

<https://doi.org/10.24245/dermatolrevmex.v69i3.10515>

## Eje cerebro-intestino-piel y el papel de la microbiota humana en algunas enfermedades cutáneas

### *Brain-gut-skin axis and the role of the human microbiota in some skin diseases.*

Jessica Paola Neira Moreno,<sup>1</sup> Margarita María Velásquez Lopera<sup>2</sup>

#### Resumen

**ANTECEDENTES:** La disbiosis se ha relacionado con inflamación e incremento de enfermedades como acné, alopecia areata, psoriasis y dermatitis atópica. Uno de los principales reguladores de la microbiota cutánea es la microbiota intestinal y ésta, a su vez, está influenciada por el cerebro; a esto se le denomina eje cerebro-intestino-piel, que contribuye al estado de salud del organismo.

**OBJETIVO:** Mostrar los aspectos fundamentales del eje cerebro-intestino-piel.

**METODOLOGÍA:** Revisión narrativa de la bibliografía en la que se buscaron artículos en las bases de datos PubMed, SciELO y Google Scholar con los términos “eje cerebro-intestino-piel”, “microbiota piel e intestino”, “microbioma” y “microbiota y enfermedades”. No hubo restricción en el idioma o lugar de publicación del estudio.

**RESULTADOS:** Se seleccionaron 35 artículos, incluida bibliografía colombiana. La piel y el intestino son órganos muy similares por su gran extensión, su función de barrera, el contacto con el medio externo y las funciones neuroendocrinas e inmunitarias; además, están en contacto con la microbiota. La microbiota es diversa y dinámica, cambia según la zona anatómica, la edad, la higiene, la dieta, la exposición ambiental y algunas prácticas culturales. Los estímulos emocionales contribuyen a generar disbiosis y ésta, a su vez, también origina cambios que repercuten en la esfera mental.

**CONCLUSIONES:** El papel de la microbiota y el eje intestino-cerebro-piel es un tema de interés creciente. Algunas intervenciones han resultado útiles; sin embargo, aún faltan estudios para modularlo apropiadamente en cada paciente.

**PALABRAS CLAVE:** Microbioma; microbiota; disbiosis; piel; psoriasis; dermatitis atópica; acné vulgar.

#### Abstract

**BACKGROUND:** *Dysbiosis has been related to inflammation and an increase in diseases such as acne, alopecia areata, psoriasis and atopic dermatitis. One of the main regulators of the skin microbiota is the gut microbiota and this, in turn, is influenced by the brain, this is called the brain-gut-skin axis, which contributes to the state of health of the body.*

**OBJECTIVE:** *To show the fundamental aspects of the brain-gut-skin axis.*

**METHODOLOGY:** *Narrative review of the literature in which articles were searched in the PubMed, SciELO and Google Scholar databases using the terms “brain-gut-skin axis”, “skin and gut microbiota”, “microbiome”, and “microbiota and diseases”. There were no restrictions on the language or publication location of the study.*

**RESULTS:** *There were selected 35 articles, including Colombian bibliography. The skin and the intestine are two very similar organs due to their large extension, their barrier function, contact with the external environment and neuroendocrine and immune*

<sup>1</sup> Médico general, Universidad de Santander.

<sup>2</sup> Dermatóloga, doctora en ciencias básicas biomédicas-inmunología. Profesora titular, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, Colombia. Grupo de investigaciones CIDERM, Centro de Investigaciones Dermatológicas. Clínica de Atención al Paciente con Enfermedades Inmunomediadas CLIPSO.

<https://orcid.org/0000-0002-6213-1263>  
<https://orcid.org/0000-0001-8604-6488>

**Recibido:** abril 2024

**Aceptado:** mayo 2024

#### Correspondencia

Jessica Paola Neira Moreno  
jeyneira@hotmail.es

**Este artículo debe citarse como:** Neira-Moreno JP, Velásquez-Lopera MM. Eje cerebro-intestino-piel y el papel de la microbiota humana en algunas enfermedades cutáneas. *Dermatol Rev Mex* 2025; 69 (3): 351-360.

functions, and they are also in contact with the microbiota. The microbiota is diverse and dynamic, changing according to anatomical area, age, hygiene, diet, environmental exposure and some cultural practices. Emotional stimuli contribute to dysbiosis and this, in turn, also generates changes.

**CONCLUSIONS:** The role of the microbiota and the gut-brain-skin axis is a topic of growing interest. Some interventions have been found to be useful; however, there is still a lack of studies to modulate it appropriately in each patient.

**KEYWORDS:** Mycobiome; Microbiota; Dysbiosis; Skin; Psoriasis; Dermatitis, atopic; Acne vulgaris.

## ANTECEDENTES

Uno de los temas más apasionantes es el efecto del microbioma en el estado de salud y enfermedad de los individuos.<sup>1</sup> El desarrollo de técnicas moleculares para el estudio del microbioma ha permitido avanzar en su comprensión y, en la actualidad, son numerosos los estudios para modularlo con el uso de distintas intervenciones: prebióticos, probióticos y otras como el trasplante de microbiota fecal. Se investiga sobre los factores que ayudan a mantener un estado de equilibrio y homeostasia y cuáles lo rompen. El eje cerebro-intestino-piel integra estos sistemas y se propone su papel en distintas enfermedades.<sup>2,3</sup> Este artículo presenta una revisión del tema con el objetivo de mostrar los aspectos fundamentales de este eje.

## METODOLOGÍA

Revisión narrativa de la bibliografía. Para la recolección de información se hizo una búsqueda de artículos en bases de datos PubMed, SciELO y Google Scholar con los términos “eje cerebro-intestino-piel”, “microbiota piel e intestino” “microbioma” y “microbiota y enfermedades”.

No se tuvo restricción en el idioma o lugar del estudio de publicación.

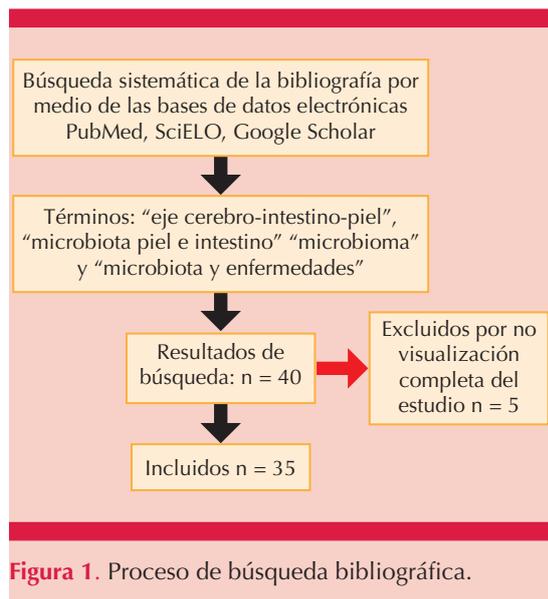
## RESULTADOS

Se obtuvieron 40 artículos para su revisión respectiva. Se excluyeron 5 artículos que impedían la visualización completa del estudio, por lo que se seleccionaron 35 artículos, incluida bibliografía colombiana. **Figura 1**

### ¿Qué es el eje cerebro-intestino-piel?

En 1930 los dermatólogos Stokes y Pillsbury plantearon el concepto del eje cerebro-intestino-piel<sup>4</sup> para referirse a la conexión e interacción de estos tres sistemas por medio de los sistemas inmunitario, nervioso y endocrino y su participación en el control de la inflamación sistémica y local.<sup>2</sup>

Plantearon que algunos estados emocionales, como el estrés, la ansiedad y la depresión, al alterar la secreción de neurotransmisores (serotonina, norepinefrina y acetilcolina), producen permeabilidad intestinal con la subsecuente inflamación local y sistémica.<sup>3</sup> Asimismo, existe



**Figura 1.** Proceso de búsqueda bibliográfica.

una relación entre las modificaciones de la dieta y la perturbación en el microbioma, como responsables de efectos sistémicos y consiguientes enfermedades.<sup>5</sup>

**Microbiota**

La microbiota es el conjunto de microorganismos específicos que están presentes en un entorno definido.<sup>6,7</sup> La composición es dinámica durante toda la vida y se ve influida por diversos factores propios del huésped y de su entorno. Están principalmente la microbiota cutánea, gastrointestinal, respiratoria y de la vía urogenital.<sup>8,9</sup>

**Microbioma**

El microbioma es un concepto más amplio y se refiere a las comunidades de microorganismos, sus genomas (material genético ADN y ARN), las vías metabólicas que usan, las sustancias químicas que éstos producen como fruto de su ciclo vital (metabolitos, proteínas) y su interacción con el entorno o huésped.<sup>10,11,12</sup>

La piel y el intestino comparten varias similitudes, entre ellas que son parte activa del sistema

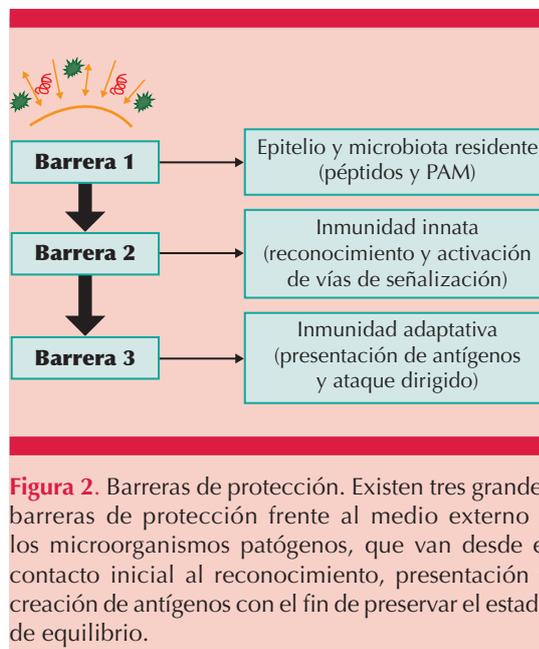
inmunitario porque están en relación con el medio exterior y tienen una rica inervación y vascularización que les permite desarrollar su función inmunológica y neuroendocrina.<sup>8</sup>

**Figura 2**

También tienen una microbiota diversa compuesta por bacterias, virus, hongos y parásitos, en simbiosis con las células humanas. La microbiota depende de distintos factores:<sup>13,14</sup> edad, zona anatómica, estado de salud, ubicación geográfica, temperatura, dieta e higiene, entre otros.<sup>15,16</sup>

Las principales funciones del microbioma son las siguientes:

- Desarrollo y homeostasia del sistema inmunológico
- Protege de patógenos invasores
- Descompone productos como los polisacáridos complejos
- Influye en el metabolismo
- Producción de vitamina K (microbiota gastrointestinal)



**Figura 2.** Barreras de protección. Existen tres grandes barreras de protección frente al medio externo y los microorganismos patógenos, que van desde el contacto inicial al reconocimiento, presentación y creación de antígenos con el fin de preservar el estado de equilibrio.

- Modula interacciones medicamentosas
- Regulación inmunitaria

La microbiota participa en la defensa de la colonización de especies patógenas y el control de la microbiota residente con la formación de proteínas antimicrobianas en conjunto con células humanas y la producción de neurotransmisores que ayudan a mediar la respuesta inmunitaria (**Cuadro 1**).<sup>17,18</sup> Sin embargo, estos microorganismos también pueden actuar de manera parasitaria y producir enfermedades o generar respuestas inflamatorias con la agresión o el cambio en las condiciones de su hábitat, estado conocido como disbiosis.<sup>8,17,19</sup>

Los proteínas antimicrobianas son producidas por las células humanas y por las especies de la microbiota comensal, actúan como una barrera frente al daño y ruptura epitelial,<sup>7,20</sup> lo que previene la colonización de microorganismos patógenos y controlan, en conjunto, la composición de la microbiota.<sup>21,22</sup>

### Estudios del microbioma

Anteriormente se basaba en los cultivos celulares, en la actualidad el microbioma bacteriano

se estudia mediante la secuenciación del ARNr 16S y la secuenciación metagenómica del genoma completo; la identificación del microbioma fúngico con el estudio del ARN ribosomal 18s y del espaciador transcrito interno (ITS) y el microbioma viral con la secuenciación del ADN de partículas virales.<sup>11,12,15,21-27</sup>

Los estudios moleculares son más precisos y han permitido identificar no sólo las especies, sino los productos génicos y las vías metabólicas.

### Microbiota cutánea

La microbiota cutánea se localiza en la capa córnea, también en los anexos cutáneos, la dermis y, en menor cantidad, en tejido celular subcutáneo. Su conformación depende de la región corporal (condiciones de humedad, producción de sebo, pH y características propias del epitelio).<sup>6,23,28</sup> Se estima que la piel humana tiene más de 1000 especies bacterianas entre residentes y transitorias,<sup>24,25</sup> con predominio de *Propionibacterium*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus* y *Corynebacterium*. También se han evidenciado y reportado especies fúngicas (*Malassezia* y *Candida*) y parasitarias (ácaros *Demodex folliculorum* y *D. brevis*).<sup>10</sup> **Cuadro 2**

**Cuadro 1.** Proteínas antimicrobianas y defensa

Sitio de producción	Tipo de célula	Péptidos antimicrobianos
Intestino grueso	Enterocito	Proteína 3γ, β-defensinas (BD1, BD2, BD3) y catelicidinas (LL37), lectinas de tipo C, proteínas de reconocimiento de peptidoglicanos (PGLYRP1-4)
Intestino delgado	Células de Paneth	α-defensinas (DEFA5, DEFA6), lectinas de tipo C, lisozima, fosfolipasa A2
Piel	Queratinocitos	β-defensinas (BD1, BD2, BD3) y catelicidinas (LL37), proteínas de reconocimiento de peptidoglicanos (PGLYRP1-4), psoriasina, RNAsas
Microbiota bacteriana ( <i>Staphylococcus epidermidis</i> )		Bacteriocina (epidermina, Pep5 y epilancina K7)

Las proteínas antimicrobianas son producidas por las diferentes células del organismo y también por la microbiota residente.<sup>6,19,20</sup> Otros mecanismos por los que los microorganismos comensales controlan a los patógenos son los siguientes: producción de lugdunina por *S. lugdunensis*, inhibe a *S. aureus*; *S. hominis* produce antibióticos que tienen efecto de sinergia con catelicidina LL-37 para inhibir al *S. aureus*.<sup>19,20</sup>

**Cuadro 2.** Composición de la microbiota cutánea

Bacterias	<i>Actinobacteria</i> (51.8%): <i>Corynebacterium</i> , <i>Propionibacterium</i> <i>Firmicutes</i> (24.4%): <i>Staphylococcus</i> <i>Proteobacteria</i> (16.5%) <i>Bacteroidetes</i> (6.3%)
Hongos	Predominio de <i>Malassezia spp</i> <i>Aspergillus</i> , <i>Cryptococcus</i> , <i>Rhodotorula</i> , <i>Epicocum</i> y <i>Candida</i>
Virus	La mayor parte son bacteriófagos <i>Molluscipoxvirus</i> , <i>Polyomavirus</i> y <i>Papillomaviridae</i>
Artrópodos	<i>Demodex folliculorum</i> y <i>Demodex brevis</i>

La microbiota cutánea está compuesta, en mayor proporción, por bacterias *Actinobacterias* y *Firmicutes*. En la microbiota fúngica predominan *Malassezia* y, en menor proporción, algunos virus y artrópodos como *Demodex*.

Se adquiere al nacer, en el momento del parto, a través del canal vaginal o de la madre y cuidadores en los primeros días de vida.<sup>26</sup> La microbiota cutánea sobrevive por varios mecanismos que se detallan en la **Figura 3**.

**Microbiota intestinal**

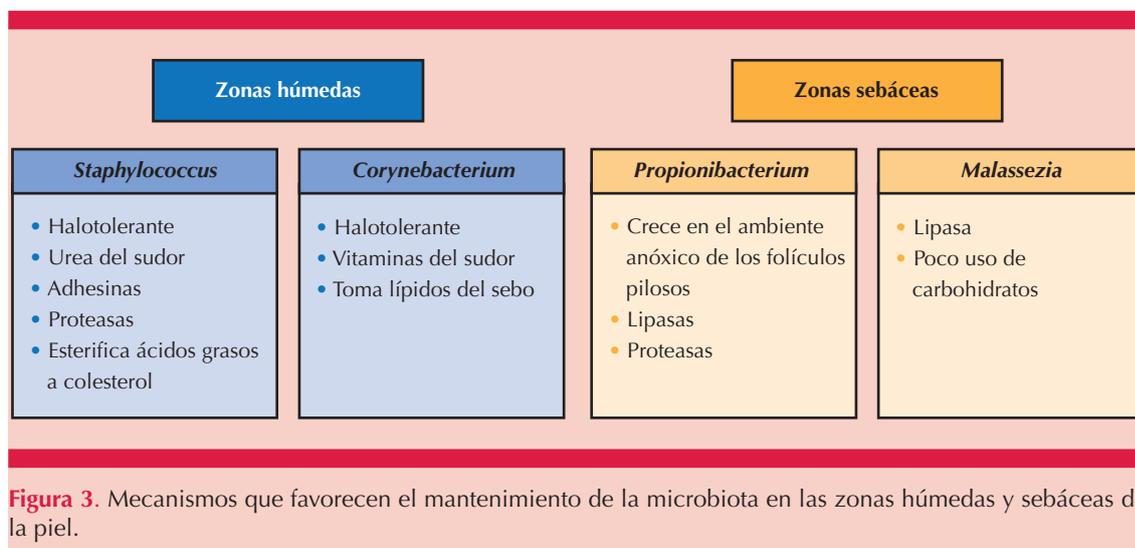
El intestino grueso tiene la mayor cantidad de bacterias del tubo gastrointestinal, aproximadamente 10<sup>10</sup>-10<sup>11</sup> células bacterianas de más de 1000 especies como bacteroidetes, actinobacterias, firmicutes y proteobacteria, entre otros. Se adquiere al nacer y se estabiliza alrededor de

los tres años de vida. Algunos factores (alimentación, dieta, lactancia materna y administración de antibióticos) modulan su composición.<sup>2,24</sup>

**Algunas enfermedades relacionadas con el eje cerebro-intestino-piel y disbiosis**

**Rosácea**

Enfermedad inflamatoria crónica de la piel que afecta principalmente la región centrofacial. Su causa es ampliamente discutida y plurifactorial porque se han relacionado diversos desencadenantes: predisposición genética, señales



**Figura 3.** Mecanismos que favorecen el mantenimiento de la microbiota en las zonas húmedas y sebáceas de la piel.

neurovasculares, producción no controlada de moléculas inflamatorias y desregulación de microorganismos residentes cutáneos con predominio del filo actinobacteria. Además, se ha relacionado la infección por *Helicobacter pylori* con la exacerbación de sus manifestaciones debido a la activación de vías inflamatorias relacionadas con el aumento en la concentración de óxido nítrico con la subsecuente vasodilatación, activación de sistema inmunitario y producción de TNF- $\alpha$ .<sup>16,29</sup>

### Psoriasis

Enfermedad sistémica inflamatoria con afectación de 6 dominios: psoriasis cutánea, artropatía periférica, espondiloartropatía, entesitis, dactilitis y afectación ungular. En la piel se distingue por hiperproliferación de queratinocitos. Su patogénesis conjuga factores ambientales, genéticos e inmunológicos. El principal eje inmunológico descrito a la fecha es IL-23-Th17 con la participación de TNF- $\alpha$ , IL-17 e IL-23.<sup>30,31</sup>

Se ha demostrado la relación entre enfermedades inflamatorias y la dieta. En especial con la psoriasis se ha reconocido que los alimentos ricos en azúcares simples, ácidos grasos saturados, la carne roja o el alcohol exacerbaban la enfermedad y promueven su aparición o avance mediante la estimulación de cascadas inflamatorias. Por el contrario, una dieta rica en fibra, ácidos grasos de cadena corta, selenio, vitamina B<sub>12</sub> y vitamina D se ha vinculado con alivio de la enfermedad mediante la supresión de las vías de señalización inflamatorias.<sup>30,31</sup>

La vitamina D también puede ser aportada por la exposición solar, lo que podría explicar la efectividad del tratamiento con terapia UVB.<sup>29,30</sup>

### Alopecia areata

Enfermedad autoinmune caracterizada por la pérdida del privilegio inmunológico en el folículo

lo piloso con la subsecuente pérdida del cabello. Se debe al aumento de sustancias proinflamatorias que inhiben la fase anágena de crecimiento del cabello.

Una de las hipótesis planteadas respecto de la participación de microbioma en alopecia areata es la producción de neurotransmisores por parte de las bacterias, lo que altera la función inmunológica e inhibe el crecimiento del cabello. Por otro lado, se afectaría la codificación de enzimas digestivas que estimulan la absorción de nutrientes (biotina, vitamina B<sub>12</sub> y ácido fólico, entre otros). La desregulación de las bacterias intestinales llevaría a la disminución en la absorción de dichos nutrientes, importantes para el crecimiento y mantenimiento del pelo.<sup>32</sup>

### Acné vulgar

Enfermedad caracterizada por comedones, pápulas, pústulas y nódulos. Se manifiesta con inflamación, trastornos en la queratinización y hormonales en la unidad pilosebácea. Se debe a la interacción de múltiples factores, como la dieta. La vía de señalización mTOR con el consumo de alimentos con alta carga glucémica y la disminución de la producción de proteínas antimicrobianas debido a una dieta alta en grasa promueven la disbiosis y los estados inflamatorios. También se han relacionado estados psicológicos estresantes como activadores de la producción de neurotransmisores por parte de los microorganismos, lo que altera la barrera y permeabilidad intestinal y produce inflamación sistémica.<sup>33</sup>

### Dermatitis atópica

El microbioma intestinal y de la piel cumplen una función importante en la modulación del sistema inmunológico. Las alteraciones en el microbioma intestinal afectan el equilibrio del sistema inmunitario a través de la producción de metabolitos, que pueden causar inflamación. La disbiosis del microbioma intestinal combinado

con el desequilibrio del sistema inmunológico persiste hasta la edad adulta.<sup>34</sup>

La aparición de dermatitis atópica podría ser promovida no sólo por la diversidad microbiana intestinal en sí misma, sino también por interacciones entre microbioma intestinal y el sistema inmunitario. Entre los cambios descritos está el aumento de *Clostridia*, *Clostridium difficile*, *Escherichia coli* y *S. aureus* en el intestino en pacientes con dermatitis atópica.<sup>34</sup> La disminución de *Faecalibacterium prausnitzii* genera cambios en la barrera gastrointestinal e inflamación sistémica.<sup>33</sup> **Figura 4**

En estados de disbiosis gastrointestinal, la producción de triptófano por las bacterias intestinales incrementa el prurito, mientras que los lactobacilos y bifidobacterias tienen el efecto contrario.

En la piel se ha demostrado disminución de la diversidad, disminución de *Cutinebacterium*,

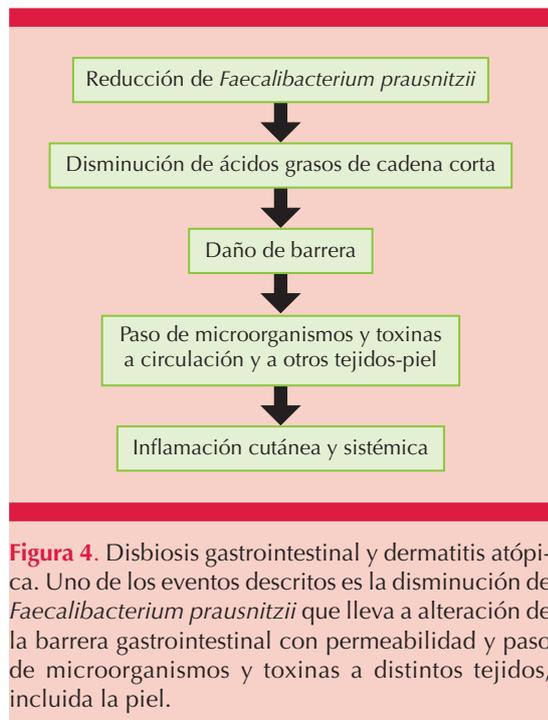
*Corynebacterium* y *Propionibacterium* y predominio de *S. aureus*, así como incremento de la microbiota fúngica de *M. dermatitis*, *M. sympodialis* y *Candida albicans*.<sup>34</sup>

La aplicación de probióticos tópicos ha demostrado beneficios en el tratamiento del eccema. *Aquaphilus dolomiae* es una bacteria flagelada que tiene propiedades antiinflamatorias y altera la capacidad de *S. aureus* de inducir la proliferación de los linfocitos CD4+. Asimismo, *Vitreoscilla filiformis* es una bacteria no patógena presente en las aguas termales sulfuradas. Estos probióticos forman parte de algunas formulaciones de emolientes.<sup>35</sup>

A la fecha los probióticos orales y tópicos están en investigación. Otras intervenciones específicas del microbioma en dermatitis atópica que son objeto de estudio son Staphfect (endolisinas producidas por bacteriófagos), que lisan las paredes celulares de *S. aureus* y no afectan la flora comensal, y DKP 060, un péptido antimicrobiano sintético, estructuralmente derivado del quiníngeno humano, que tiene actividad contra *S. aureus*.<sup>36</sup> También se ha descrito el uso de aceite de coco tópico y los suplementos de vitamina D como parte de las intervenciones que repercutirían en la disbiosis en pacientes con dermatitis atópica.

La microbiota es parte fundamental del ser humano en una relación de simbiosis, participa en diferentes procesos fisiológicos y patológicos según las condiciones. El estrés psicológico y los cambios en la dieta pueden provocar un desequilibrio en la microbiota intestinal y favorecer la inflamación sistémica y colonización de microorganismos patógenos que influyen en la aparición de enfermedades de la piel.

El tratamiento de enfermedades dermatológicas debe ser integral. Las estrategias que mejoren la disbiosis son objeto de investigación con resultados prometedores; algunas intervencio-



**Figura 4.** Disbiosis gastrointestinal y dermatitis atópica. Uno de los eventos descritos es la disminución de *Faecalibacterium prausnitzii* que lleva a alteración de la barrera gastrointestinal con permeabilidad y paso de microorganismos y toxinas a distintos tejidos, incluida la piel.

nes se avizoran a futuro como parte del arsenal terapéutico. **Figura 5**

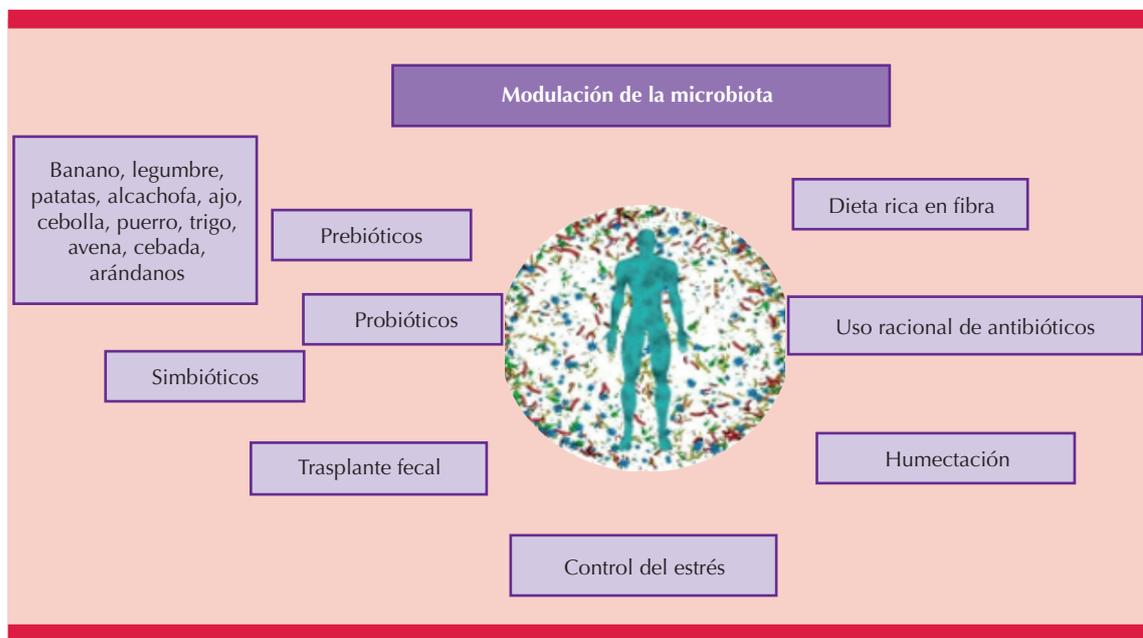
## CONCLUSIONES

El microbioma es un regulador del sistema inmunitario, por lo tanto, las alteraciones de la microbiota cutánea o intestinal se asocian con respuestas inflamatorias sistémicas.

No puede definirse una “microbiota normal” en el ser humano porque ésta es única en cada individuo y varía con la edad y con respecto a factores ambientales y genéticos; sin embargo, es posible referirnos a los microorganismos frecuentes evidenciados en cada grupo etario y poblacional.<sup>11,14,23</sup> Este conocimiento ha permitido establecer relaciones con diferentes enfermedades y el planteamiento de esquemas terapéuticos y de prevención.

## REFERENCIAS

1. Ellis SR, Nguyen M, Vaughn AR, et al. The skin and gut microbiome and its role in common dermatologic conditions. *Microorganisms* 2019; 7 (11): 550. 2019. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7110550>
2. Hillman ET, Lu H, Yao T, Nakatsu CH. Microbial ecology along the gastrointestinal tract. *Microbes Environ* 2017; 32 (4): 300-313. <https://doi.org/10.1264/jsme2.ME17017>
3. Ferraretto A, Donetti E, García-Mena J, Pacheco-López G. Editorial: The gut-skin-brain axis in human health and disease. *Front Nutr* 2023; 10: 1155614. 2023. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1155614>
4. Stokes JH, Pillsbury DH. The effect on the skin of emotional and nervous states: theoretical and practical consideration of a gastrointestinal mechanism. *Arch Dermatol Syphilol* 1930; 22: 962-93.
5. O'Neill CA, Monteleone G, McLaughlin JT, Paus R. The gut-skin axis in health and disease: a paradigm with therapeutic implications. *BioEssays* 2016; 38 (11): 1167-29. <https://doi.org/10.1002/bies.201600008>
6. Kong HH, Segre JA. The molecular revolution in cutaneous biology: molecular revolution investigating the skin micro-



**Figura 5.** Intervenciones para modular la microbiota. Los probióticos son microorganismos vivos que, cuando se administran en cantidades adecuadas, tienen un beneficio para la salud. Los prebióticos son alimentos que permiten cambios benéficos específicos en la composición o actividad de la microbiota intestinal.

- biome. *J Invest Dermatol* 2017; 137: e119-e122. <https://doi.org.10.1016/j.jid.2016.07.045>
7. Gallo RL, Hooper LV. Epithelial antimicrobial defense of the skin and intestine. *Nat Rev Immunol* 2012; 12 (7): 503-516. <https://doi.org.10.1038/nri3228>
  8. De Pessemer B, Grine L, Debaere M, Maes A, et al. Gut-skin axis: Current knowledge of the interrelationship between microbial dysbiosis and skin conditions. *Microorganisms* 2021; 9 (2): 353. <https://doi.org.10.3390/microorganisms9020353>
  9. Dzutsev A, Goldszmid RS, Viaud S, Zitvogel L, Trinchieri G. El papel de la microbiota en la inflamación, la carcinogénesis y el tratamiento del cáncer. *Eur J Immunol* 2015; 45: 17-31. <https://doi.org.10.1002/eji.201444972>
  10. Patiño LA, Morales CA. Microbiota de la piel: el ecosistema cutáneo. *Rev Asoc Colomb Dermatol* 2013; 21 (2): 147-158.
  11. Maza Morales M, Rivas Calderón M, García Romero M. La revolución del microbioma y las enfermedades cutáneas. Artículo de revisión. *Dermatol CMQ* 2021; 19 (1): 52-63.
  12. Friedrich AD, Paz ML, Leoni J, González Maglio DH. Message in a bottle: Dialog between intestine and skin modulated by probiotics. *Int J Mol Sci* 2017; 18 (6): 1067. 2017. <https://doi.org.10.3390/ijms18061067>
  13. El-Sayed A, Aleya L, Kamel M. Microbiota's role in health and diseases. *Environ Sci Pollut Res Int* 2021; 28 (28): 36967-36983. <https://doi.org.10.1007/s11356-021-14593-z>
  14. Coates M, Lee MJ, Norton D, MacLeod AS. The skin and intestinal microbiota and their specific innate immune systems. *Front Immunol* 2019; 10: 2950. <https://doi.org.10.3389/fimmu.2019.02950>
  15. Yallapragada SG, Nash CB, Robinson DT. Early-life exposure to antibiotics, alterations in the intestinal microbiome, and risk of metabolic disease in children and adults. *Pediatr Ann* 2015; 44: e265-9. <https://doi.org.10.3928/00904481-20151112-09>
  16. Mahmud MR, Akter S, Tamanna SK, Mazumder L, et al. Impact of gut microbiome on skin health: gut-skin axis observed through the lenses of therapeutics and skin diseases. *Gut Microbes*. 2022; 14 (1): 2096995. <https://doi.org.10.1080/19490976.2022.2096995>
  17. Álvarez J, Fernández Real JM, Guarner F, et al. Microbiota intestinal y salud. *Gastroenterol Hepatol* 2021; 44: 519-535.
  18. Chen G, Chen ZM, Fan XY, et al. Gut-brain-skin axis in psoriasis: A review. *Dermatol Ther (Heidelb)* 2021; 11 (1): 25-38. <https://doi.org.10.1007/s13555-020-00466-9>
  19. Cundell AM. Microbial ecology of the human skin. *Microb Ecol* 2016; 76 (1): 113-120. <https://doi.org.10.1007/s00248-016-0789-6>
  20. Harder J, Bartels J, Christophers E, Schröder JM. A peptide antibiotic from human skin. *Nature* 1997; 387 (6636): 861. <https://doi.org.10.1038/43088>
  21. Gallo RL, et al. Syndecans, cell surface heparan sulfate proteoglycans, are induced by a proline-rich anti-microbial peptide from wounds. *Proc Natl Acad Sci USA* 1994; 11035-11039. <https://doi.org.10.1073/pnas.91.23.11035>
  22. Grice EA, Segre JA. The skin microbiome. *Nat Rev Microbiol* 2011; 9: 244-53. <https://doi.org.10.1038/nrmicro2537>
  23. Kurashima Y, Kiyono H. Mucosal ecological network of epithelium and immune cells for gut homeostasis and tissue healing. *Annu Rev Immunol* 2017; 35: 119-47. <https://doi.org.10.1146/annurev-immunol-051116-052424>
  24. Tojo R. Intestinal microbiota in health and disease: role of bifidobacteria in gut homeostasis. *World J Gastroenterol* 2014; 20 (41): 15163. <https://doi.org.10.3748/wjg.v20.i41.1516>
  25. Gallo RL. Human skin is the largest epithelial surface for interaction with microbes. *J Invest Dermatol* 2017; 137: 1213-4. <https://doi.org.10.1016/j.jid.2016.11.045>
  26. Byrd AL, Belkaid Y, Segre JA. The human skin microbiome. *Nat Rev Microbiol* 2018; 16 (3): 143-155. <https://doi.org.10.1038/nrmicro.2017.157>
  27. El-Sayed A, Aleya L, Kamel M. Microbiota's role in health and diseases. *Environ Sci Pollut Res Int* 2021; 28 (28): 36967-36983. <https://doi.org.10.1007/s11356-021-14593-z>
  28. Requena T, Velasco M. The human microbiome in sickness and in health. *Rev Clin Esp (Barc)* 2021; 221 (4): 233-240. <https://doi.org.10.1016/j.rceng.2019.07.018>
  29. Benavides Tulcán E, Lozano Ponce E. Relación entre la infección por *Helicobacter pylori* y la rosácea. *Piel* 2024; 39 (2): 86-90. <https://doi.org/10.1016/j.piel.2023.08.005>
  30. Kanda N, Hoashi T, Saeki H. Nutrition and psoriasis. *Int J Mol Sci* 2020; 21 (15): 5405. <https://doi.org/10.3390/ijms21155405>
  31. Sinha S, Lin G, Ferenczi K. The skin microbiome and the gut-skin axis. *Clin Dermatol* 2021; 39 (5): 829-839. <https://doi.org.10.1016/j.clindermatol.2021.08.021>
  32. Liu Z, Liu X. Gut microbiome, metabolome and alopecia areata. *Front Microbiol* 2023; 14: 1281660. <https://doi.org.10.3389/fmicb.2023.1281660>
  33. Lee YB, Byun EJ, Kim HS. Potential role of the microbiome in acne: A comprehensive review. *J Clin Med* 2019; 8 (7): 987. <https://doi.org.10.3390/jcm8070987>
  34. Chen L, Li J, Zhu W, Kuang Y, et al. Skin and gut microbiome in psoriasis: Gaining insight into the pathophysiology of it and finding novel therapeutic strategies. *Front Microbiol* 2020; 11: 589726. <https://doi.org.10.3389/fmicb.2020.589726>
  35. Gueniche A, Liboutet M, Cheilian S, Fagot D, et al. *Vitreoscilla filiformis* extract for topical skin care: A review. *Front Cell Infect Microbiol* 2021; 11: 747663. <https://doi.org.10.3389/fcimb.2021.747663>
  36. Totté JEE, van Doorn MB, Pasmans SGMA. Successful treatment of chronic *Staphylococcus aureus*-related dermatoses with the topical endolysin staphefekt SA.100: A report of 3 cases. *Case Rep Dermatol* 2017; 9 (2): 19-25. <https://doi.org.10.1159/000473872>

## EVALUACIÓN

1. ¿En qué consiste el microbioma?
  - a) conjunto de microorganismos presentes en un entorno definido
  - b) comunidades de microorganismos, sus genomas, metabolitos, sustancias químicas producidas en interacción con el entorno
  - c) microorganismos específicos mutualistas con el ser humano
  - d) conjunto de bacterias presentes en el ser humano
2. ¿Cuál de las siguientes funciones corresponden al microbioma en el ser humano?
  - a) protege de patógenos invasores
  - b) descomposición de productos
  - c) homeostasia del sistema inmunitario
  - d) todas las anteriores
3. ¿Cuál es la familia de microorganismos predominante en la microbiota cutánea?
  - a) bacteroidetes
  - b) *Demodex*
  - c) actinobacterias
  - d) proteobacterias
4. A grandes rasgos, en la defensa del organismo de la invasión por microorganismos patógenos, ¿cuántas barreras de defensa tiene el ser humano?
  - a) 2
  - b) 3
  - c) 4
  - d) 5
5. ¿Quiénes son responsables de la producción de proteínas antimicrobianas?
  - a) bacterias residentes
  - b) queratinocitos, enterocitos, células de paneth, entre otros
  - c) a y b son ciertas
  - d) ninguna de las anteriores
6. ¿Por cuál mecanismo se ha asociado *Helicobacter pylori* con la rosácea?
  - a) disminución en la concentración de óxido nitroso
  - b) aumento en la producción de triptófano
  - c) aumento en la concentración de óxido nitroso
  - d) disminución en la producción de triptófano
7. ¿Qué fase del pelo se ve afectada en la alopecia areata?
  - a) anágena
  - b) catágena
  - c) telógena
8. Microorganismos vivos que se administran al ser humano con efecto benéfico para la salud:
  - a) microbiota
  - b) prebióticos
  - c) probióticos
  - d) simbióticos
9. ¿De qué factores depende la microbiota?
  - a) genético y ambiental
  - b) edad, zona geográfica, temperatura, dieta, higiene
  - c) dieta
  - d) ninguna de las anteriores
10. La producción de uno de los siguientes aminoácidos por las bacterias intestinales aumenta el prurito en la dermatitis atópica:
  - a) metionina
  - b) triptofano
  - c) treonina
  - d) fenilalanina