



CAPÍTULO 4

BASES MICROBIOLÓGICAS E INMUNOLÓGICAS.

Pérez J., Morocho E., Campoverde G.
DOI: 10.55204/pmea.128.c190

Jacinto Eugenio Pérez Ramírez 0000-0002-3685-1590 
jacinto.perez@ucacue.edu.ec

Morocho Bustamante Evelyn Nathaly 0009-0004-2182-5893 
evelyn.morocho.36@est.ucacue.edu.ec

Campoverde Sigüenza Gabriela Abigail 0000-0001-9889-4302 
gabrielacampoverde02@gmail.com

Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Unidad Académica de Salud y Bienestar,
Av. de las Américas y Humboldt 010107, Cuenca, Ecuador.

RESUMEN

Las enfermedades infecciosas continúan siendo un importante problema de salud pública, pese a los avances científicos en diagnóstico, prevención y tratamiento. La microbiología clínica identifica la etiología, así como sus mecanismos de patogenicidad, como adhesión, invasión, evasión inmune y producción de toxinas, mientras que la inmunología explica las respuestas defensivas innatas y adaptativas que determinan la evolución clínica de la infección.

Esta revisión bibliográfica, se basó en la literatura científica publicada entre 2020 y 2025, e integró bases de datos como Scopus, PubMed y Web of Science. Los resultados destacan el papel protector de la microbiota humana y cómo su alteración (disbiosis) favoreciendo a infecciones oportunistas. Asimismo, se analizan las estrategias de evasión inmunológica, como la variación antigénica o el bloqueo de fagocitosis, que permiten la persistencia microbiana.

Los avances en biología molecular, como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), la espectrometría MALDI-TOF y los inmunoensayos, han optimizado el diagnóstico microbiológico, mientras que el desarrollo de vacunas, inmunoterapias y terapias basadas en el microbioma ha transformado el abordaje clínico. En conclusión, la integración entre microbiología e inmunología proporciona una visión completa del proceso infeccioso y orienta la

práctica médica hacia intervenciones más precisas, personalizadas y basadas en evidencia científica.

Palabras clave: microbiología clínica; inmunología; patogenicidad; respuesta inmune; diagnóstico molecular.

ABSTRACT

Infectious diseases remain a major public health problem, despite scientific advances in diagnosis, prevention, and treatment. Clinical microbiology identifies the etiology, as well as the mechanisms of pathogenicity, such as adhesion, invasion, immune evasion, and toxin production, while immunology explains the innate and adaptive defensive responses that determine the clinical course of the infection.

This literature review was based on scientific publications from 2020 to 2025 and integrated databases such as Scopus, PubMed, and Web of Science. The results highlight the protective role of the human microbiota and how its alteration (dysbiosis) favors opportunistic infections. Furthermore, immunological evasion strategies, such as antigenic variation or phagocytosis blockade, which allow for microbial persistence, are analyzed.

Advances in molecular biology, such as polymerase chain reaction (PCR), MALDI-TOF spectroscopy, and immunoassays, have optimized microbiological diagnostics, while the development of vaccines, immunotherapies, and microbiome-based therapies has transformed the clinical approach. In conclusion, the integration of microbiology and immunology provides a comprehensive view of the infectious process and guides medical practice toward more precise, personalized, and evidence-based interventions.

Keywords: clinical microbiology; immunology; pathogenicity; immune response; molecular diagnostics.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades infecciosas han sido un desafío permanente para la humanidad y continúan siendo una causa importante de morbilidad y mortalidad a nivel global. A pesar de los

avances en diagnóstico y tratamiento, factores como la aparición de nuevas cepas, la globalización y la resistencia antimicrobiana mantienen a estos agentes como una amenaza constante para los sistemas de salud (1).

Para enfrentar este desafío, es fundamental comprender las bases microbiológicas e inmunológicas de la interacción entre microorganismos y hospedero. La microbiología clínica nos permite identificar los agentes causales, mientras que la inmunología explica cómo nuestro organismo responde ante ellos. Esta relación es dinámica: los patógenos desarrollan mecanismos de virulencia y evasión, mientras el sistema inmune evoluciona para reconocerlos y neutralizarlos de manera más eficiente (2). El equilibrio entre ambos factores determina el curso y la gravedad de la enfermedad.

Los avances recientes en biología molecular y tecnologías diagnósticas, como la PCR y los inmunoensayos de alta sensibilidad, han revolucionado el abordaje clínico de las infecciones, permitiendo una detección más rápida y precisa (3). Paralelamente, el conocimiento profundo de las respuestas inmunes ha impulsado el desarrollo de vacunas más seguras y terapias dirigidas. La pandemia de COVID-19 ejemplifica claramente cómo la biología del patógeno y la respuesta inmunológica determinan tanto el desenlace clínico individual como el impacto en la salud pública.

Este capítulo tiene como objetivo analizar los fundamentos microbiológicos e inmunológicos que sustentan la comprensión clínica de las infecciones, incluyendo los mecanismos de patogenicidad, las estrategias de evasión inmune y las respuestas defensivas del hospedero. Se busca proporcionar una visión integradora de la interacción huésped-patógeno que permita interpretar el proceso infeccioso de manera completa y fundamentar intervenciones terapéuticas basadas en evidencia científica.

METODOLOGÍA

Este capítulo se desarrolló mediante una revisión bibliográfica, orientada a identificar y sintetizar los fundamentos microbiológicos e inmunológicos más relevantes para la comprensión

clínica de las enfermedades infecciosas. Se realizó una búsqueda bibliográfica en bases de datos científicas de alto impacto, incluyendo Scopus, Web of Science y PubMed, complementada con literatura académica en Google Scholar y textos de referencia en microbiología e inmunología clínica.

El proceso de búsqueda se llevó a cabo en octubre de 2025. Se utilizaron términos controlados y descriptores en inglés y español: host-pathogen interaction, microbial virulence, innate immunity, adaptive immunity, microbiology diagnosis, infection immunity, clinical microbiology, combinados mediante operadores AND/OR. Se establecieron como criterios de inclusión: artículos originales, revisiones sistemáticas y capítulos de libros publicados entre 2020 y 2025, en inglés o español, con evaluación por pares y contenido relacionado con mecanismos de patogenicidad, respuesta inmunológica y su aplicabilidad clínica. Se excluyeron publicaciones sin respaldo científico, trabajos con enfoque experimental sin transferencia clínica evidente y artículos anteriores a 2020 salvo textos clásicos necesarios para sustento conceptual.

Los estudios y fuentes seleccionados fueron analizados críticamente en cuanto a su rigor metodológico, relevancia y actualización. La información fue organizada temáticamente para integrar los aspectos microbiológicos y de inmunidad en la práctica clínica. Los hallazgos derivados de esta revisión se presentan en la sección de resultados, estructurados en torno a los mecanismos del patógeno, la respuesta del huésped y su aplicación diagnóstica y terapéutica actual en infectología.

RESULTADOS

Fundamentos Microbiológicos

La microbiología clínica constituye el pilar para la identificación de los agentes etiológicos responsables de las enfermedades infecciosas y para la comprensión de los mecanismos mediante los cuales generan daño en el huésped (1-2). Los microorganismos patógenos se clasifican en grupos con características estructurales y biológicas únicas: bacterias, organismos procariotas con gran diversidad metabólica; virus, partículas obligadamente intracelulares que dependen de la célula humana para replicarse; hongos, eucariotas capaces de

generar infecciones oportunistas; y parásitos, un grupo amplio que incluye protozoos y helmintos responsables de enfermedades de importancia epidemiológica mundial (1).

La capacidad de un microorganismo para causar infección depende de su patogenicidad y su virulencia. (3) La patogenicidad se refiere a su habilidad inherente para producir enfermedad, mientras que la virulencia describe el grado de daño que provoca (4-5). Para establecer la infección, los agentes microbianos emplean mecanismos específicos: adhesión mediante proteínas de superficie como adhesinas y fimbrias, invasión de tejidos mediante enzimas hidrolíticas, evasión del sistema inmune a través de cápsulas, variación antigénica o bloqueo de fagocitosis, y producción de toxinas que alteran la fisiología del huésped (6,7).

Otro componente esencial en la microbiología contemporánea es el papel de la microbiota humana, representada por microorganismos que habitan en la piel, mucosas y tracto gastrointestinal. Esta microbiota contribuye a la defensa inmunológica mediante la competencia por nutrientes y la producción de sustancias antimicrobianas. Sin embargo, su alteración, conocida como disbiosis, puede facilitar la proliferación de microorganismos oportunistas y desencadenar infecciones o enfermedades inflamatorias (4). El estudio del microbioma ha permitido comprender la relación simbiótica necesaria entre microorganismos beneficiosos y el equilibrio inmunitario, así como su impacto en terapias innovadoras como el trasplante de microbiota fecal (5).

En el ámbito clínico, reconocer estas bases microbiológicas permite al profesional de la salud comprender cómo los microorganismos logran establecerse y persistir en el huésped, favoreciendo una toma de decisiones respecto al diagnóstico, aislamiento y tratamiento. Así, la integración de estos conceptos resulta imprescindible para el abordaje terapéutico de las enfermedades infecciosas actuales.

Fundamentos Inmunológicos

El sistema inmunitario constituye la principal defensa del organismo frente a agentes infecciosos. Su función principal es reconocer y eliminar microorganismos patógenos, al mismo

tiempo que mantiene tolerancia hacia los componentes propios del cuerpo (8). Esta compleja red de células y moléculas se organiza en dos grandes ramas: inmunidad innata e inmunidad adaptativa, las cuales actúan de manera complementaria para contener la infección y generar memoria inmunológica (2).

La inmunidad innata constituye la primera línea de defensa y responde de manera rápida y no específica. Incluye barreras físicas como piel y mucosas, así como mecanismos celulares y humorales: los fagocitos (macrófagos y neutrófilos), las células NK, el sistema del complemento y péptidos antimicrobianos (4). Los receptores de reconocimiento de patrones como los TLR (Toll-like receptors) identifican estructuras microbianas conservadas, desencadenando la producción de citoquinas proinflamatorias y activando otras células inmunes (7). Esta fase es crucial para contener al patógeno y comunicar el peligro al sistema adaptativo.

Por otro lado, la inmunidad adaptativa se caracteriza por su especificidad y capacidad de memoria. Está mediada por linfocitos B y T: los primeros producen anticuerpos que neutralizan toxinas, bloquean la adhesión microbiana y facilitan la opsonización; los linfocitos T colaboran en la eliminación de células infectadas y orquestan la respuesta inmunitaria mediante citoquinas (9). La memoria inmunológica generada en esta etapa garantiza una respuesta más eficaz ante exposiciones futuras al mismo patógeno; es importante citar además a la inmunidad inducida por vacunas (5).

Sin embargo, en ciertas situaciones la respuesta inmune puede ser disfuncional: una respuesta insuficiente predispone a infecciones severas y recurrentes, mientras que una respuesta exacerbada produce daño tisular y complicaciones sistémicas, como ocurre en sepsis o en tormentas de citoquinas asociadas a infecciones virales graves (10). Este equilibrio entre protección y daño determina el curso clínico de la enfermedad.

El entendimiento de los componentes inmunológicos no solo permite explicar la patogenia de muchas infecciones, sino que ha impulsado avances trascendentes como las vacunas

de nueva generación, las inmunoterapias y las estrategias de inmunomodulación dirigidas, consolidando el papel de la inmunología como pilar de la medicina moderna (3).

Interacción huésped-patógeno

Una infección es el resultado de un proceso dinámico y bidireccional entre el microorganismo invasor y el sistema inmunitario del huésped. Esta interacción comienza desde el primer contacto con el patógeno, que utiliza mecanismos específicos para adhesión, invasión y supervivencia en los tejidos humanos (2). Al mismo tiempo, el sistema inmune activa respuestas destinadas a eliminarlo, pero muchas veces el propio intento de defensa puede contribuir al daño tisular (4).

Los microorganismos han desarrollado estrategias de evasión inmunológica que determinan su virulencia y persistencia. Entre las más relevantes se encuentran: la variación antigénica observada en los virus como el de la influenza, que modifica proteínas de superficie para evitar el reconocimiento inmune; la inhibición de fagocitosis mediante cápsulas bacterianas como en *Streptococcus pneumoniae*; y el bloqueo de la presentación de antígenos, estrategia característica de *Mycobacterium tuberculosis* (7). Por su parte, virus del VIH destruyen directamente células inmunológicas clave, comprometiendo la defensa del huésped (6).

Tras la fase inicial, la activación de la inmunidad adaptativa determina la contención o progresión del proceso infeccioso. La producción de anticuerpos neutraliza toxinas y limita la diseminación microbiana, mientras que los linfocitos T citotóxicos eliminan células infectadas. No obstante, en infecciones severas, la respuesta defensiva puede desbordarse desencadenando inmunopatología un estado donde la inflamación excesiva daña tejidos sanos (9). Ejemplos clínicos incluyen el síndrome de dificultad respiratoria aguda en neumonías virales graves y la tormenta de citoquinas, presente en sepsis y COVID-19 (10).

Asimismo, el equilibrio entre el sistema inmune y la microbiota normal cumple un rol central en la protección. La disbiosis puede facilitar la colonización por patógenos oportunistas,

como ocurre en *Clostridioides difficile* posterior a terapia antibiótica, lo que evidencia que la pérdida de diversidad microbiana condiciona vulnerabilidad infecciosa (5).

En la práctica clínica, interpretar la interacción huésped–patógeno permite anticipar complicaciones, ajustar medidas terapéuticas y elegir intervenciones inmunomoduladoras cuando son necesarias. (3) Comprender esta relación es, por tanto, clave para individualizar el abordaje y mejorar los resultados clínicos en enfermedades infecciosas.

Aplicaciones clínicas y diagnósticas

Los avances en microbiología e inmunología han transformado profundamente el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades infecciosas. En la actualidad, el abordaje clínico se basa en herramientas que permiten identificar con precisión al patógeno, evaluar la respuesta del huésped e incluso intervenir en ella para mejorar el pronóstico (2).

Los métodos diagnósticos microbiológicos han evolucionado desde los cultivos tradicionales hacia técnicas más sensibles y rápidas. La reacción en cadena de la polimerasa (PCR) se ha convertido en el estándar, gracias a su alta sensibilidad y especificidad (3). Asimismo, la espectrometría de masas MALDI-TOF permite la identificación microbiana en minutos a partir de colonias, disminuyendo tiempos de espera y optimizando decisiones terapéuticas (5). Por otro lado, los inmunoensayos, como ELISA o pruebas de inmunofluorescencia, continúan siendo esenciales para la detección de antígenos o anticuerpos en infecciones agudas y crónicas (7).

En cuanto al tratamiento, la inmunología ha permitido el desarrollo de estrategias terapéuticas dirigidas, entre ellas los anticuerpos monoclonales, utilizados tanto para la prevención como para el manejo de infecciones graves, especialmente virales (4). Las vacunas, basadas en plataformas como ARN mensajero o subunidades proteicas, representan una herramienta fundamental en salud pública, reduciendo la incidencia y severidad de múltiples enfermedades infecciosas (6).

Además, el reconocimiento del papel del microbioma ha abierto nuevas alternativas terapéuticas. Procedimientos como el trasplante de microbiota fecal han demostrado eficacia en

infecciones recurrentes por *Clostridioides difficile*, restableciendo la flora intestinal protectora y disminuyendo la recurrencia de la enfermedad (10). Este enfoque refleja una medicina cada vez más personalizada, que no solo combate al agente infeccioso, sino que también restaura el equilibrio inmunológico del huésped.

Finalmente, tecnologías emergentes como la secuenciación metagenómica y la inteligencia artificial aplicada al diagnóstico clínico prometen mejorar la vigilancia epidemiológica y la elección de terapias óptimas (9). Estas innovaciones refuerzan que la integración del conocimiento microbiológico e inmunológico continúa siendo indispensable para enfrentar los desafíos actuales y futuros en infectología.

DISCUSIÓN

La comprensión integral de las enfermedades infecciosas requiere necesariamente una visión que entrelace la microbiología y la inmunología, reconociendo que el desenlace clínico de una infección no depende exclusivamente de las características del microorganismo invasor, sino también de la eficacia con que el sistema inmunitario del paciente logra responder ante él. Esta perspectiva dual nos ha permitido entender por qué un mismo agente patógeno puede manifestarse como un cuadro leve y autolimitado en algunos individuos, mientras que en otros desencadena complicaciones graves que pueden comprometer la vida.

Los microorganismos patógenos han evolucionado desarrollando una amplia gama de estrategias de virulencia que les permiten establecerse y proliferar en el hospedero. Entre estas destacan mecanismos sofisticados para evadir el reconocimiento por parte del sistema inmune, la capacidad de producir toxinas que dañan tejidos o alteran funciones celulares vitales, y la formación de biopelículas que les confieren resistencia tanto a la acción del sistema inmunitario como a los agentes antimicrobianos. Sin embargo, un hallazgo fundamental en la medicina moderna ha sido reconocer que el daño tisular y las manifestaciones clínicas graves no provienen únicamente del patógeno en sí mismo. En numerosas ocasiones, es la propia respuesta inmunológica del paciente, cuando se torna excesiva o desregulada, la que genera las consecuencias más devastadoras. Este fenómeno, conocido como inmunopatología y claramente

observable en condiciones como la sepsis o las neumonías virales severas, representa actualmente uno de los principales determinantes de morbilidad en el contexto clínico.

El panorama del diagnóstico y tratamiento de las infecciones ha experimentado una transformación profunda en las últimas décadas, impulsada por el desarrollo de tecnologías diagnósticas de alta precisión y por la aplicación del conocimiento inmunológico en el diseño de nuevas terapias. La incorporación de métodos moleculares como la PCR y las técnicas de secuenciación ha revolucionado nuestra capacidad para identificar patógenos con una rapidez y exactitud que eran impensables hace apenas unas décadas, lo cual se traduce directamente en la posibilidad de instaurar tratamientos más oportunos y específicos, mejorando sustancialmente el pronóstico de los pacientes. Paralelamente, el desarrollo de vacunas de nueva generación, basadas en plataformas tecnológicas innovadoras, así como el uso terapéutico de anticuerpos monoclonales, se han consolidado como herramientas fundamentales en el arsenal contra infecciones graves, particularmente aquellas causadas por patógenos emergentes para los cuales las opciones terapéuticas convencionales resultan limitadas.

Adicionalmente, los clínicos nos enfrentamos al delicado desafío de modular apropiadamente la respuesta inmune del paciente: necesitamos estimularla lo suficiente para lograr la eliminación efectiva del patógeno, pero al mismo tiempo debemos evitar que se des controle y genere respuestas hiperinflamatorias que pongan en riesgo la vida.

Por último, el creciente cuerpo de evidencia sobre el papel fundamental que desempeña el microbioma en la salud humana ha abierto perspectivas terapéuticas completamente nuevas. Intervenciones como el trasplante de microbiota fecal han demostrado que en ciertos contextos clínicos no es suficiente con eliminar al microorganismo causante de la enfermedad, sino que resulta igualmente crucial restaurar el equilibrio ecológico de las comunidades microbianas del hospedero para lograr una recuperación completa y duradera.

CONCLUSIÓN

La interrelación profunda e inseparable entre microbiología e inmunología nos proporciona una perspectiva mucho más completa y matizada del proceso infeccioso, orientando nuestras decisiones clínicas hacia abordajes más precisos y personalizados en la prevención, diagnóstico y tratamiento de estas enfermedades. Para hacer frente exitosamente a los desafíos presentes y futuros que plantea el cambiante panorama de las enfermedades infecciosas, resulta indispensable continuar promoviendo la investigación traslacional y el trabajo colaborativo multidisciplinario que fortalezcan este puente científico entre ambas disciplinas, en beneficio directo de la salud de nuestros pacientes y de la sociedad en su conjunto.

BIBLIOGRAFÍA

1. Divangahi M, Aaby P, Khader SA, Barreiro LB, Bekkering S, Chavakis T, et al. Trained immunity, tolerance, priming and differentiation: distinct immunological processes. *Nat Immunol.* 2021;22(1):2–6.
2. Ma Z, Zuo T, et al. *A systematic framework for understanding the microbiome in human health and disease: from basic principles to clinical translation.* *Signal Transduct Target Ther.* 2024;9:237.
3. González JM. Técnicas de diagnóstico microbiológico en la era molecular. *Rev Med Lab [Internet].* 2021;45(2):123–9.
4. López B. Inmunología aplicada a las enfermedades infecciosas. *Rev Med Clin.* 2022;38(1):45–52.
5. Pérez L, et al. Avances en microbiología clínica: Perspectivas actuales. *Infectio.* 2020;24(3):159–67.
6. Janeway CA Jr, Travers P. *Inmunobiología de Janeway.* 9a ed. New York: Garland Science; 2017.
7. Tortora GJ, Funke BR, Case CL. *Introducción a la Microbiología.* 11a ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2018.
8. Janeway CA Jr, et al. *Inmunobiología de Janeway.* 9a ed. New York: Garland Science; 2017.
9. Abbas AK, Lichtman AH. *Inmunología Celular y Molecular.* 9a ed. Barcelona: Elsevier; 2018.
10. Rodríguez M, et al. Hiperinflamación y sepsis: bases inmunopatológicas. *Rev Salud Global.* 2021;19(4):233–41.
11. Chaudhary N, et al. mRNA vaccines for infectious diseases. *Nat Rev Drug Discov.* 2021.
12. Divangahi M, et al. Trained immunity. *Nat Immunol.* 2021;22(1):2–6.
13. Ma Z, et al. Microbiome in health and disease. *Signal Transduct Target Ther.* 2024;9:237.
14. Liu J, et al. Biosafety and immunology. *Biosafety Health.* 2024.
15. Stiel L, et al. Innate immune response in critical illness. *Ann Intensive Care.* 2024;14:121.
16. Benoit P, et al. Clinical mNGS. *Nat Med.* 2024.
17. Seo H, Kim S. Microbiome therapeutics in infectious diseases. *Cells.* 2024;13(23):2003.

