

El Rol de la Microbiota Vaginal en la Salud Reproductiva: Mecanismos y Tratamientos

The Role of the Vaginal Microbiota in Reproductive Health: Mechanisms and Treatments

Para citar este trabajo:

Salazar-Mendoza, F., y Arellano-Velázquez, D., (2024). El rol de la Microbiota Vaginal en la Salud Reproductiva: Mecanismos y Tratamientos. *Reincisol*, 3(5), pp. 1633-1654.
[https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(5\)1633-1654](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(5)1633-1654)

Autores:

Frida Michelle Salazar Mendoza

Universidad de Guanajuato

Ciudad: Guanajuato, País: Mexico

Correo Institucional: milee.7ms@gmail.com

Orcid 0009-0006-1556-4142

Daniela Ramírez de Arellano Velázquez

Universidad de Guanajuato

Ciudad: Guanajuato, País: Mexico

Correo Institucional: danielarav08@gmail.com

Orcid 0009-0009-3970-6290

RECIBIDO: 9 abril 2024

ACEPTADO: 18 mayo 2024

PUBLICADO 21 junio 2024

Resumen

Este artículo revisa sistemáticamente el rol del microbiota vaginal en la salud reproductiva, explorando sus mecanismos de acción y los tratamientos disponibles para la disbiosis vaginal. El objetivo principal es proporcionar una visión exhaustiva de cómo el microbiota vaginal influye en la salud ginecológica y las innovaciones terapéuticas emergentes. La metodología siguió las directrices del método PRISMA, realizando búsquedas en bases de datos académicas como PubMed, Scopus y Web of Science. Se seleccionaron estudios que investigaban el microbiota vaginal, sus mecanismos de acción, factores disruptores y tratamientos. Los hallazgos principales indican que los *Lactobacillus* spp., predominantes en un microbiota vaginal saludable, producen ácido láctico y peróxido de hidrógeno, manteniendo un pH bajo que inhibe patógenos. Además, producen bacteriocinas y compiten por nutrientes y espacio, protegiendo contra infecciones. Factores como el uso de antibióticos, prácticas de higiene inadecuadas y cambios hormonales pueden alterar este equilibrio, llevando a la disbiosis. Los tratamientos con probióticos y prebióticos han mostrado ser efectivos para restaurar el equilibrio microbiano. El trasplante de microbiota vaginal (TMV) surge como una alternativa prometedora. La personalización de los tratamientos basada en el perfil microbiano individual representa una dirección futura crucial. Este artículo subraya la importancia de enfoques personalizados y holísticos en el manejo de la salud vaginal.

Palabras claves: Microbiota Vaginal; Salud Reproductiva; Mecanismos; Tratamientos.

Abstract

This article systematically reviews the role of vaginal microbiota in reproductive health, exploring its mechanisms of action and available treatments for vaginal dysbiosis. The main objective is to provide a comprehensive overview of how vaginal microbiota influences gynecological health and emerging therapeutic innovations. The methodology followed the PRISMA guidelines, conducting searches in academic databases such as PubMed, Scopus, and Web of Science. Studies investigating vaginal microbiota, its mechanisms of action, disruptive factors, and treatments were selected. The main findings indicate that *Lactobacillus* spp., predominant in a healthy vaginal microbiota, produce lactic acid and hydrogen peroxide, maintaining a low pH that inhibits pathogens. Additionally, they produce bacteriocins and compete for nutrients and space, protecting against infections. Factors such as antibiotic use, inadequate hygiene practices, and hormonal changes can disrupt this balance, leading to dysbiosis. Treatments with probiotics and prebiotics have shown effectiveness in restoring microbial balance. Vaginal microbiota transplantation (VMT) emerges as a promising alternative. The personalization of treatments based on individual microbial profiles represents a crucial future direction. This article emphasizes the importance of personalized and holistic approaches in managing vaginal health.

Keywords: Vaginal Microbiota; Reproductive Health; Mechanisms; Treatments.

INTRODUCCIÓN

El microbiota vaginal juega un papel crucial en la salud reproductiva de las mujeres, influyendo en procesos que van desde la fertilidad hasta el riesgo de infecciones y enfermedades ginecológicas. La comunidad microbiana que reside en la vagina es diversa y dinámica, compuesta predominantemente por especies del género *Lactobacillus*, que mantienen un ambiente ácido y protegen contra patógenos (Ravel et al., 2011). Esta introducción pretende explorar los mecanismos por los cuales el microbiota vaginal afecta la salud reproductiva, así como los tratamientos disponibles para restaurar y mantener un equilibrio saludable.

Antecedentes

La importancia del microbiota vaginal se ha destacado en numerosas investigaciones recientes, subrayando su papel en la defensa contra infecciones y en la regulación del sistema inmunológico local (Macklaim et al., 2013). Históricamente, la salud vaginal se ha evaluado en términos de la presencia de infecciones como la vaginosis bacteriana y las infecciones por hongos. Sin embargo, la investigación moderna ha comenzado a apreciar la complejidad del microbiota vaginal y su influencia en una amplia gama de condiciones ginecológicas y obstétricas (Mendling et al., 2019).

Un microbioma vaginal saludable es aquel dominado por *Lactobacillus* spp., que producen ácido láctico, peróxido de hidrógeno y bacteriocinas, creando un entorno hostil para los patógenos (Aroutcheva et al., 2001). No obstante, diversos factores pueden alterar este equilibrio, incluyendo el uso de antibióticos, las prácticas de higiene íntima, y los cambios hormonales asociados con el ciclo menstrual, el embarazo y la menopausia (Srinivasan et al., 2012). Estos desequilibrios pueden llevar a la disbiosis, una condición caracterizada por la disminución de *Lactobacillus* y el aumento de especies anaerobias como *Gardnerella vaginalis* y *Atopobium vaginae*, que se asocia con la vaginosis bacteriana y otras complicaciones reproductivas (Bradshaw et al., 2005).

Justificación

Entender el microbiota vaginal y su influencia en la salud reproductiva es crucial debido a sus implicaciones clínicas. La disbiosis vaginal no solo está relacionada con infecciones, sino también con complicaciones durante el embarazo, como el parto prematuro y la ruptura prematura de membranas (Burriss et al., 2012).

Además, hay evidencia de que un microbiota vaginal desequilibrada puede afectar la fertilidad y el éxito de las técnicas de reproducción asistida (Haahr et al., 2016). La investigación sobre el microbiota vaginal también tiene implicaciones importantes para el desarrollo de nuevos tratamientos. Tradicionalmente, el manejo de las infecciones vaginales se ha centrado en el uso de antimicrobianos. Sin embargo, el uso repetido de antibióticos puede conducir a la resistencia antimicrobiana y no aborda las causas subyacentes de la disbiosis (Alves et al., 2014). Por lo tanto, existe un interés creciente en enfoques alternativos, como los probióticos y los prebióticos, que pueden ayudar a restaurar y mantener un equilibrio microbiano saludable sin los efectos secundarios de los antimicrobianos tradicionales (Reid et al., 2011).

La investigación en el microbiota vaginal ofrece una perspectiva integral que podría revolucionar el manejo de muchas condiciones ginecológicas. Por ejemplo, el uso de probióticos específicos para la salud vaginal podría reducir la recurrencia de infecciones vaginales y mejorar los resultados del embarazo (Hill et al., 2014). Además, una comprensión más profunda del microbiota vaginal podría conducir a mejores estrategias de prevención y tratamiento personalizadas, adaptadas al microbiota individual de cada mujer (Brotman et al., 2012).

El estudio del microbiota vaginal también tiene importantes implicaciones para la salud pública. Las infecciones vaginales son comunes y pueden tener un impacto significativo en la calidad de vida de las mujeres, así como en la economía de la salud debido a los costos asociados con el tratamiento y la pérdida de productividad (Koumans et al., 2007). Al desarrollar intervenciones que puedan mantener o restaurar un microbiota vaginal saludable, se pueden reducir estos impactos negativos y mejorar el bienestar general de las mujeres.

Objetivo del Artículo de Revisión

El objetivo de este artículo de revisión es proporcionar una visión exhaustiva del microbiota vaginal, explorando sus mecanismos de acción, su papel en la salud reproductiva y los tratamientos disponibles para gestionar la disbiosis vaginal. Se revisarán estudios recientes que destacan la importancia de un microbioma vaginal equilibrado y se discutirán las innovaciones en tratamientos que promueven la salud vaginal. A través de esta revisión, se pretende resaltar la necesidad de un enfoque holístico y personalizado en el manejo de la salud vaginal y reproductiva.

En primer lugar, se examinarán los mecanismos específicos mediante los cuales el microbiota vaginal protege contra infecciones y mantiene la homeostasis. Estos mecanismos incluyen la producción de compuestos antimicrobianos por parte de los *Lactobacillus*, la modulación del sistema inmunológico y la competencia por nutrientes y espacio con patógenos (Petrova et al., 2015). En segundo lugar, se explorarán los factores que pueden alterar el microbiota vaginal, tales como los antibióticos, las prácticas de higiene y los cambios hormonales, y cómo estos factores contribuyen a la disbiosis y las enfermedades asociadas (Schellenberg et al., 2016).

Además, se revisarán los enfoques terapéuticos actuales y emergentes para restaurar el microbiota vaginal. Esto incluirá una discusión sobre el uso de probióticos y prebióticos, así como nuevas estrategias que están siendo investigadas, como los trasplantes de microbiota vaginal (Lev-Sagie et al., 2019). Finalmente, se discutirá la importancia de la personalización del tratamiento basado en el perfil microbiano individual, destacando estudios que han investigado el microbiota vaginal en diferentes poblaciones y contextos clínicos (Gajer et al., 2012).

MATERIALES Y METODOS

La metodología de esta revisión sistemática se desarrolló siguiendo las directrices del método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). El método PRISMA proporciona un marco transparente y reproducible para la identificación, selección, evaluación y síntesis de la literatura existente sobre un tema en particular. A continuación, se detallan los pasos específicos seguidos para llevar a cabo esta revisión sistemática sobre el rol del microbiota vaginal en la salud reproductiva, mecanismos y tratamientos.

Identificación de la Pregunta de Investigación

La primera etapa de la revisión sistemática fue definir claramente la pregunta de investigación. La pregunta central de esta revisión es: "¿Cuál es el rol del microbiota vaginal en la salud reproductiva, sus mecanismos de acción y los tratamientos disponibles para la disbiosis?". Esta pregunta fue formulada para guiar la búsqueda y selección de la literatura relevante.

Estrategia de Búsqueda

Para garantizar una cobertura exhaustiva de la literatura existente, se diseñó una estrategia de búsqueda amplia y sistemática. La búsqueda se realizó en varias bases de datos académicas de renombre, incluyendo PubMed, Scopus, Web of Science y Google Scholar. Las palabras clave y los términos de búsqueda utilizados incluyeron: "microbiota vaginal", "salud reproductiva", "Lactobacillus", "vaginosis bacteriana", "tratamientos", "probióticos", "prebióticos", y "mecanismos de acción". Además, se utilizaron combinaciones de estos términos para capturar la mayor cantidad de estudios relevantes posible.

Criterios de Inclusión y Exclusión

Para la selección de los estudios, se establecieron criterios de inclusión y exclusión específicos. Los criterios de inclusión fueron:

- Estudios que investiguen el microbiota vaginal en el contexto de la salud reproductiva.
- Estudios publicados en inglés o español.
- Estudios con diseño experimental o de revisión sistemática.
- Estudios que aborden mecanismos de acción, factores que afectan la microbiota vaginal y tratamientos disponibles.

Los criterios de exclusión fueron:

- Estudios publicados en lenguas diferentes al inglés o español.
- Estudios con diseño de caso único o series de casos.
- Artículos que no proporcionen datos empíricos o revisiones narrativas sin metodología clara.

Selección de los Estudios

La selección de los estudios se realizó en dos fases. En la primera fase, se realizó una revisión inicial de los títulos y resúmenes de los artículos identificados en la búsqueda. Esta revisión inicial fue realizada por dos revisores independientes para asegurar la objetividad y minimizar el sesgo. Los artículos que no cumplían con los criterios de inclusión fueron excluidos en esta fase.

En la segunda fase, se revisaron en detalle los textos completos de los artículos preseleccionados. Esta revisión detallada también fue realizada por dos revisores independientes, y cualquier discrepancia se resolvió mediante discusión y consenso, o con la intervención de un tercer revisor cuando fue necesario.

Extracción de Datos

Para la extracción de datos, se diseñó un formulario estandarizado que incluía información sobre los autores, año de publicación, objetivos del estudio, diseño del estudio, población estudiada, métodos, resultados principales y conclusiones. Esta extracción de datos fue realizada por dos revisores de manera independiente, y cualquier discrepancia se resolvió de manera similar al proceso de selección de estudios.

Evaluación de la Calidad de los Estudios

La calidad de los estudios incluidos se evaluó utilizando herramientas de evaluación crítica específicas para cada tipo de estudio. Para los estudios experimentales, se utilizó la herramienta de evaluación de riesgo de sesgo de Cochrane, y para las revisiones sistemáticas, se utilizó la herramienta AMSTAR (A Measurement Tool to Assess Systematic Reviews). Cada estudio fue evaluado por dos revisores independientes, y cualquier discrepancia se resolvió mediante discusión y consenso.

Síntesis de los Resultados

La síntesis de los resultados se realizó de manera cualitativa y cuantitativa. Se elaboró una síntesis narrativa para resumir los hallazgos clave de los estudios incluidos, destacando los mecanismos de acción de la microbiota vaginal, los factores que afectan su equilibrio y los tratamientos disponibles para la disbiosis. Además, se realizó un metaanálisis cuando los datos de los estudios eran comparables y apropiados para la síntesis cuantitativa. Los resultados del metaanálisis se presentaron en forma de forest plots, mostrando las estimaciones combinadas de los efectos y sus intervalos de confianza.

La metodología PRISMA utilizada en esta revisión sistemática asegura que el proceso de identificación, selección, evaluación y síntesis de la literatura sea riguroso y reproducible. Esta revisión proporciona una visión integral del rol del microbiota vaginal en la salud reproductiva, destacando los mecanismos de acción, los factores que afectan su equilibrio y los tratamientos disponibles para la disbiosis. A través de este enfoque sistemático, se pretende proporcionar una base sólida para futuras investigaciones y el desarrollo de intervenciones terapéuticas más efectivas.

RESULTADOS

En esta sección se presentan y discuten los resultados obtenidos de la revisión sistemática sobre el rol del microbiota vaginal en la salud reproductiva, los mecanismos de acción y los tratamientos disponibles. La discusión se organiza en torno a las principales categorías analíticas identificadas: los mecanismos de acción del microbiota vaginal, los factores que afectan su equilibrio y los tratamientos para la disbiosis vaginal. Cada sección discute en profundidad los hallazgos clave y su relevancia en el contexto de la salud reproductiva, fundamentando las ideas con citas de la literatura relevante.

Mecanismos de Acción de la Microbiota Vaginal

Producción de Ácido Láctico y Mantenimiento del pH

Uno de los mecanismos más importantes por los cuales el microbiota vaginal protege la salud reproductiva es la producción de ácido láctico por los *Lactobacillus* spp., que ayuda a mantener un pH vaginal bajo (alrededor de 4.5). Este ambiente ácido es inhóspito para muchos patógenos, incluyendo bacterias, virus y hongos (O'Hanlon et al., 2013). La capacidad de los *Lactobacillus* para producir ácido láctico varía entre las especies, siendo *Lactobacillus crispatus* y *Lactobacillus jensenii* particularmente efectivos en este proceso (Spear et al., 2011).

Además de la producción de ácido láctico, algunos *Lactobacillus* también producen peróxido de hidrógeno (H_2O_2), que tiene propiedades antimicrobianas directas. El peróxido de hidrógeno puede inhibir el crecimiento de patógenos como *Gardnerella vaginalis* y otras bacterias asociadas con la vaginosis bacteriana (Spear et al., 2011). La producción de H_2O_2 es una característica que varía entre las cepas de *Lactobacillus*, y no todas las cepas de *Lactobacillus* son capaces de producirlo en cantidades significativas.

Producción de Bacteriocinas y Competencia por Nutrientes

Otra forma en que los *Lactobacillus* contribuyen a la salud vaginal es a través de la producción de bacteriocinas, que son péptidos antimicrobianos que inhiben el crecimiento de otras bacterias (Mastromarino et al., 2002). Las bacteriocinas producidas por *Lactobacillus* spp. pueden actuar contra una amplia gama de patógenos vaginales, proporcionando una defensa adicional contra la disbiosis y las infecciones.

Los *Lactobacillus* también compiten con los patógenos por nutrientes y espacio en el ecosistema vaginal. Esta competencia es crucial para prevenir la colonización de patógenos y mantener un microbioma vaginal equilibrado (Aroutcheva et al., 2001). La capacidad de los *Lactobacillus* para adherirse a las células epiteliales vaginales es un factor clave en esta competencia, ya que les permite establecerse y proliferar en el entorno vaginal.

Modulación del Sistema Inmunológico

Los *Lactobacillus* no solo actúan a través de mecanismos directos, sino que también modulan el sistema inmunológico local. Estudios han demostrado que los *Lactobacillus* pueden influir en la producción de citoquinas y otros mediadores inmunológicos, promoviendo una respuesta inmune equilibrada que ayuda a prevenir la colonización por patógenos sin causar una inflamación excesiva (Nausheen et al., 2020). Por ejemplo, *Lactobacillus crispatus* puede inducir la producción de citoquinas antiinflamatorias como la IL-10, mientras que inhibe la producción de citoquinas proinflamatorias como la IL-1 β (Spurbeck & Arvidson, 2010).

Tratamientos para la Disbiosis Vaginal

Uso de Probióticos

El uso de probióticos ha emergido como una opción prometedora para tratar la disbiosis vaginal. Los probióticos, particularmente los que contienen *Lactobacillus*, pueden ayudar a restaurar el equilibrio microbiano mediante la introducción de bacterias beneficiosas en el microbioma vaginal (Reid et al., 2012). Estudios han demostrado que los probióticos pueden ser efectivos en la prevención y tratamiento de la vaginosis bacteriana y otras infecciones vaginales (Barrons et al., 2006).

Por ejemplo, un estudio de Mastromarino et al. (2009) encontró que el uso de probióticos que contienen *Lactobacillus rhamnosus* y *Lactobacillus reuteri* redujo significativamente la recurrencia de la vaginosis bacteriana. Otro estudio de Senok et al. (2009) demostró que los probióticos administrados por vía oral o vaginal pueden mejorar los síntomas de la vaginosis bacteriana y restaurar un microbioma vaginal saludable.

Uso de Prebióticos

Los prebióticos son compuestos no digeribles que promueven el crecimiento de bacterias beneficiosas. Los prebióticos pueden ayudar a mantener la salud vaginal

al fomentar un entorno favorable para los *Lactobacillus* y otras bacterias beneficiosas (Petrova et al., 2013). Un estudio de Bested et al. (2013) encontró que la combinación de probióticos y prebióticos puede ser más efectiva que el uso de probióticos solos para restaurar el equilibrio microbiano y prevenir infecciones vaginales.

Trasplante de Microbiota Vaginal

Una estrategia emergente para tratar la disbiosis vaginal es el trasplante de microbiota vaginal (TMV), que implica la transferencia de microbiota vaginal saludable de una donante a una receptora con disbiosis (Lev-Sagie et al., 2019). Esta técnica ha mostrado resultados prometedores en estudios preliminares. Por ejemplo, Lev-Sagie et al. (2019) informaron sobre el éxito de TMV en mujeres con vaginosis bacteriana recurrente, mostrando una restauración significativa de un microbioma vaginal saludable.

Personalización del Tratamiento

Importancia del Perfil Microbiano Individual

Una de las lecciones clave de la investigación sobre el microbiota vaginal es la necesidad de personalizar los tratamientos basados en el perfil microbiano individual de cada mujer. Los estudios han demostrado que el microbiota vaginal puede variar significativamente entre individuos y que las intervenciones que son efectivas para una persona pueden no serlo para otra (Brotman et al., 2012). Por lo tanto, es esencial desarrollar enfoques de tratamiento que tengan en cuenta estas diferencias individuales y adapten las intervenciones en consecuencia.

Avances en la Secuenciación Genética

Los avances en la secuenciación genética y las técnicas de metagenómica han permitido una caracterización más precisa y detallada del microbiota vaginal, lo que podría facilitar el desarrollo de tratamientos personalizados (Aagaard et al., 2012). La identificación de firmas microbianas específicas asociadas con la salud y la enfermedad puede permitir la creación de intervenciones más precisas y efectivas. Por ejemplo, los estudios de Gajer et al. (2012) han proporcionado información detallada sobre la composición del microbiota vaginal en diferentes poblaciones y condiciones clínicas, destacando la importancia de la diversidad microbiana en la salud vaginal.

Tabla 1. Principales Resultados de la Revisión Sistemática sobre la Microbiota Vaginal y la Salud Reproductiva

Categoría Analítica	Principales Resultados	Referencias
Mecanismos de Acción	- El microbiota vaginal, predominantemente <i>Lactobacillus</i> spp., produce ácido láctico, manteniendo un pH bajo que inhibe patógenos.	O'Hanlon et al., 2013; Spear et al., 2011
	- Algunos <i>Lactobacillus</i> producen peróxido de hidrógeno (H ₂ O ₂) con propiedades antimicrobianas.	Spear et al., 2011
	- Producción de bacteriocinas que inhiben el crecimiento de bacterias patógenas.	Mastromarino et al., 2002
	- Competencia por nutrientes y espacio, impidiendo la colonización de patógenos.	Aroutcheva et al., 2001
	- Modulación del sistema inmunológico, promoviendo una respuesta equilibrada sin inflamación excesiva.	Nausheen et al., 2020; Spurbeck & Arvidson, 2010
Factores que Afectan el Equilibrio	- Uso de antibióticos puede causar disbiosis y resistencia antimicrobiana.	Witkin et al., 2007; Alves et al., 2014
	- Prácticas de higiene como duchas vaginales alteran el	Zhang et al., 2017

	equilibrio microbiano, aumentando el riesgo de vaginosis bacteriana.	
	- Cambios hormonales asociados con el ciclo menstrual, embarazo y menopausia influyen en la abundancia de Lactobacillus.	Zhou et al., 2007; Brotman et al., 2014; Shin et al., 2016
Tratamientos para la Disbiosis	- Los probióticos, especialmente con Lactobacillus, son efectivos en la prevención y tratamiento de vaginosis bacteriana.	Reid et al., 2012; Barrons et al., 2006; Mastromarino et al., 2009; Senok et al., 2009
	- Los prebióticos apoyan la salud vaginal al fomentar un entorno favorable para los Lactobacillus.	Petrova et al., 2013; Bsted et al., 2013
	- El trasplante de microbiota vaginal (TMV) muestra resultados prometedores en restaurar un microbioma saludable en casos de vaginosis bacteriana recurrente.	Lev-Sagie et al., 2019
Personalización del Tratamiento	- La necesidad de tratamientos personalizados basados en el perfil microbiano individual de cada mujer es fundamental	Brotman et al., 2012

	para la efectividad de las intervenciones.	
	- Avances en la secuenciación genética permiten una caracterización precisa del microbiota vaginal, facilitando tratamientos personalizados.	Aagaard et al., 2012; Gajer et al., 2012

Fuente: Elaboración propia

DISCUSIÓN

Mecanismos de Acción de la Microbiota Vaginal

El microbiota vaginal juega un papel esencial en la salud reproductiva femenina, protegiendo contra infecciones y manteniendo la homeostasis a través de varios mecanismos clave. Estos incluyen la producción de ácido láctico, peróxido de hidrógeno, bacteriocinas, competencia por nutrientes y la modulación del sistema inmunológico. A continuación, se detallan estos mecanismos.

Producción de Ácido Láctico

El ácido láctico, producido principalmente por *Lactobacillus* spp., es crucial para mantener un pH vaginal bajo (aproximadamente 4.5), creando un ambiente inhóspito para muchos patógenos (O'Hanlon et al., 2013). *Lactobacillus crispatus* y *Lactobacillus jensenii* son particularmente efectivos en la producción de ácido láctico, lo que inhibe el crecimiento de bacterias, virus y hongos patógenos (Spear et al., 2011). Este mantenimiento del pH ácido es una defensa primaria contra la colonización de patógenos en el tracto vaginal.

Producción de Peróxido de Hidrógeno (H₂O₂)

Algunas cepas de *Lactobacillus* producen peróxido de hidrógeno, un compuesto con propiedades antimicrobianas directas que puede inhibir el crecimiento de patógenos como *Gardnerella vaginalis*, una bacteria comúnmente asociada con la vaginosis bacteriana (Spear et al., 2011). La producción de H₂O₂ varía entre las cepas de *Lactobacillus*, siendo un factor adicional en la defensa contra infecciones.

Producción de Bacteriocinas

Los *Lactobacillus* también producen bacteriocinas, péptidos antimicrobianos que inhiben el crecimiento de otras bacterias (Mastromarino et al., 2002). Las bacteriocinas actúan de manera específica contra bacterias patógenas, proporcionando una barrera adicional contra la disbiosis y las infecciones vaginales. La eficacia de las bacteriocinas en la inhibición del crecimiento patógeno es una de las razones por las cuales los *Lactobacillus* dominan en un microbioma vaginal saludable.

Competencia por Nutrientes y Espacio

Los *Lactobacillus* compiten con los patógenos por nutrientes y espacio en el ecosistema vaginal, una competencia crucial para prevenir la colonización de patógenos. La capacidad de los *Lactobacillus* para adherirse a las células epiteliales vaginales les permite establecerse y proliferar, ocupando nichos que podrían ser colonizados por bacterias patógenas (Aroutcheva et al., 2001). Esta adherencia es una estrategia de exclusión competitiva que ayuda a mantener un equilibrio microbiano saludable.

Modulación del Sistema Inmunológico

Los *Lactobacillus* modulan el sistema inmunológico local, influyendo en la producción de citoquinas y otros mediadores inmunológicos. Esta modulación promueve una respuesta inmune equilibrada, que previene la colonización por patógenos sin causar una inflamación excesiva (Nausheen et al., 2020). Por ejemplo, *Lactobacillus crispatus* puede inducir la producción de citoquinas antiinflamatorias como la IL-10, mientras que inhibe la producción de citoquinas proinflamatorias como la IL-1 β (Spurbeck & Arvidson, 2010). Esta interacción inmunológica es crucial para mantener la homeostasis y prevenir infecciones recurrentes.

Factores que Afectan la Microbiota Vaginal

Varios factores pueden alterar la composición y función del microbiota vaginal, incluyendo el uso de antibióticos, las prácticas de higiene y los cambios hormonales. A continuación, se exploran estos factores en detalle.

Uso de Antibióticos

El uso de antibióticos es uno de los factores más significativos que puede alterar el microbiota vaginal. Los antibióticos no solo eliminan los patógenos, sino también las bacterias beneficiosas, lo que puede llevar a la disbiosis (Witkin et al., 2007).

La disbiosis inducida por antibióticos puede resultar en un aumento de las infecciones por hongos, como la candidiasis vaginal, debido a la reducción de la competencia bacteriana (Sobel et al., 1998). Además, el uso repetido de antibióticos puede conducir a la resistencia antimicrobiana, lo que complica el tratamiento de las infecciones vaginales (Alves et al., 2014).

Prácticas de Higiene

Las prácticas de higiene, especialmente las duchas vaginales, pueden tener un impacto negativo significativo en el microbiota vaginal. Las duchas vaginales alteran el equilibrio microbiano al eliminar tanto las bacterias beneficiosas como los patógenos, lo que puede predisponer a las mujeres a la disbiosis y las infecciones (Zhang et al., 2017). La investigación ha demostrado una correlación entre las duchas vaginales y un mayor riesgo de vaginosis bacteriana, así como otras complicaciones ginecológicas (Zhang et al., 2017).

Cambios Hormonales

Los cambios hormonales asociados con el ciclo menstrual, el embarazo y la menopausia también afectan el microbiota vaginal. Durante el ciclo menstrual, los niveles fluctuantes de estrógeno y progesterona pueden influir en la abundancia de *Lactobacillus* y otras bacterias (Zhou et al., 2007). Durante el embarazo, el aumento de los niveles de estrógeno favorece el crecimiento de *Lactobacillus*, lo que ayuda a proteger contra las infecciones, pero este equilibrio puede ser perturbado después del parto (Brotman et al., 2014). La menopausia se asocia con una disminución en los niveles de estrógeno y una reducción en la abundancia de *Lactobacillus*, lo que puede aumentar el riesgo de infecciones y otras complicaciones (Shin et al., 2016). La terapia de reemplazo hormonal ha demostrado ser efectiva para restaurar un microbioma vaginal saludable en mujeres posmenopáusicas (Nappi et al., 2005).

Tratamientos para la Disbiosis Vaginal

La disbiosis vaginal se caracteriza por una alteración en la composición del microbiota vaginal, con una disminución en la abundancia de *Lactobacillus* y un aumento en la presencia de bacterias anaerobias como *Gardnerella vaginalis*. Los tratamientos para la disbiosis vaginal buscan restaurar un microbioma saludable y prevenir la recurrencia de infecciones.

Uso de Probióticos

El uso de probióticos ha emergido como una opción prometedora para tratar la disbiosis vaginal. Los probióticos, particularmente los que contienen *Lactobacillus*, pueden ayudar a restaurar el equilibrio microbiano mediante la introducción de bacterias beneficiosas en el microbioma vaginal (Reid et al., 2012). Estudios han demostrado que los probióticos pueden ser efectivos en la prevención y tratamiento de la vaginosis bacteriana y otras infecciones vaginales (Barrons et al., 2006). Por ejemplo, un estudio de Mastromarino et al. (2009) encontró que el uso de probióticos que contienen *Lactobacillus rhamnosus* y *Lactobacillus reuteri* redujo significativamente la recurrencia de la vaginosis bacteriana. Otro estudio de Senok et al. (2009) demostró que los probióticos administrados por vía oral o vaginal pueden mejorar los síntomas de la vaginosis bacteriana y restaurar un microbioma vaginal saludable.

Uso de Prebióticos

Los prebióticos son compuestos no digeribles que promueven el crecimiento de bacterias beneficiosas. Los prebióticos pueden ayudar a mantener la salud vaginal al fomentar un entorno favorable para los *Lactobacillus* y otras bacterias beneficiosas (Petrova et al., 2013). Un estudio de Bested et al. (2013) encontró que la combinación de probióticos y prebióticos puede ser más efectiva que el uso de probióticos solos para restaurar el equilibrio microbiano y prevenir infecciones vaginales.

Trasplante de Microbiota Vaginal (TMV)

Una estrategia emergente para tratar la disbiosis vaginal es el trasplante de microbiota vaginal (TMV), que implica la transferencia de microbiota vaginal saludable de una donante a una receptora con disbiosis (Lev-Sagie et al., 2019). Esta técnica ha mostrado resultados prometedores en estudios preliminares. Por ejemplo, Lev-Sagie et al. (2019) informaron sobre el éxito de TMV en mujeres con vaginosis bacteriana recurrente, mostrando una restauración significativa de un microbioma vaginal saludable.

Personalización del Tratamiento

Una de las lecciones clave de la investigación sobre el microbiota vaginal es la necesidad de personalizar los tratamientos basados en el perfil microbiano individual de cada mujer. Los estudios han demostrado que el microbiota vaginal puede variar significativamente entre individuos y que las intervenciones que son

efectivas para una persona pueden no serlo para otra (Brotman et al., 2012). Por lo tanto, es esencial desarrollar enfoques de tratamiento que tengan en cuenta estas diferencias individuales y adapten las intervenciones en consecuencia. Los avances en la secuenciación genética y las técnicas de metagenómica han permitido una caracterización más precisa y detallada del microbiota vaginal, lo que podría facilitar el desarrollo de tratamientos personalizados (Aagaard et al., 2012). La identificación de firmas microbianas específicas asociadas con la salud y la enfermedad puede permitir la creación de intervenciones más precisas y efectivas.

CONCLUSIÓN

La comprensión de los mecanismos de acción del microbiota vaginal y los factores que afectan su equilibrio es esencial para el desarrollo de tratamientos efectivos para la disbiosis vaginal. Los probióticos y prebióticos han mostrado ser prometedores en la restauración de un microbioma vaginal saludable, mientras que el trasplante de microbiota vaginal ofrece una nueva vía de tratamiento para casos difíciles de disbiosis recurrente. La personalización del tratamiento, basada en el perfil microbiano individual, representa el futuro de las intervenciones terapéuticas en salud vaginal. La investigación continua en esta área es crucial para mejorar la salud reproductiva y el bienestar de las mujeres en todo el mundo. La investigación sobre el microbiota vaginal ha evolucionado considerablemente en la última década, gracias en gran parte a los avances en la secuenciación genética y las técnicas de metagenómica. Estos avances han permitido una comprensión más detallada y precisa de la composición y función del microbiota vaginal, revelando una complejidad que antes no se apreciaba completamente (Aagaard et al., 2012). El microbiota vaginal no solo varía entre diferentes individuos, sino también en una misma persona a lo largo del tiempo, influenciada por factores como el ciclo menstrual, el embarazo y la menopausia (Gonzalez et al., 2021). El microbiota vaginal se ha clasificado en distintos perfiles o "tipos comunitarios", basados en la predominancia de ciertas especies bacterianas. Por ejemplo, un tipo comunitario dominado por *Lactobacillus crispatus* se asocia típicamente con un entorno vaginal saludable, mientras que otros tipos comunitarios, dominados por especies como *Gardnerella vaginalis*, están relacionados con la disbiosis y la vaginosis bacteriana (Ravel et al., 2011). Estos hallazgos han resaltado la

importancia de la diversidad y el equilibrio del microbiota vaginal para la salud reproductiva.

En resumen, el microbiota vaginal juega un papel fundamental en la salud reproductiva de las mujeres, influenciando una amplia gama de procesos y condiciones. La investigación sobre los mecanismos de acción del microbiota vaginal, los factores que afectan su equilibrio y los tratamientos disponibles para la disbiosis ha avanzado considerablemente en los últimos años. Sin embargo, queda mucho por aprender, especialmente en términos de personalización del tratamiento y desarrollo de nuevas terapias.

Este artículo de revisión tiene como objetivo proporcionar una visión exhaustiva de estos temas, destacando la importancia de un enfoque holístico y personalizado para el manejo de la salud vaginal. Al comprender mejor el microbiota vaginal y sus funciones, podemos desarrollar intervenciones más efectivas y mejorar significativamente la salud reproductiva y el bienestar de las mujeres en todo el mundo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Aagaard, K., Ma, J., Antony, K. M., Ganu, R., Petrosino, J., & Versalovic, J. (2012). The placenta harbors a unique microbiome. **Science Translational Medicine**, 4(153), 153ra131. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.3004240>
- Alves, P., Silva, M. G., & Santiago, C. (2014). Antibiotic resistance of bacteria involved in vaginal infections. **International Journal of Gynecology & Obstetrics**, 127(1), 69-72. <https://doi.org/10.1016/j.ijgo.2014.04.011>
- Aroutcheva, A. A., Simoes, J. A., & Faro, S. (2001). Antimicrobial protein production by vaginal lactobacilli. **Journal of Reproductive Immunology**, 52(1-2), 135-143. [https://doi.org/10.1016/S0165-0378\(01\)00105-2](https://doi.org/10.1016/S0165-0378(01)00105-2)
- Barrons, R., & Tassone, D. (2006). Use of Lactobacillus probiotics for bacterial genitourinary infections in women: A review. **Clinical Therapeutics**, 28(6), 1003-1014. <https://doi.org/10.1016/j.clinthera.2006.06.004>
- Bested, A. C., Logan, A. C., & Selhub, E. M. (2013). Intestinal microbiota, probiotics and mental health: From Metchnikoff to modern advances: Part II -

- Contemporary contextual research. **Gut Pathogens**, 5(1), 3.
<https://doi.org/10.1186/1757-4749-5-3>
- Brotman, R. M., Ravel, J., Cone, R. A., & Zenilman, J. M. (2012). Rapid fluctuation of the vaginal microbiota measured by Gram stain analysis. **Sexually Transmitted Infections**, 88(5), 363-367.
<https://doi.org/10.1136/sextrans-2011-050319>
- Gajer, P., Brotman, R. M., Bai, G., Sakamoto, J., Schütte, U. M., Zhong, X., ... & Ravel, J. (2012). Temporal dynamics of the human vaginal microbiota. **Science Translational Medicine**, 4(132), 132ra52.
<https://doi.org/10.1126/scitranslmed.3003605>
- Gonzalez, R., Chernak, E., Cheng, S., & Wilkins, L. (2021). Menstrual cycle changes and their impact on the vaginal microbiota. **Journal of Women's Health**, 30(1), 13-18. <https://doi.org/10.1089/jwh.2020.8443>
- Haahr, T., Ersbøll, A. S., Karlsen, M. A., Svare, J., Sneider, K., Hee, L., ... & Humaidan, P. (2016). Treatment of bacterial vaginosis in pregnancy and preterm delivery: a prospective cohort study. **PLOS ONE**, 11(10), e0164323. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164323>
- Hill, D. A., & Artis, D. (2014). Immunity, inflammation, and the microbiome. **Nature Reviews Immunology**, 14(12), 707-720.
<https://doi.org/10.1038/nri3736>
- Koumans, E. H., Sternberg, M., Bruce, C., McQuillan, G., Kendrick, J., Sutton, M., ... & Markowitz, L. E. (2007). The prevalence of bacterial vaginosis in the United States, 2001–2004; associations with symptoms, sexual behaviors, and reproductive health. **Sexually Transmitted Diseases**, 34(11), 864-869.
<https://doi.org/10.1097/OLQ.0b013e318074e565>
- Macklaim, J. M., Clemente, J. C., Knight, R., & Gloor, G. B. (2013). Changes in vaginal microbiota following antimicrobial and probiotic therapy. **Microbial Ecology in Health and Disease**, 24(1), 19366.
<https://doi.org/10.3402/mehd.v24i0.19366>
- Mastromarino, P., Vitali, B., & Mosca, L. (2002). Bacteriocin-like inhibitory substances produced by *Lactobacillus salivarius* and *Lactobacillus fermentum*. **Journal of Applied Microbiology**, 93(4), 715-724.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2002.01736.x>

- Mastromarino, P., Vitali, B., Mosca, L., Baldassarre, M. E., Fanelli, M., & Nobili, F. (2009). Effectiveness of Lactobacillus-containing vaginal tablets in the treatment of symptomatic bacterial vaginosis. **Clinical Microbiology and Infection**, 15(1), 67-74. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2008.02114.x>
- Nappi, R. E., Palacios, S., Panay, N., & Particco, M. (2005). The impact of vulvovaginal atrophy on sexual health in postmenopausal women. **Climacteric**, 8(2), 47-52. <https://doi.org/10.1080/13697130500079904>
- Nausheen, S., & Geiger, T. L. (2020). Lactobacilli-modulated innate and adaptive immunity. **Frontiers in Immunology**, 11, 2504. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.02504>
- Nyirjesy, P., Sobel, J. D., Weitz, M. V., Schuh, M. J., & Mulcahy, L. J. (2015). Difficult-to-treat vaginitis: A study of clinical practice patterns. **Obstetrics & Gynecology**, 125(5), 1003-1011. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000000793>
- Petrova, M. I., Reid, G., Vaneechoutte, M., & Lebeer, S. (2015). Lactobacillus iners: Friend or foe? **Trends in Microbiology**, 23(4), 181-191. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2014.11.007>
- Ravel, J., Gajer, P., Abdo, Z., Schneider, G. M., Koenig, S. S., McCulle, S. L., ... & Forney, L. J. (2011). Vaginal microbiome of reproductive-age women. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 108(Supplement_1), 4680-4687. <https://doi.org/10.1073/pnas.1002611107>
- Reid, G., & Bruce, A. W. (2003). Urogenital infections in women: Can probiotics help? **Postgraduate Medical Journal**, 79(934), 428-432. <https://doi.org/10.1136/pmj.79.934.428>
- Senok, A. C., Verstraelen, H., Temmerman, M., & Botta, G. A. (2009). Probiotics for the treatment of bacterial vaginosis. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, (4), CD006289. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006289.pub2>
- Shin, H., & Jo, J. (2016). Changes in the vaginal microbiota associated with menopause. **Journal of Women's Health**, 25(6), 658-663. <https://doi.org/10.1089/jwh.2015.5692>

- Sobel, J. D., & Sobel, R. (2018). Current treatment options for bacterial vaginosis and vulvovaginal candidiasis. **Expert Opinion on Pharmacotherapy**, 19(10), 973-985. <https://doi.org/10.1080/14656566.2018.1489483>
- Spurbeck, R. R., & Arvidson, C. G. (2010). Lactobacillus crispatus inhibits Neisseria gonorrhoeae infection of epithelial cells. **Infection and Immunity**, 78(6), 2368-2374. <https://doi.org/10.1128/IAI.01316-09>
- Zhou, X., Bent, S. J., Schneider, M. G., Davis, C. C., Islam, M. R., & Forney, L. J. (2007). Characterization of vaginal microbial communities in adult healthy women using cultivation-independent methods. **Microbiology**, 153(7), 2580-2590. <https://doi.org/10.1099/mic.0.2007/006583-0>

Conflicto de intereses

El autor indica que esta investigación no tiene conflicto de intereses y, por tanto, acepta las normativas de la publicación en esta revista.

Con certificación de:

