

MICROBIOME IN MALE REPRODUCTIVE AND SEXUAL FUNCTION: FROM THE GUT-TESTIS AXIS TO CLINICAL APPLICATIONS

Nguyen Quang

Viet Duc Hospital - No. 40 Trang Thi, Hoan Kiem Ward, Hanoi City, Vietnam

Received: 10/07/2026

Revised: 15/07/2026; Accepted: 18/07/2026

ABSTRACT

The microbiome is increasingly recognized as an important regulator of male reproductive and sexual health through immune, metabolic, and endocrine pathways. This narrative review aims to summarize current evidence regarding the role of gut microbiota and the male reproductive tract microbiome (androbactome) in spermatogenesis, semen quality, testosterone regulation, and male sexual dysfunction, particularly erectile dysfunction.

Relevant literature including review articles, observational studies, randomized controlled trials, Mendelian randomization analyses, and contemporary guidelines published mainly between 2022 and 2026 was analyzed. Current evidence suggests that microbial dysbiosis is associated with impaired spermatogenesis, abnormal semen parameters, increased sperm DNA damage, chronic low-grade inflammation, and endothelial dysfunction related to erectile dysfunction. Emerging Mendelian randomization studies also support potential causal relationships between specific gut microbial taxa and the risk of erectile dysfunction. In addition, probiotic and synbiotic interventions have shown preliminary potential in improving selected semen parameters and oxidative stress markers in certain patient populations.

However, the available evidence remains heterogeneous and is still largely derived from observational studies and preclinical models. At present, the microbiome should be considered a complementary biological dimension in andrology rather than a standardized diagnostic or therapeutic target. Lifestyle and metabolic optimization remain the most evidence-based strategies to support a healthy microbiome in men with infertility or sexual dysfunction.

Keywords: microbiome; male infertility; gut–testis axis; androbactome; erectile dysfunction; probiotics.

*Corresponding author

Email: quangvietduc@gmail.com **Phone:** (+84) 903201919 **DOI:** 10.52163/yhc.v67iCD9.5911

MICROBIOME TRONG SINH SẢN VÀ CHỨC NĂNG TÌNH DỤC NAM: TỪ TRỰC RUỘT-TINH HOÀN ĐẾN ỨNG DỤNG LÂM SÀNG

Nguyễn Quang

Bệnh viện Việt Đức - Số 40 Tràng Thi, phường Hoàn Kiếm, thành phố Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận: 10/07/2026

Ngày sửa: 15/07/2026; Ngày duyệt đăng: 18/07/2026

TÓM TẮT

Microbiome ngày càng được xem là một thành tố quan trọng trong điều hòa chức năng sinh sản và sinh lý tình dục nam giới thông qua các cơ chế miễn dịch, chuyển hóa và nội tiết. Bài tổng quan tường thuật này nhằm cập nhật vai trò của hệ vi sinh đường ruột và hệ vi sinh đường sinh dục nam trong sinh tinh, chất lượng tinh trùng, testosterone và rối loạn chức năng tình dục nam, đặc biệt là rối loạn cương dương.

Các tài liệu được tổng hợp từ các bài tổng quan, nghiên cứu quan sát, thử nghiệm ngẫu nhiên có đối chứng, thử nghiệm ngẫu nhiên tự nhiên bằng di truyền học và guideline hiện hành, chủ yếu công bố trong giai đoạn 2022–2026. Các bằng chứng hiện nay cho thấy mất cân bằng hệ vi sinh có liên quan đến giảm sinh tinh, bất thường tinh dịch đồ, tăng tổn thương DNA tinh trùng, viêm mạn tính mức độ thấp và rối loạn chức năng nội mô liên quan đến rối loạn cương. Một số nghiên cứu di truyền học gần đây cũng gợi ý rằng một số nhóm vi khuẩn đường ruột có thể liên quan trực tiếp đến nguy cơ rối loạn cương dương. Bên cạnh đó, probiotic và synbiotic bước đầu cho thấy khả năng cải thiện một số chỉ số tinh dịch và giảm stress oxy hóa ở một số nhóm bệnh nhân chọn lọc.

Tuy nhiên, phần lớn dữ liệu hiện nay vẫn còn không đồng nhất và chủ yếu dựa trên nghiên cứu quan sát hoặc mô hình tiền lâm sàng. Ở thời điểm hiện tại, microbiome nên được xem là một lớp thông tin sinh học bổ sung trong nam khoa hơn là một đích điều trị chuẩn hóa. Tối ưu hóa lối sống và chuyển hóa vẫn là chiến lược có cơ sở bằng chứng mạnh nhất nhằm hỗ trợ nền vi sinh khỏe mạnh ở nam giới.

Từ khóa: microbiome, vô sinh nam, gut–testis axis, androbactome, rối loạn cương dương, probiotic.

1. MỞ ĐẦU

Vô sinh nam và rối loạn chức năng tình dục nam là những vấn đề sức khỏe quan trọng trong thực hành nam khoa, ảnh hưởng lớn đến sức khỏe, tâm lý và chất lượng cuộc sống của người bệnh [1,2]. Mặc dù nhiều nguyên nhân đã được xác định rõ như rối loạn nội tiết, giãn tĩnh mạch tinh, bệnh lý tinh hoàn, hội chứng chuyển hóa hay bệnh lý mạch máu, vẫn còn không ít trường hợp vô sinh nam và rối loạn chức năng tình dục chưa thể giải thích đầy đủ bằng các cơ chế bệnh sinh truyền thống [1,2].

Trong những năm gần đây, hệ vi sinh (microbiome) ngày càng được xem là một yếu tố quan trọng trong điều hòa miễn dịch, chuyển hóa và nội tiết ở nam giới [1,3]. Nhiều nghiên cứu cho thấy hệ vi sinh đường ruột và hệ vi sinh đường sinh dục nam (androbactome) có liên quan đến quá trình sinh tinh, chất lượng tinh trùng, nồng độ testosterone, ham muốn tình dục và rối loạn cương dương [3,4,5]. Các nghiên cứu thực nghiệm đã góp phần củng cố khái niệm “trục ruột-tinh hoàn” (gut-testis axis), trong khi các kỹ thuật giải trình tự thế hệ mới cho thấy tinh dịch và đường sinh dục nam không hoàn toàn vô khuẩn như quan niệm trước đây [1,3,4].

Tuy nhiên, các nghiên cứu hiện nay còn khá rời rạc: một số tập trung vào trục ruột-tinh hoàn (gut-testis axis), một số khác chỉ đề cập đến microbiome tinh dịch hoặc

vai trò của probiotic trong vô sinh nam, trong khi các bài tổng hợp đầy đủ về sinh tinh, chức năng tình dục, các biện pháp can thiệp và ý nghĩa lâm sàng vẫn còn hạn chế [1,6,7]. Bên cạnh đó, chất lượng bằng chứng giữa các lĩnh vực cũng chưa đồng đều. Phần lớn dữ liệu hiện nay chủ yếu dựa trên nghiên cứu quan sát và mô hình thực nghiệm, trong khi các thử nghiệm lâm sàng trên người còn hạn chế về số lượng bệnh nhân, thời gian theo dõi và giá trị kết cục lâm sàng [2,6,7].

Bài tổng quan này nhằm: (i) cập nhật các bằng chứng về vai trò của hệ vi sinh đường ruột và hệ vi sinh đường sinh dục nam trong quá trình sinh tinh và chất lượng tinh trùng; (ii) phân tích mối liên quan giữa microbiome với testosterone và rối loạn chức năng tình dục nam, đặc biệt là rối loạn cương dương; (iii) đánh giá tiềm năng cũng như những hạn chế của các biện pháp can thiệp điều hòa hệ vi sinh; và (iv) thảo luận ý nghĩa thực hành đối với bác sĩ nam khoa dựa trên các bằng chứng và hướng dẫn hiện nay [2,5,6].

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

Đây là bài tổng quan tường thuật được xây dựng dựa trên các tài liệu cập nhật từ những nguồn y văn chính thống, ưu tiên các bài tổng quan, nghiên cứu quan sát, thử nghiệm lâm sàng ngẫu nhiên có đối chứng, các nghiên cứu di truyền học đánh giá mối liên quan nhân quả

*Tác giả liên hệ

Email: quangvietduc@gmail.com Điện thoại: (+84) 903201919 DOI: 10.52163/yhc.v67iCD9.5911

(Mendelian randomization) và các hướng dẫn thực hành từ những tạp chí hoặc hiệp hội chuyên ngành uy tín.

Việc tìm kiếm tài liệu được thực hiện với các cụm từ khóa liên quan đến “gut microbiota”, “gut microbiome”, “male infertility”, “spermatogenesis”, “seminal microbiome”, “male tract microbiota”, “androbactome”, “erectile dysfunction”, “testosterone” và “probiotics”, tập trung chủ yếu vào các tài liệu xuất bản từ năm 2022 đến 2026 nhằm cập nhật các bằng chứng mới nhất. Các tài liệu được ưu tiên lựa chọn khi có giá trị tổng quan học thuật cao, đại diện cho những hướng nghiên cứu quan trọng, liên quan trực tiếp đến các vấn đề lâm sàng nam khoa hoặc là các hướng dẫn thực hành hiện hành từ những tổ chức chuyên ngành uy tín. Những bài viết mang tính ý kiến cá nhân, dữ liệu chưa đầy đủ, báo cáo ca bệnh đơn lẻ hoặc không tập trung vào sinh sản và chức năng sinh dục nam không được đưa vào phần phân tích chính.

Do đây là bài tổng quan tường thuật, mục tiêu của việc tổng hợp tài liệu không phải để gộp số liệu định lượng, mà tập trung vào phân tích cơ chế bệnh sinh, đánh giá độ tin cậy của bằng chứng, mức độ thống nhất giữa các nghiên cứu và ý nghĩa ứng dụng trong thực hành lâm sàng.

3. KẾT QUẢ

3.1. Microbiome ruột và sinh tinh

Các dữ liệu thực nghiệm hiện nay góp phần củng cố khái niệm “trục ruột–tinh hoàn”, mô tả mối liên hệ hai chiều giữa hệ vi sinh đường ruột và chức năng tinh hoàn thông qua các cơ chế dinh dưỡng, chuyển hóa, miễn dịch và nội tiết [8]. Hệ vi sinh đường ruột tham gia tạo ra các acid béo chuỗi ngắn (SCFA), hỗ trợ hấp thu vitamin và acid béo thiết yếu, đồng thời giúp duy trì hàng rào bảo vệ của ruột và hàng rào máu–tinh hoàn.

Trong các mô hình động vật như chuột ăn nhiều chất béo hoặc chuột vô khuẩn, tình trạng mất cân bằng hệ vi sinh được ghi nhận liên quan đến tăng tính thấm ruột, tăng nội độc tố vi khuẩn, viêm và stress oxy hóa tại tinh hoàn. Những thay đổi này có thể dẫn đến giảm testosterone, giảm số lượng và khả năng di động tinh trùng, tăng tổn thương DNA tinh trùng và thay đổi cấu trúc ống sinh tinh. Ở người, một số nghiên cứu quan sát cũng ghi nhận mối liên quan giữa mức độ đa dạng của hệ vi sinh đường ruột với nồng độ testosterone, dù hiện vẫn chưa đủ bằng chứng để khẳng định quan hệ nhân quả [8,9,10].

3.2. Androbactome và hệ vi sinh đường sinh dục nam

Các kỹ thuật giải trình tự thế hệ mới cho thấy đường sinh dục nam như niệu đạo, tuyến tiền liệt, túi tinh, mào tinh và tinh dịch không hoàn toàn vô khuẩn mà có một hệ vi sinh đặc trưng, được gọi là androbactome. Ở nam giới khỏe mạnh, tinh dịch thường chứa nhiều nhóm vi khuẩn như Firmicutes, Proteobacteria, Actinobacteria cùng một số loài *Lactobacillus* và *Bifidobacterium*, dù thành phần cụ thể có thể thay đổi đáng kể tùy theo cách lấy mẫu và phương pháp phân tích [11,12,13].

Nhiều nghiên cứu ghi nhận tình trạng mất cân bằng hệ vi sinh tinh dịch, với sự giảm các vi khuẩn có lợi như *Lactobacillus* và *Bifidobacterium*, đồng thời tăng các vi khuẩn như *Pseudomonas*, *Prevotella*, *Staphylococcus* hoặc *Ureaplasma*, có liên quan đến giảm số lượng và khả năng di động tinh trùng, tăng bất thường hình thái và tăng

tổn thương DNA tinh trùng. Androbactome hiện được xem là một dấu ấn sinh học tiềm năng khi kết hợp với tinh dịch đồ, các chỉ dấu stress oxy hóa và mức độ phân mảnh DNA tinh trùng. Tuy nhiên, hiện vẫn chưa có tiêu chuẩn chẩn đoán hay mô hình phân tầng nguy cơ đủ thống nhất để đưa xét nghiệm hệ vi sinh tinh dịch vào thực hành thường quy.

3.3. Microbiome và rối loạn cương dương

Microbiome được cho là có ảnh hưởng đến chức năng tình dục nam thông qua mối liên hệ giữa đường ruột, testosterone, não bộ và hệ mạch máu. Các cơ chế liên quan có thể bao gồm viêm mạn tính mức độ thấp, rối loạn chức năng nội mô, giảm sản xuất nitric oxide, rối loạn chuyển hóa lipid–đường và tác động lên tâm trạng cũng như stress. Các nghiên cứu quan sát cho thấy bệnh nhân rối loạn cương dương có hệ vi sinh đường ruột khác với người khỏe mạnh, trong đó các vi khuẩn có lợi tạo acid béo chuỗi ngắn giảm xuống, trong khi các nhóm vi khuẩn liên quan đến tăng tính thấm ruột và phản ứng viêm có xu hướng tăng lên [14,15].

Một số nghiên cứu di truyền học gần đây cho thấy một số nhóm vi khuẩn đường ruột có thể liên quan đến việc làm tăng hoặc giảm nguy cơ rối loạn cương dương, nhờ đó cung cấp bằng chứng mạnh hơn về khả năng tồn tại mối liên quan nhân quả so với các nghiên cứu quan sát thông thường. Tuy nhiên, các kết quả này vẫn phụ thuộc nhiều vào chất lượng dữ liệu di truyền và dữ liệu hệ vi sinh, nên hiện chưa đủ cơ sở để áp dụng thành các khuyến cáo điều trị cá thể hóa trong thực hành lâm sàng.

3.4. Biện pháp điều biến nền vi sinh

Probiotic, prebiotic và synbiotic hiện là những biện pháp được nghiên cứu nhiều nhất trong hỗ trợ điều trị vô sinh nam. Một số tổng quan hệ thống cho thấy các biện pháp này có thể cải thiện số lượng tinh trùng, khả năng di động, hình dạng tinh trùng cũng như giảm stress oxy hóa và tổn thương DNA tinh trùng ở một số nhóm bệnh nhân. Tuy nhiên, số lượng nghiên cứu thử nghiệm lâm sàng ngẫu nhiên còn ít, quy mô nghiên cứu nhỏ và các chế phẩm sử dụng rất khác nhau về chủng vi khuẩn, liều dùng và thời gian điều trị. Ngoài ra, vẫn còn ít nghiên cứu đánh giá các kết quả lâm sàng quan trọng như tỷ lệ có thai hoặc tỷ lệ sinh sống.

Ghép hệ vi sinh phân (FMT) hiện chủ yếu mới có dữ liệu từ các nghiên cứu thực nghiệm trên động vật. Một số nghiên cứu cho thấy phương pháp này có thể cải thiện chất lượng tinh dịch, nồng độ testosterone và cấu trúc tinh hoàn trong bối cảnh rối loạn chuyển hóa, nhưng hiện vẫn chưa có đủ bằng chứng để khuyến cáo áp dụng trong điều trị vô sinh nam hoặc rối loạn cương dương ở người. Bên cạnh đó, các hướng tiếp cận mới như sử dụng bacteriophage, probiotic tại chỗ ở đường niệu–sinh dục hoặc điều chỉnh hệ vi sinh đường sinh dục nam theo từng cá thể hiện vẫn đang ở giai đoạn nghiên cứu ban đầu [2,12].

3.5. Ý nghĩa lâm sàng cho bác sĩ nam khoa

Hiện nay, microbiome chủ yếu được xem là một yếu tố giúp hiểu rõ hơn cơ chế bệnh sinh của vô sinh nam và rối loạn chức năng tình dục, hơn là một mục tiêu điều trị đã được chuẩn hóa. Những biện pháp có cơ sở hợp lý nhất hiện nay vẫn là thay đổi lối sống và kiểm soát chuyển hóa, bao gồm chế độ ăn giàu chất xơ và thực vật, hạn chế chất béo bão hòa, tăng cường vận động thể lực, cải thiện giấc

ngủ, giảm cân ở người thừa cân-béo phì và tránh sử dụng kháng sinh phổ rộng kéo dài khi không thật sự cần thiết.

Ở thời điểm hiện nay, probiotic phù hợp hơn với vai trò hỗ trợ ở một số nhóm bệnh nhân chọn lọc như vô sinh nam không rõ nguyên nhân, sau phẫu thuật giãn tĩnh mạch tinh hoặc ở bệnh nhân có dấu hiệu tăng stress oxy hóa. Tuy nhiên, người bệnh cần được tư vấn rõ ràng mức độ bằng chứng hiện tại vẫn còn hạn chế và hiệu quả điều trị có thể khác nhau giữa từng trường hợp.

4. BÀN LUẬN

Các dữ liệu hiện nay cho thấy hệ vi sinh đường ruột và đường sinh dục nam có liên quan mật thiết đến quá trình sinh tinh, chất lượng tinh trùng và chức năng cương dương, qua đó củng cố vai trò của “nền vi sinh” như một yếu tố điều hòa sinh học quan trọng trong nam khoa. Tuy nhiên, chất lượng bằng chứng hiện vẫn chưa đồng đều. Trong khi các nghiên cứu trên động vật và nghiên cứu quan sát khá phong phú, số lượng thử nghiệm lâm sàng ngẫu nhiên và các nghiên cứu đánh giá những kết quả lâm sàng thực sự có ý nghĩa như tỷ lệ có thai, tỷ lệ sinh sống hoặc cải thiện chức năng cương vẫn còn hạn chế [3,4].

Điểm đáng chú ý của hướng tiếp cận này là có thể kết hợp các biện pháp hỗ trợ hệ vi sinh vào chiến lược điều trị toàn diện vốn đang được áp dụng trong vô sinh nam và rối loạn cương dương liên quan đến hội chứng chuyển hóa. Các thay đổi lối sống, vốn là nền tảng của điều trị hiện nay, không chỉ giúp cải thiện chuyển hóa và chức năng mạch máu mà còn có lợi cho hệ vi sinh, vì vậy phù hợp để trở thành một phần quan trọng trong thực hành lâm sàng [7].

Tuy nhiên, lĩnh vực này vẫn còn nhiều thách thức. Sự khác biệt trong cách lấy mẫu, bảo quản, giải trình tự và phân tích hệ vi sinh khiến việc so sánh kết quả giữa các nghiên cứu và tổng hợp bằng chứng còn gặp nhiều khó khăn. Đối với probiotic, các nghiên cứu hiện nay cũng rất khác nhau về chủng vi khuẩn, công thức phối hợp, liều dùng và thời gian điều trị, nên vẫn chưa thể xác định rõ phác đồ chuẩn hay nhóm bệnh nhân hưởng lợi nhiều nhất [1,5,6,11,12].

Bên cạnh đó, bài viết này là một tổng quan tường thuật nên chưa áp dụng đầy đủ quy trình theo chuẩn PRISMA và khó tránh khỏi nguy cơ lựa chọn tài liệu mang tính thiên lệch. Ngoài ra, do ưu tiên các nghiên cứu cập nhật, một số nghiên cứu quy mô nhỏ công bố trước đây có thể chưa được đề cập đầy đủ.

Trong bối cảnh hiện nay, microbiome chưa phù hợp để được xem như một mục tiêu điều trị độc lập. Thay vào đó, nên nhìn nhận đây là một cơ chế điều hòa sinh học có thể được cải thiện gián tiếp thông qua thay đổi lối sống và kiểm soát chuyển hóa, đồng thời cân nhắc bổ sung probiotic hoặc synbiotic như biện pháp hỗ trợ ở những bệnh nhân phù hợp.

Trong tương lai, cần chuẩn hóa các kỹ thuật đánh giá hệ vi sinh, thực hiện thêm các thử nghiệm lâm sàng quy mô lớn với kết quả lâm sàng rõ ràng, đồng thời phát triển các chiến lược điều chỉnh hệ vi sinh theo hướng cá thể hóa dựa trên đặc điểm của từng bệnh nhân [11,12].

5. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG TƯƠNG LAI

Các bằng chứng hiện nay cho thấy hệ vi sinh đường ruột và hệ vi sinh đường sinh dục nam có liên quan mật thiết đến sinh tinh, chất lượng tinh trùng và chức năng tinh dục nam, đặc biệt là rối loạn cương dương. Các nghiên cứu tiền lâm sàng, nghiên cứu quan sát và phân tích di truyền học gần đây đã giúp làm rõ hơn vai trò của microbiome trong cơ chế bệnh sinh của các rối loạn này.

Tuy nhiên, microbiome hiện vẫn chưa phải là mục tiêu điều trị chuẩn trong nam khoa. Ở thời điểm hiện tại, hướng tiếp cận phù hợp nhất vẫn là tối ưu hóa lối sống và chuyển hóa nhằm hỗ trợ hệ vi sinh khỏe mạnh, đồng thời cân nhắc probiotic như một biện pháp hỗ trợ ở những bệnh nhân phù hợp.

Trong tương lai, cần có thêm các nghiên cứu lâm sàng quy mô lớn, chuẩn hóa kỹ thuật đánh giá microbiome và tập trung vào các kết quả lâm sàng thực sự có ý nghĩa. Nếu các khoảng trống này được giải quyết, microbiome có thể trở thành một phần quan trọng của y học chính xác trong nam khoa, vừa là dấu ấn sinh học vừa là mục tiêu điều trị cá thể hóa.

6. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Magill RG, MacDonald SM. Male infertility and the human microbiome. *Front Reproduc Health*. 2023 Jun 9;5:1166201.
- [2] Salonia A, Boeri L, et al. EAU Guidelines on Sexual and Reproductive Health; 2025 update.
- [3] Lv S, et al. Gut microbiota is involved in male reproductive function: a review. *Front Microbiol*. 2024;15:1371667. doi:10.3389/fmicb.2024.1371667
- [4] Gacci G, et al. Male Tract Microbiota and Male Infertility. *Cells*. 2024;13(15):1275. doi:10.3390/cells13151275
- [5] Zhang Y, et al. Causal effects of gut microbiota on erectile dysfunction: a two-sample Mendelian randomization study. *Front Microbiol*. 2023;14:1257114. doi:10.3389/fmicb.2023.1257114
- [6] Kaltsas A, Pournaras S, Giannakodimos I, Markou E, Stavropoulos M, Papaharitou S, et al. Probiotics as Microbiome Modulators in Male Infertility: Rethinking Dysbiosis Across the Gut-Testis Axis. *J Pers Med*. 2026;16(2):99. doi:10.3390/jpm16020099
- [7] Oliveira LCSL, Costa EC et al. Probiotics supplementation in the treatment of male infertility: A Systematic Review. *JBRA Assist Reprod* 2024 Jun 1;28(2):341-348. doi: 10.5935/1518-0557.20240013.
- [8] Leelani N, Bajic P, et al. The emerging role of the gut-testis axis in male reproductive health and infertility. *F&S Reviews* 2023;4(2):131-141.
- [9] Kaltsas A, Zachariou A, et al. Microbial Dysbiosis and Male Infertility: Understanding the impact and exploring therapeutic interventions. *J Pers Med* 2023;13(10):1491
- [10] Chen W, Zou H, Xu H. et al. The potential influence and intervention measures of gut microbiota on sperm: it is time to focus on testis-gut microbiota axis. Review article. *Front. Microbiol.*, 08 October 2024; Sec. Microbial Symbioses; Volume 15 - 2024 | <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1478082>
- [11] Grande G, Graziani A, et al. Male Tract Microbiota and Male Infertility. Review. *Cell* 2024;13(15):1275. Doi: 10.3390/cells13151275.
- [12] Kuribayashi S, Noopur Naik, et al. Micromanagement: how the male reproductive microbiome shapes male fertility. Review. *Fertil Steril* 2026 Apr;125(4):583-595.
- [13] Ashonibare V, Akorede BA et al. Gut microbiota-gonadal axis: the impact of gut microbiota on reproductive functions. Review article. *Front Immunol* 2024; Sec. Microbial Immunology, vol. 15: 1346035.
- [14] Chen S, et al. Causal relationship between gut microbiota and male erectile dysfunction: a Mendelian randomization analysis. *Front Microbiol*. 2024;15:1367740
- [15] Xu R, Liu S, et al. Causal effects of gut microbiota on the risk of erectile dysfunction: a Mendelian randomization study. *Int J Impot Res* 2024;36(8):858-863.