮肤的微生物在屏障稳态中起着关键作用，肠道微生物疾病会影响皮肤的健康。
- 可以通过改善肠道微生物以及食用益生菌和益生元来有效修复皮肤屏障来调节皮肤健康。靶向肠道微生物群代表了一种管理皮肤问题的新方法。
- 进一步阐明肠道微生物在皮肤屏障中的具体作用，并为皮肤健康管理制定个性化的治疗措施，将在不久的将来具有非常有前途的临床应用。

7、肠生殖轴

- 肠道微生物群的稳态通过在女性生殖的每个阶段和水平与雌激素等性激素相互作用，在生殖健康中起着关键作用
- 微生物群组成和功能的异常导致许多生殖疾病的发生和发展
- 肠道菌群失调与生殖功能障碍之间的因果关系仍然难以捉摸
- 需要进行未来的研究，以揭示肠道微生物群失调的确切病理影响以及肠道微生物群失衡与生殖疾病之间关联的分子机制，这将极大地促进新的治疗和预防策略的开发

8、肠内分泌轴

- 肠道-内分泌轴涉及肠道菌群、肠内分泌细胞和内分泌器官之间的复杂相互作用，在人类健康和疾病中发挥着不可或缺的作用

- 肠内分泌细胞是肠上皮的一部分，分布在整个消化道中。它们分泌各种激素，如胰高血糖素样肽-1 （GLP-1）、肽 YY （PYY） 和胃抑制肽（GIP），调节食欲、胰岛素分泌和胃肠蠕动，其功能受肠道微生物群的影响

- 通过高纤维饮食等方法调控肠道菌群以缓解 T2D 具有广阔的应用前景，但仍处于早期阶段，在临床应用前面临诸多挑战

9、肠脑轴

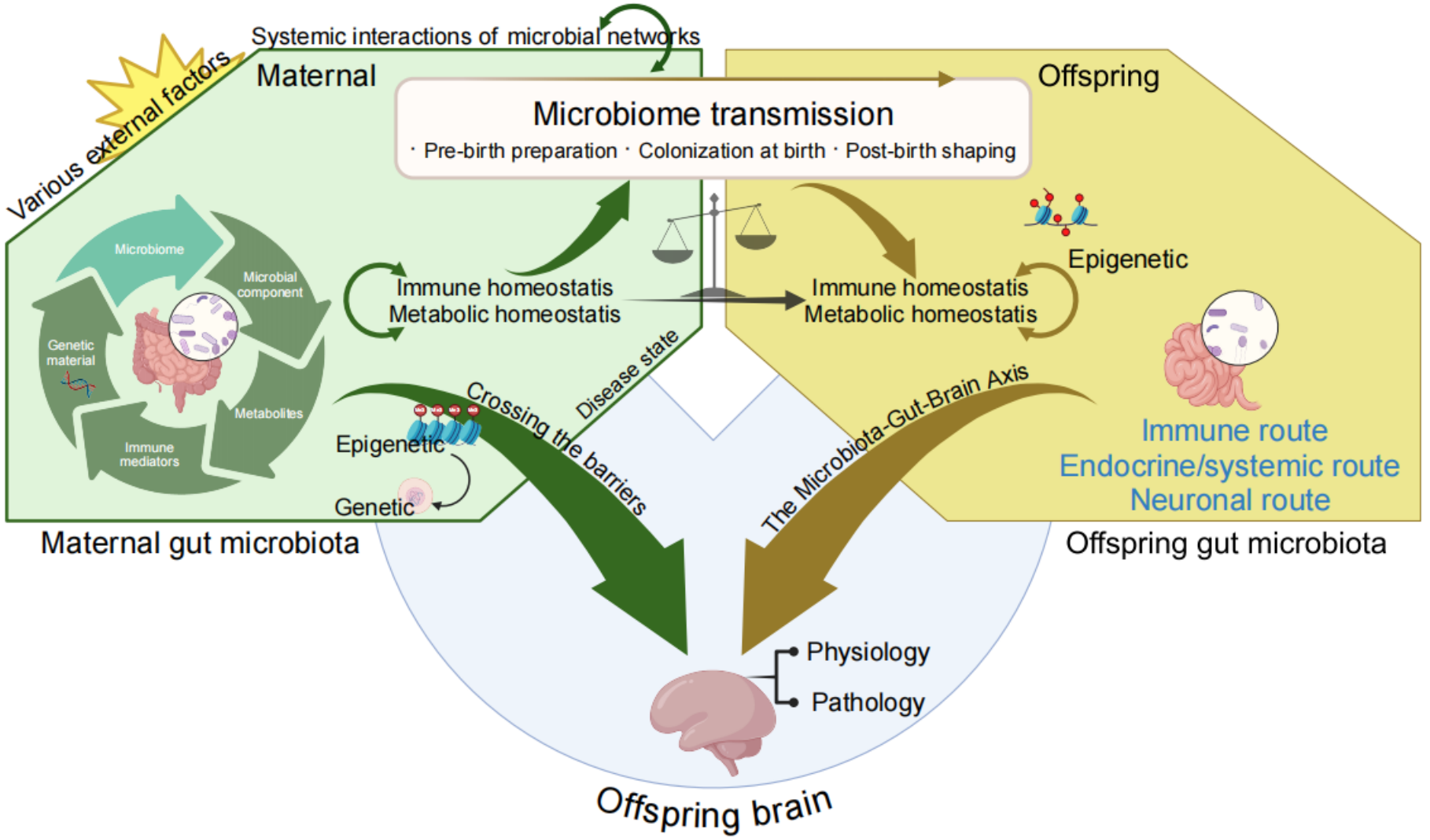


图 11. 母系和后代宿主系统中肠道和大脑之间的相互作用途径

9、肠脑轴

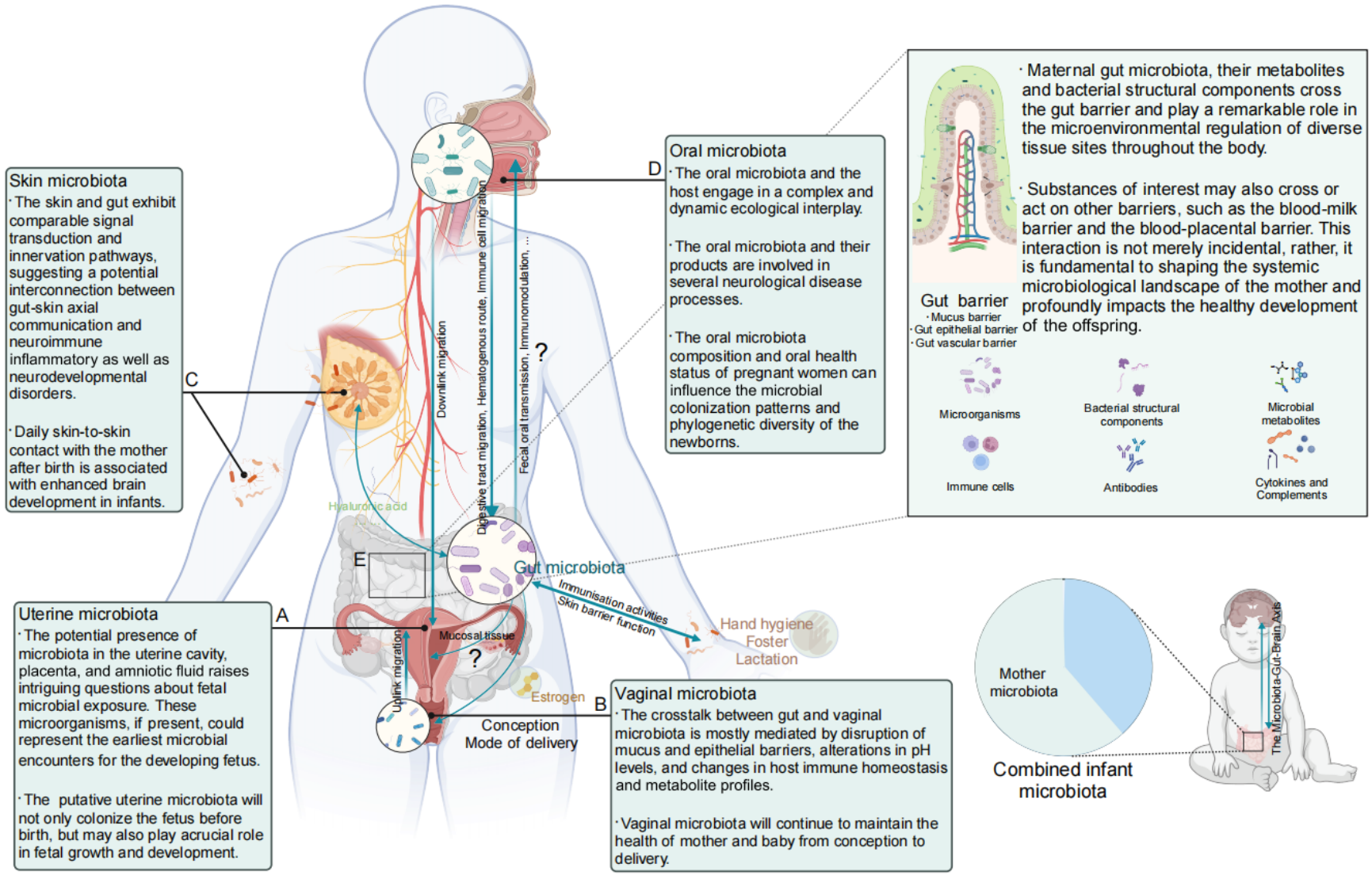


图 12. 概念框架：母体肠道微生物群的系统相互作用影响后代神经发育的机制

9、肠脑轴

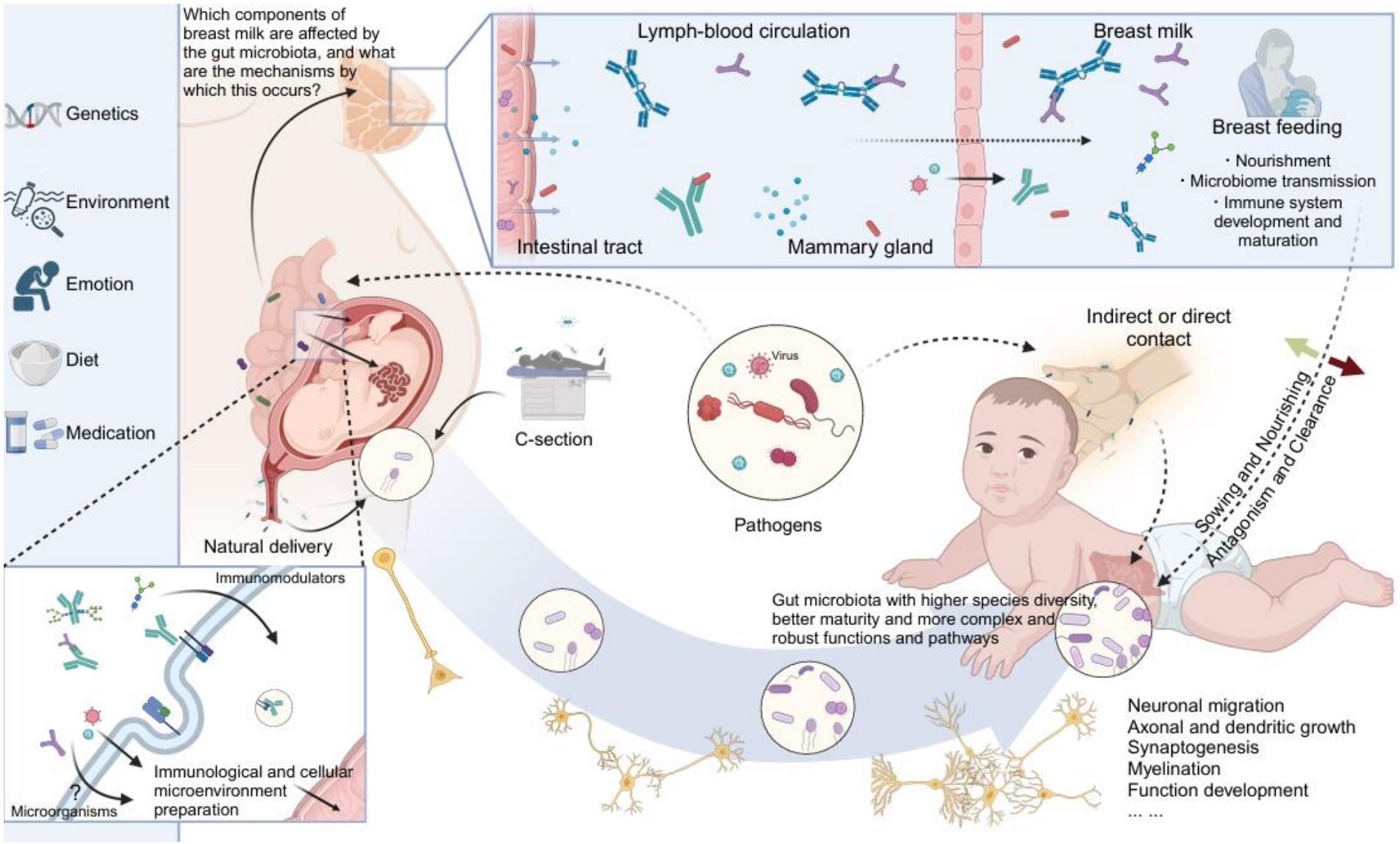


图 13. 母体肠道微生物群通过影响肠道微生物定植来调节后代的神经发育

9、肠脑轴

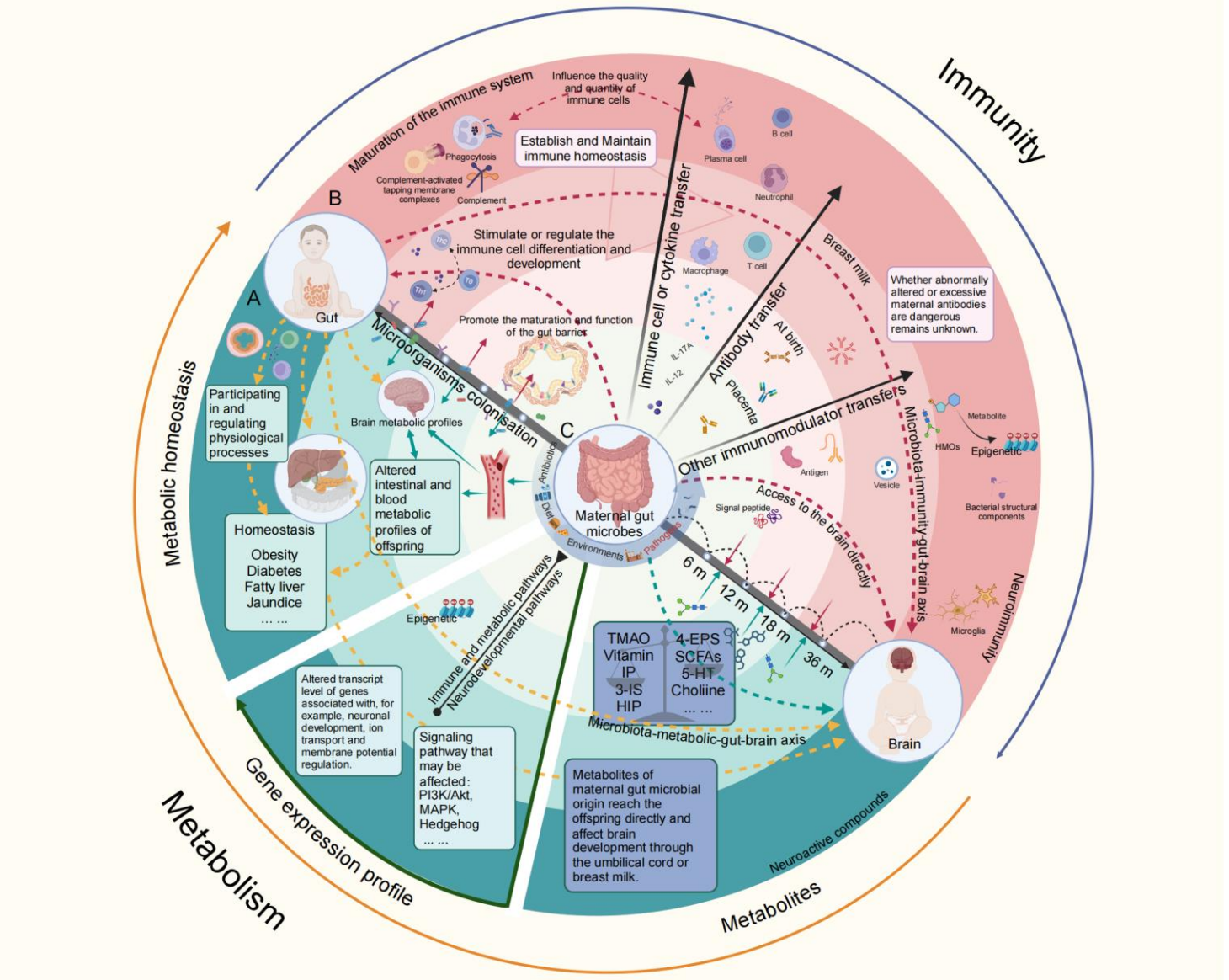


图 14. 母体肠道微生物群通过微生物群-代谢/免疫-肠-脑轴影响后代的神经发育

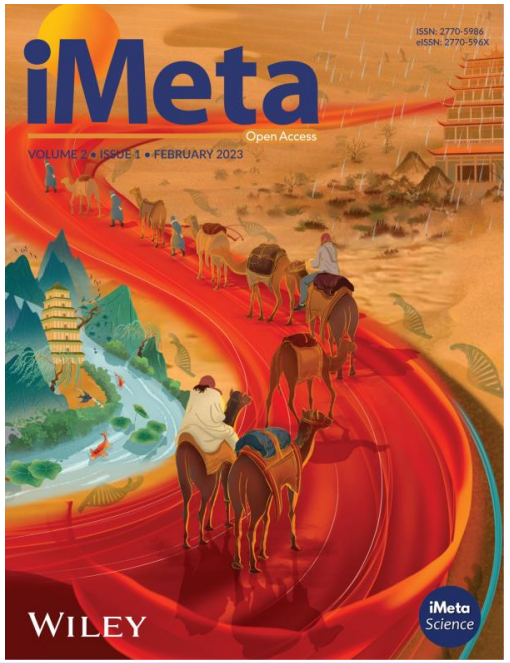
小结

- 健康的母体微生物群与后代的免疫、代谢和神经系统之间的频繁相互作用对于指导后代的大脑发育至关重要。
- 本文从微生物定植、基因表达、免疫和代谢等角度总结了母体肠道菌群调控子代神经发育的可能途径。
- 研究细菌传播过程中基因结构的变化和适应性进化将有助于识别源自细菌群落内在能力的新靶点，这些靶点可用于增强健康和预防疾病。

Xu Lin, Zuxiang Yu, Yang Liu, Changzhou Li, Hui Hu, Jia-Chun Hu, Mian Liu, Qin Yang, Peng Gu, Jiaxin Li, Kutty Selva Nandakumar, Gaofei Hu, Qi Zhang, Xinyu Chen, Huihui Ma, Wenye Huang, Gaofeng Wang, Yan Wang, Liping Huang, Wenjuan Wu, Ning-Ning Liu, Chenhong Zhang, Xingyin Liu, Leming Zheng, Peng Chen. Gut-X Axis. ***iMeta*** 4: e270. https://doi.org/10.1002/imt2.270

iMeta: 整合宏组学重新认识生命和环境科学

iMeta WILEY



"*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

投稿: https://wiley.atyponrex.com/journal/IMT2
https://wiley.atyponrex.com/journal/IMO2

office@imeta.science
imetaomics@imeta.science

宣传片

iMeta