

Parasitología médica para el estudiante de grado Tomo 1

Pedro Sebastián Espinoza Guamán
Juan José Espinosa Guamán
Carina Alexandra Serpa Andrade

Parasitología médica para el estudiante de grado Tomo 1

Pedro Sebastián Espinoza Guamán
Juan José Espinosa Guamán
Carina Alexandra Serpa Andrade



© **Pedro Sebastián Espinoza Guamán**

Médico Magister en Biología de las Enfermedades Infecciosas
Magister en Medicina Forense
Doctor en Ciencias Médicas
<https://orcid.org/0000-0003-0226-4520>
psespinoza@utmachala.edu.ec

Juan José Espinosa Guamán

Médico Doctor en Medicina y Cirugía
eldrpeg@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0006-5936-3051>

Carina Alexandra Serpa Andrade

Médico Magister en Medicina Forense
Doctora en Ciencias Médicas
<https://orcid.org/0000-0002-3208-3133>

Primera edición, 26/10/2025

ISBN: 978-9942-53-072-1

DOI: <http://doi.org/10.48190/9789942530721>

Distribución online

 Acceso abierto

Cita

Espinosa, P., Espinosa, J., Serpa, C. (2025) Parasitología médica para el estudiante de grado Tomo 1. Editorial Grupo Compás

Este libro es parte de la colección de la Univesidad Técnica de Machala y ha sido debidamente examinado y valorado en la modalidad doble par ciego con fin de garantizar la calidad de la publicación. El copyright estimula la creatividad, defiende la diversidad en el ámbito de las ideas y el conocimiento, promueve la libre expresión y favorece una cultura viva. Quedan rigurosamente prohibidas, bajo las sanciones en las leyes, la producción o almacenamiento total o parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de la misma por cualquiera de sus medios, tanto si es electrónico, como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien de fotocopia, sin la autorización de los titulares del copyright.

Prefacio

La parasitología médica representa un pilar fundamental en la formación del profesional de la salud, especialmente en regiones como la nuestra, donde las enfermedades parasitarias siguen siendo causa importante de morbilidad y mortalidad. Este primer tomo del libro, "Parasitología médica para el estudiante de grado", nace de la necesidad de brindar a los futuros médicos y profesionales de la salud una herramienta clara, didáctica y actualizada que les permita comprender los fundamentos biológicos, clínicos y epidemiológicos de los parásitos de importancia médica. A lo largo de mis años de experiencia como docente en la cátedra de parasitología, he identificado la importancia de conectar el conocimiento teórico con la realidad clínica y epidemiológica de nuestras comunidades. Este texto ha sido diseñado pensando en el estudiante de grado, con un lenguaje accesible pero riguroso, que facilitan la comprensión y actividades que estimulan el pensamiento crítico y la participación activa. Cada capítulo está estructurado de manera que el lector pueda identificar al parásito, conocer su ciclo biológico, mecanismos patogénicos, manifestaciones clínicas, diagnóstico, tratamiento y, sobre todo, estrategias de prevención y control. Se ha procurado incluir, además, enfoques actuales y locales que refuercen la aplicabilidad del conocimiento en entornos reales. Este libro no pretende sustituir a los textos clásicos ni a la experiencia clínica, sino más bien acompañar al estudiante en su proceso formativo, guiándolo hacia una comprensión integral de la parasitología médica con sentido humano, ético y científico. Agradezco profundamente a mis estudiantes, quienes con sus preguntas, inquietudes y compromiso han sido la principal fuente de inspiración para este trabajo, espero que este libro contribuya a fortalecer su formación y a cultivar el compromiso con la salud pública y la medicina basada en evidencia.

Los Autores
Machala, 1 de mayo de 2025

Introducción

La parasitología médica representa una piedra angular en la formación académica de los futuros profesionales de la salud, especialmente en contextos donde las enfermedades infecciosas siguen siendo una de las principales causas de morbilidad. Este campo, que se encarga del estudio de organismos parásitos que afectan al ser humano, resulta particularmente relevante en países tropicales y subtropicales, donde las condiciones climáticas, sanitarias y socioeconómicas favorecen la persistencia y propagación de estas infecciones. A través del análisis de los parásitos, sus mecanismos de transmisión, ciclos biológicos, efectos fisiopatológicos en el hospedero y estrategias de diagnóstico y control, la parasitología médica permite una comprensión integral del vínculo entre salud, ambiente y sociedad. Este primer tomo del libro "Parasitología médica para el estudiante de grado" ha sido diseñado como una herramienta pedagógica que acompaña al estudiante en su acercamiento inicial a esta compleja pero fascinante disciplina. A diferencia de otros textos con un enfoque meramente teórico o descriptivo, este libro incorpora un enfoque didáctico, centrado en el estudiante, que prioriza la comprensión conceptual, la integración clínica y el análisis crítico de los fenómenos parasitarios. Cada capítulo ha sido construido considerando las necesidades reales del estudiante de grado como claridad en los contenidos, ejemplos clínicos, actividades participativas, y un lenguaje accesible sin sacrificar el rigor académico. El primer capítulo sobre generalidades de parasitología, establece las bases fundamentales que todo estudiante debe dominar antes de abordar el estudio específico de las parasitosis humanas, en este apartado se introducen definiciones clave como parasitismo, simbiosis, hospedero definitivo e intermediario, se describe la clasificación básica de los parásitos según su morfología y localización en el cuerpo humano y se analizan las formas de transmisión más frecuentes (fecal-oral, cutánea, entre otras). También se incluye una visión panorámica de los factores epidemiológicos que condicionan la distribución de los parásitos, la respuesta inmune del hospedero, los mecanismos de patogenia y los criterios básicos de diagnóstico y tratamiento; este capítulo busca desarrollar una mirada crítica en el estudiante, fomentando el análisis de las relaciones ecológicas entre el parásito, el ser humano y su entorno. El segundo capítulo está dedicado a la amebiasis intestinal, una de las parasitosis más prevalentes en países en vías de desarrollo, causada por *Entamoeba histolytica*; esta ameba patógena puede generar desde infecciones asintomáticas hasta cuadros severos de colitis amebiana, abscesos hepáticos e incluso perforaciones intestinales. El capítulo detalla su morfología (formas de trofozoíto y quiste), el ciclo biológico con especial énfasis en las fases infectiva y diagnóstica, los mecanismos de invasión a la mucosa intestinal y las características clínicas de las diferentes formas de presentación. Se describen también los métodos de diagnóstico disponibles, desde la observación microscópica directa hasta las pruebas inmunológicas y moleculares, así como el tratamiento farmacológico con metronidazol y otros amebicidas; se promueven actividades que inviten al estudiante a reflexionar sobre los determinantes sociales y ambientales de esta enfermedad. En el tercer capítulo se abordan las principales

características de la Giardiasis intestinal y Balantidiasis, parasitosis que afectan tanto a niños como a adultos y se asocia a menudo con cuadros de diarrea crónica, malabsorción de nutrientes y pérdida de peso. Dada su alta prevalencia en comunidades rurales y urbanas marginales y su resistencia a métodos convencionales de cloración del agua, representa un desafío constante para los sistemas de salud pública. El capítulo describe de manera clara el ciclo biológico, sus formas morfológicas, mecanismos de patogenia en el epitelio intestinal y manifestaciones clínicas. También se exploran los métodos diagnósticos, incluyendo la observación de quistes en heces, las pruebas de antígenos y la técnica de enterotest. Se analiza el tratamiento con fármacos como el tinidazol y nitazoxanida, así como estrategias preventivas centradas en el acceso a agua segura y saneamiento. El último capítulo de este tomo está dedicado al estudio de los principales helmintos de interés médico, específicamente algunos nematodos de alta prevalencia en la población general, como *Áscaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* y *Enterobius vermicularis*. Se profundiza en sus características morfológicas, ciclos biológicos que, aunque directos, presentan particularidades relevantes para su diagnóstico y control, manifestaciones clínicas típicas, diagnóstico parasitológico mediante la identificación de huevos en muestras fecales o técnicas específicas como el test de Graham en el caso de oxiuros, y las principales opciones terapéuticas disponibles, se facilita la comprensión integral de estos parásitos, destacando su relevancia en contextos de saneamiento básico deficiente, además, se subraya la importancia de un enfoque de salud pública basado en el control integrado, que combine el tratamiento farmacológico periódico con estrategias educativas y mejoras en el acceso al agua potable y saneamiento. En su conjunto, este primer tomo busca no solo dotar al estudiante de conocimientos teóricos, sino también desarrollar habilidades prácticas para la identificación de parásitos, interpretación de pruebas diagnósticas y toma de decisiones clínicas en contextos reales. Asimismo, pretende sensibilizar al lector sobre la dimensión social y ambiental de las parasitosis, subrayando la necesidad de un enfoque interdisciplinario que involucre a profesionales de la salud, autoridades sanitarias y comunidades. El lector encontrará en este libro no solo información científica actualizada, sino también recursos didácticos para el autoaprendizaje, actividades reflexivas y sugerencias para la práctica profesional responsable. Esperamos que este material contribuya significativamente a la formación de estudiantes críticos, comprometidos con la salud pública y preparados para enfrentar los retos de la medicina moderna en entornos donde la parasitología sigue siendo una realidad cotidiana

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	9
Generalidades de la Parasitología	9
<i>Nomenclatura en Parasitología</i>	13
<i>Relaciones interespecíficas entre seres vivos</i>	14
<i>Tipos de parasitismo</i>	17
<i>Adaptaciones biológicas</i>	33
<i>Clasificación</i>	34
<i>Ciclos de vida</i>	34
<i>Epidemiología</i>	34
<i>Mecanismo de acción.....</i>	35
<i>Distribución geográfica</i>	35
<i>Prevención y control.....</i>	36
CAPITULO II.....	41
AMEBIASIS INTESTINAL	41
<i>Agente etiológico</i>	43
<i>Ciclo de vida.....</i>	46
<i>Patogenia.....</i>	47
<i>Mecanismos de daño a la mucosa.....</i>	47
<i>Patología.....</i>	49
<i>Ulceración Avanzada.....</i>	49
<i>Inflamación.....</i>	49
<i>Perforación</i>	49
<i>Ameboma</i>	50
<i>Características clínicas</i>	50
<i>Colonización asintomática</i>	50
<i>Colitis amebiana y disentería</i>	51
<i>Diagnóstico de laboratorio</i>	51
<i>Detección de antígenos en heces.....</i>	51
<i>Serología.....</i>	52
<i>Otros métodos de diagnóstico</i>	52
<i>Epidemiología, prevención y control</i>	53
<i>Fuente de infección</i>	53
<i>Prevención de la Amebiasis Intestinal: Enfoque en Medidas de Higiene y Control de Infecciones</i>	54
<i>Tratamiento</i>	55

OTRAS AMEBIASIS INTESITNALES.....	56
<i>Amebiasis Cutánea: Aspectos Clínicos, Diagnóstico y Tratamiento</i>	56
<i>Aspectos Clínicos</i>	56
<i>Tratamiento</i>	57
<i>Características Clínicas y Terapéuticas del Absceso Cerebral Amebiano</i>	57
<i>Amebas no Patógenas: Una Revisión Integral de su Biología, Ecología y</i> <i>Significado Clínico</i>	58
<i>Entamoeba dispar</i>	59
<i>Entamoeba coli</i>	60
<i>Endolimax nana</i>	61
Actividades.....	62
CAPITULO III.....	65
GIARDIOSIS Y BALANTIDIASIS	65
<i>Generalidades</i>	65
<i>Clasificación de Giardia como organismo eucariota</i>	66
<i>Ciclo de vida</i>	68
<i>Mecanismo de Variación Antigénica de los Genes</i>	72
<i>Análisis de la Epidemiología de Giardiasis</i>	73
<i>Análisis de la Patogénesis de Giardiasis</i>	74
<i>Análisis de la Respuesta Inmune en la Giardiasis</i>	75
<i>Análisis de las Manifestaciones Clínicas y Secuelas</i>	75
<i>Desafíos en el Tratamiento</i>	76
<i>Prevención: Estrategias y Medidas Eficaces</i>	77
BALANTIDIASIS	78
<i>Prevalencia y Distribución</i>	78
<i>Datos Epidemiológicos</i>	79
<i>Morfología y Ciclo de Vida</i>	79
<i>Epidemiología</i>	79
<i>Patogénesis y Clínica</i>	79
<i>Tratamiento</i>	80
<i>A propósito de un Caso Clínico: Infección por Balantidium coli en una</i> <i>Paciente con Linfoma no Hodgkin</i>	80
Actividades.....	82
CAPITULO IV.....	86
TRICOCEFALOSIS, OXIURASIS Y ASCARIASIS	86
<i>Generalidades</i>	86

Biología del <i>Trichuris trichiura</i>	87
Ciclo de vida	88
Epidemiología	88
Patogenia y Manifestaciones Clínicas	90
Manifestaciones clínicas	90
Diagnóstico	91
Tratamiento	92
Estrategias de prevención y control	92
Medidas de salud pública	93
OXIURIASIS	94
Biología del <i>Enterobius vermicularis</i>	96
Ciclo de Vida	97
Manifestaciones clínicas	99
Diagnóstico	100
Epidemiología	101
Tratamiento	102
ASCARIASIS	103
Biología del <i>Áscaris lumbricoides</i>	105
Ciclo de vida	107
Manifestaciones clínicas	109
Diagnóstico	111
Epidemiología	112
Tratamiento	113
Actividades	114
Bibliografía	118

CAPÍTULO I

Generalidades de la Parasitología

La parasitología médica emerge como una especialidad esencial en el campo de la medicina, desafiando a los profesionales de la salud a comprender y enfrentar un espectro diverso de enfermedades causadas por organismos parasitarios. Desde los protozoos unicelulares hasta los helmintos multicelulares y los artrópodos vectores, estos parásitos han coevolucionado con la humanidad, adaptándose a una variedad de entornos y modos de transmisión.

En este contexto, este libro de parasitología médica se presenta como una herramienta indispensable para estudiantes de pregrado y profesionales de la medicina, brindando una visión profunda y actualizada sobre los aspectos fundamentales de esta disciplina. A través de un enfoque riguroso y exhaustivo, se explorarán los principales conceptos, desde la biología de los parásitos hasta las estrategias de diagnóstico, tratamiento y prevención.

Este primer capítulo establece las bases para el estudio de la parasitología médica, abordando aspectos clave como la definición y el alcance de la disciplina, los ciclos de vida y la epidemiología de los parásitos, así como las manifestaciones clínicas, el diagnóstico y el manejo de las enfermedades parasitarias. Además, se examinan los desafíos actuales y las futuras direcciones en el campo, subrayando la importancia de un enfoque integrado y multidisciplinario para abordar estos complejos problemas de salud pública.

A medida que avanzamos en este viaje por el fascinante mundo de la parasitología médica, se espera que los lectores adquieran un entendimiento profundo y una apreciación renovada de la complejidad de las interacciones entre parásitos, hospedadores y el medio ambiente, así como de la importancia crítica de esta disciplina en la promoción de la salud y el bienestar de las poblaciones en todo el mundo.

La parasitología médica es una especialidad crucial en el campo de la medicina que se centra en el estudio de los parásitos y las enfermedades que causan en los seres humanos. Estos organismos, que pueden ser protozoos, helmintos (gusanos) o artrópodos, representan una variedad de desafíos diagnósticos y terapéuticos para los médicos.

Definición y alcance de la Parasitología Médica

La parasitología médica abarca el estudio de una amplia gama de organismos parasitarios que pueden afectar al ser humano, desde los protozoos unicelulares, como Plasmodium y Entamoeba, hasta los helmintos multicelulares, como Ascaris y Taenia, y los artrópodos vectores de enfermedades, como mosquitos y garrapatas. Comprender la biología, la epidemiología y las manifestaciones clínicas de estos

parásitos es esencial para el manejo adecuado de las enfermedades parasitarias. (Duque et al., 2021)

Ciclos de Vida y Transmisión

Los parásitos tienen ciclos de vida complejos que a menudo implican múltiples etapas y diferentes hospedadores, estos pueden ser directos, con transmisión de persona a persona o indirectos, que involucran vectores o hospedadores intermediarios. Su comprensión es fundamental para identificar puntos de intervención para el control y la prevención de las enfermedades parasitarias.

En efecto los ciclos de vida y la transmisión de los parásitos son aspectos fundamentales en la comprensión de las enfermedades parasitarias, estos procesos reflejan la compleja interacción entre los parásitos, sus hospedadores y, en muchos casos, otros organismos que actúan como vectores o hospedadores intermediarios, entender estos ciclos es crucial para el diagnóstico, tratamiento, prevención y control de las enfermedades parasitarias; los ciclos de vida de los parásitos pueden variar significativamente según el tipo de parásito y su complejidad biológica (Mathison et al., 2021), sin embargo, la mayoría de los ciclos de vida incluyen varias etapas, que pueden dividirse en tres fases principales:

Etapas de Infección: En esta fase, el parásito ingresa al hospedador humano, ya sea directamente a través del contacto con el parásito infectante o indirectamente a través de vectores o alimentos contaminados. Esta etapa puede variar desde la ingestión de huevos o quistes infectivos hasta la inoculación de larvas o esporas a través de la picadura de un vector. (Aleshnick et al., 2020)

Etapas de Desarrollo: Una vez dentro del hospedador humano, el parásito comienza su desarrollo y reproducción, esto puede implicar la migración a través de diferentes tejidos y órganos, el desarrollo de formas larvarias o la multiplicación dentro de células específicas; durante esta etapa, el parásito puede causar daño tisular y desencadenar la respuesta inmune del hospedador. (Suzuki, 2020)

Etapas de Producción de Formas Infecciosas: En esta fase, el parásito produce formas infecciosas que pueden ser eliminadas del hospedador y transmitidas a otros individuos e incluyen huevos, larvas, quistes, esporas o formas adultas, dependiendo del tipo de parásito. La liberación de estas formas infecciosas puede ocurrir a través de las heces, la orina, la saliva, la sangre u otros fluidos corporales.

La transmisión de los parásitos puede ocurrir de diversas formas y depende de la biología del parásito y de los comportamientos humanos y ambientales, algunos de los principales mecanismos de transmisión incluyen:

Transmisión Directa: En este caso, la infección se transmite directamente de persona a persona a través del contacto físico cercano, como el contacto sexual o el

contacto con la piel o las mucosas infectadas. Ejemplos de parásitos transmitidos directamente incluyen piojos, sarna y algunos protozoos intestinales.

Transmisión Indirecta: Implica la presencia de un vector o un vehículo que transporta el parásito de un hospedador a otro. Esto puede incluir vectores biológicos, como mosquitos o garrapatas, que transmiten el parásito durante la alimentación, o vectores mecánicos, como cucarachas o moscas, que transportan el parásito en sus patas o cuerpos.

Transmisión por Ingestión: Muchos parásitos pueden transmitirse a través de la ingestión de agua o alimentos contaminados con formas infectivas, como huevos, quistes o larvas. Esta forma de transmisión es común en enfermedades como la giardiosis, la amebiasis y la teniosis.

Transmisión por Vía Parenteral: Algunos parásitos pueden transmitirse a través de la inoculación directa de formas infectivas en la piel o tejidos del hospedador. Esto puede ocurrir, por ejemplo, durante la picadura de insectos vectores o el contacto con material contaminado en el entorno.

Importancia Clínica y Epidemiológica

Comprender los ciclos de vida y los mecanismos de transmisión de los parásitos es esencial para el manejo clínico de las enfermedades parasitarias, incluyendo el diagnóstico, tratamiento y prevención. Además, esta comprensión es fundamental para la identificación de puntos de intervención para el control y la prevención de la transmisión de parásitos en poblaciones humanas y animales, lo que contribuye a la salud pública y al bienestar global. Las enfermedades parasitarias tienen una distribución geográfica variable, influenciada por factores ambientales, climáticos, sociales y económicos, algunas, como la malaria y la enfermedad de Chagas, son endémicas en regiones tropicales y subtropicales, mientras que otras, como la toxoplasmosis y la giardiosis, tienen una distribución más amplia, comprender la epidemiología de estas enfermedades es fundamental para el diagnóstico diferencial y el manejo clínico. (Karakuş et al., 2022)

Las manifestaciones clínicas de las enfermedades parasitarias son diversas y pueden afectar a múltiples sistemas orgánicos, los síntomas pueden incluir fiebre, diarrea, pérdida de peso, anemia, ictericia, hepatomegalia, esplenomegalia y manifestaciones neurológicas. El diagnóstico se basa en la combinación de anamnesis, examen físico y diversas pruebas de laboratorio, que pueden incluir análisis de sangre, heces, orina, muestras de tejido y técnicas de imagenología.

El tratamiento de las enfermedades parasitarias depende del tipo de parásito involucrado, la gravedad de la infección y la condición clínica del paciente, se utilizan una variedad de medicamentos antiparasitarios, que pueden incluir antimaláricos, antihelmínticos y agentes antiprotozoarios, administrados de

acuerdo con pautas específicas y consideraciones individuales del paciente. Además, el manejo de las enfermedades parasitarias puede requerir medidas de apoyo, como la rehidratación, la corrección de desequilibrios electrolíticos y la terapia sintomática. (Chai et al., 2021)

La prevención y el control de las enfermedades parasitarias son fundamentales para reducir su incidencia y su impacto en la salud pública, esto incluye medidas como la mejora de la higiene personal y ambiental, el control de vectores, la educación sanitaria, el tratamiento masivo de poblaciones en riesgo, el desarrollo de vacunas y la investigación continua para identificar nuevas estrategias de control.

A pesar de los avances en el diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades parasitarias, siguen existiendo importantes desafíos, como la resistencia a los medicamentos, la falta de acceso a servicios de salud, la pobreza y la degradación ambiental. El desarrollo de nuevas terapias, vacunas y enfoques integrados de control es esencial para abordar estos desafíos y avanzar hacia la eliminación y erradicación de las enfermedades parasitarias. En definitiva, la parasitología médica es una disciplina compleja y dinámica que requiere un enfoque integrado y multidisciplinario para abordar los desafíos de diagnóstico, tratamiento, prevención y control de las enfermedades parasitarias, el profesional de la salud desempeña un papel fundamental en la identificación y el manejo de estas enfermedades, así como en la promoción de prácticas de salud pública que contribuyan a su prevención y control.

En efecto y al profundizar en el estudio es necesario señalar que la Parasitología es la ciencia dedicada al estudio de organismos que dependen de otros para cumplir su ciclo de vida, constituye una rama de la Biología, especializada en el análisis de parásitos como agentes productores de enfermedades en el hospedador. Existe un fenómeno biológico presente en algunos organismos inferiores, caracterizado por alojamiento y alimentación a expensas de un organismo superior, los parásitos cumplen estas características y motivan interacciones biológicas que modifican la estructura y la función del huésped. La interacción biológica entre dos organismos es variable y depende entre otras cosas del grado de afectación que presenta el hospedador, como resultado de mecanismos que participan en la adecuación del medio ambiente o nicho ecológico, necesario para la supervivencia del parásito.

El estudio de los parásitos en primera instancia fue dominio de la medicina, posteriormente la Zoología Aplicada intervino en su análisis para, finalmente, cuando se comprendió el conocimiento de las asociaciones biológicas, interacciones específicas entre especies en íntima relación con un sustrato biótico o abiótico determinado, la parasitología se convirtió en un fenómeno ecológico integral. De lo anteriormente expuesto se deduce, que esta rama de la biología abarca múltiples disciplinas y el entendimiento acerca de los procesos adyacentes en la creación del hábitat, el mantenimiento del ciclo vital, es posible mediante el

análisis de los paradigmas evolutivos. Por lo tanto, la parasitología se encarga del estudio de los fenómenos de interdependencia entre dos organismos, el primero capaz de desencadenar reacciones diversas, denominado parásito; y, el organismo receptor que presta las condiciones necesarias para la supervivencia del parásito, denominado hospedador. Para el dominio de los temas consignados en el presente libro, es indispensable abordar el significado de los términos aplicados en el análisis de esta rama de la biología.

Nomenclatura en Parasitología

La nomenclatura en parasitología se refiere al sistema utilizado para nombrar y clasificar a los parásitos, este sistema sigue las reglas de la nomenclatura binomial, que fue propuesta por Carl Linnaeus en el siglo XVIII (Müller-Wille & Charmantier, 2012) y se utiliza universalmente en biología para nombrar organismos vivos, a continuación, hay una explicación detallada de cómo funciona la nomenclatura en parasitología:

Nombre binomial: Cada especie de parásito se nombra utilizando dos partes: el nombre del género y el epíteto específico, por ejemplo, el parásito de la malaria humana se llama *Plasmodium falciparum*. "*Plasmodium*" es el género y "*falciparum*" es el epíteto específico, este sistema ayuda a distinguir claramente una especie de otra.(Mathison et al., 2021)

Género: El género es una categoría taxonómica que agrupa a especies similares, por ejemplo, *Plasmodium* es un género que incluye varios parásitos causantes de la malaria en humanos y otros vertebrados, como *Plasmodium vivax*, *malariae*, *falciparum*, *ovale*, *knowlesi*. Otro ejemplo de categoría que se puede mencionar es el Género Bithynia.(Huang & Peng, 2024)

Epíteto específico: Constituye una palabra o frase que se agrega al nombre del género para identificar una especie particular dentro de ese género, este epíteto específico suele describir alguna característica distintiva de la especie, en el caso de *Plasmodium falciparum*, "*falciparum*" proviene del latín y significa en forma de hoz, es decir hace referencia a la forma alargada y curva de los parásitos durante una etapa específica de su ciclo de vida dentro de los glóbulos rojos del huésped, cuando estos parásitos se desarrollan y se dividen dentro de los glóbulos rojos, adquieren una forma similar a la de una hoz, que se visualiza fácilmente bajo el microscopio, lo que permite su identificación de otras especies de *Plasmodium*.(Rojas et al., 2025)

Subespecies y variedades: En algunos casos, se utilizan subespecies o variedades para distinguir aún más entre diferentes cepas o poblaciones de un parásito, por ejemplo, se pueden utilizar letras o números después del epíteto específico para designar subespecies o variedades, en efecto para indicar que estamos tratando con una subespecie o variedad, se pueden agregar abreviaturas o términos

descriptivos después del nombre binomial, por ejemplo, se pueden utilizar términos como subsp. para subespecie o var. para variedad, seguido del nombre específico de la subespecie o variedad, entonces, una posible forma de nombrar una variedad de *Histoplasma* podría ser *Histoplasma capsulatum* var. *duboisii*.(Alves et al., 2025)

Nomenclatura en taxones superiores: Además de la nomenclatura de especies individuales, los parásitos también se clasifican en taxones superiores, como familia, orden y clase, según sus características morfológicas, fisiológicas y genéticas. Por ejemplo, *Plasmodium falciparum* pertenece al filo Apicomplexa, clase Aconoidasida y orden Haemosporida.(Culleton et al., 2023)

Cambios en la nomenclatura: A lo largo del tiempo, la clasificación taxonómica de los organismos, incluidos los parásitos, puede cambiar debido a nuevos descubrimientos científicos o revisiones en la comprensión de la relación entre diferentes especies, por lo tanto, es importante mantenerse actualizado sobre los cambios en la nomenclatura; en definitiva, la nomenclatura en parasitología sigue el sistema binomial estándar utilizado en biología, que ayuda a organizar y clasificar a los parásitos en función de su relación evolutiva y características morfológicas y fisiológicas lo que facilita la comunicación entre los científicos y el estudio sistemático de los parásitos y las enfermedades que causan.

Relaciones interespecíficas entre seres vivos

Asociaciones biológicas

En parasitología, las asociaciones biológicas se refieren a las interacciones entre dos organismos, donde uno de ellos, el parásito, obtiene beneficios a expensas del otro organismo, llamado hospedador, estas asociaciones son fundamentales para comprender la ecología y la dinámica de los parásitos en los diferentes ecosistemas.

Simbiosis

Constituye la interacción entre dos organismos en un periodo de tiempo determinado, con la finalidad de obtener beneficio mutuo, conservando los simbioses la capacidad para mantener un estado físico y químico constante a pesar de agentes tóxicos tendientes a disolver la asociación; por ejemplo: las termitas, forman un holobionte constituido por un holobioma que contiene el genoma de un taxón determinado o genoma del hospedero; y, los genomas de la microbiota simbiótica o microbioma; para complementar la función digestiva de los comejenes, es decir ciertos protozoarios ubicados en el tubo digestivo de la termita desdoblan la celulosa en azúcar; proporcionando alimento a los simbioses; en efecto un holobionte es un organismo formado por el hospedador (en este caso, la termita) y su comunidad simbiótica asociada, que incluye bacterias, protozoarios y otros microorganismos que coexisten en una relación de simbiosis, la termita en sí

misma, junto con su microbiota simbiótica, forma un holobionte; el holobioma es la totalidad de los genomas presentes en el holobionte, incluye el genoma del hospedador (termita) y los genomas de los microorganismos simbióticos que coexisten en su interior, el holobioma estaría compuesto por el genoma de la termita y los genomas de los microorganismos simbióticos que residen en su tracto digestivo; en tanto que el microbioma se refiere al conjunto de microorganismos (bacterias, arqueas, hongos, protozoarios, etc.) que colonizan un hábitat específico, como el tracto digestivo de un organismo, el microbioma de las termitas está compuesto por microorganismos simbióticos que desempeñan un papel crucial en la digestión de la celulosa; por lo tanto los Symbiontes o simbioses se refiere a los microorganismos que participan en una relación de simbiosis beneficiosa con el hospedador, en este caso, las termitas, los protozoarios presentes en el tubo digestivo de las termitas son simbioses que ayudan en la descomposición de la celulosa. Como se puede observar, en las termitas, la asociación simbiótica con microorganismos en su tracto digestivo es esencial para su capacidad de digerir la celulosa, los protozoarios descomponen la celulosa en azúcares más simples, que luego son utilizados como fuente de energía por las termitas, esta simbiosis representa un ejemplo fascinante de cómo la cooperación entre diferentes organismos puede conferir ventajas adaptativas significativas en el contexto de la nutrición y la supervivencia en un determinado hábitat.(Gao et al., 2021)

La simbiosis por lo tanto describe la existencia común entre dos organismos diferentes, caracterizada por la interrelación entre especies y en condiciones ambientales apropiadas. El espectro de nuevas estructuras tisulares, procesos metabólicos, primicias evolutivas desarrolladas por holobiontes, se denomina simbiogénesis, micro complejos simbióticos o simbioticismo. En simbiosis, es característico que los organismos pasen parte o todo el ciclo de vida en esta interacción, que para parásitos, hongos y bacterias; constituyen: parasitismo, forosis, mutualismo, comensalismo.

Parásito

Es todo organismo que vive, se alimenta y efectúa reacciones anabólicas y catabólicas a razón de otro organismo de especie distinta, generalmente más grande, sin el cual no es posible cumplir el ciclo de vida natural, el parásito puede generar cambios estructurales y funcionales en el hospedero y constituir un agente productor de enfermedad. Desde una perspectiva más técnica, un parásito es un organismo heterotrófico que vive a expensas del hospedador, obteniendo su alimento y recursos esenciales, esta relación simbiótica se caracteriza por la dependencia del parásito respecto a su hospedador para completar su ciclo de vida; los parásitos pueden pertenecer a diversas categorías taxonómicas, como protozoarios, helmintos, artrópodos, entre otros, y su interacción con el hospedador puede variar desde relaciones simbióticas relativamente equilibradas hasta

situaciones en las que el hospedador sufre daños considerables. El estudio de los parásitos, su biología, ecología y sus efectos sobre los hospedadores es fundamental en parasitología para comprender las dinámicas de estas interacciones y desarrollar estrategias efectivas de control y prevención.(Else & Gibbs, 2022)

Parasitismo

Constituye una asociación biológica caracterizada por la dependencia metabólica del parásito a un organismo diferente, esta relación puede ser temporal o permanente y llevarse a cabo en la superficie o interior del hospedador; si bien es cierto el término parásito hace alusión a organismos pertenecientes al reino animal, se puede considerar que el parasitismo es un fenómeno observable en virus y artrópodos. Desde un punto de vista biológico existen condiciones y factores involucrados en el grado de adaptabilidad del parásito en relación al hospedero, es así que cuando se evidencia menor daño estructural o funcional en el hospedador se considera que el parásito tiene un mayor grado de adaptación, en tanto que, al observar mayor daño morfológico, funcional o muerte; el grado de adaptación al hospedero es menor. La invasión y adaptación del parásito al hospedero puede estar mediada por proteínas especializadas en una interacción receptores-ligandos a nivel de la superficie del parásito, es el caso del esporozoito del *Plasmodium falciparum* en el que intervienen: la Proteína Anónima Relacionada con la Trombospondina (TRAP, thrombospondin-related-anonymous-protein), y la Proteína Circumsporozoítica (CSP); y para el merozoíto: la Proteína de Superficie del Merozoíto 1 (MSP 1) también denominado Antígeno de Superficie del Merozoíto 1 (MSA 1), el Antígeno de Membrana Apical 1 (AMA 1) y el Antígeno Unido al Eritrocito (EBA). Intervienen también en el proceso, Antígeno de Superficie del Eritrocito en Anillo Infectado (RESA), proteínas de la familia Roptrias (RAP), el Antígeno de Membrana del Anillo (RIMA,) y 2 proteasas similares a Subtilisina (SUB-2 y SUB-1). De lo anteriormente expuesto se concluye que las adaptaciones biológicas dependen de mecanismos complejos que representan el desarrollo evolutivo parasitario, en términos más sencillos se puede indicar que, específicamente el *Plasmodium falciparum*, como agente causante de la malaria, puede invadir y adaptarse al huésped, esto se logra mediante proteínas especializadas que interactúan con receptores específicos en la superficie del parásito y en las células del huésped; para invadir y adaptarse al huésped, el parásito utiliza diferentes proteínas, cada una con un papel específico, por ejemplo, durante la fase de esporozoito del *Plasmodium falciparum*, se mencionan dos proteínas clave: TRAP (Proteína Anónima Relacionada con la Trombospondina) y CSP (Proteína Circumsporozoítica), estas proteínas están involucradas en la interacción inicial entre el parásito y las células del huésped. Una vez que el parásito está dentro del huésped, se desarrolla y se multiplica, pasando por diferentes etapas, durante la etapa de merozoíto, se mencionan otras proteínas importantes como MSP1 (Proteína de Superficie del Merozoíto 1), AMA1 (Antígeno de

Membrana Apical 1) y EBA (Antígeno Unido al Eritrocito), que son esenciales para la invasión de las células sanguíneas del huésped y para su posterior desarrollo dentro de ellas, además de estas proteínas, también se hace referencia a otras moléculas y proteínas que contribuyen al proceso de invasión y adaptación del parásito, como RESA (Antígeno de Superficie del Eritrocito en Anillo Infectado), proteínas de la familia RAP (Roptrias), RIMA (Antígeno de Membrana del Anillo) y las proteasas SUB-2 y SUB-1.(Dixon & Tilley, 2021)

Es por lo tanto esencial enfatizar que la adaptación biológica de los parásitos depende de una serie de mecanismos complejos que han evolucionado a lo largo del tiempo para permitir su supervivencia dentro de sus huéspedes, estudiar estas interacciones moleculares es crucial para comprender mejor la biología de los parásitos y para desarrollar estrategias eficaces para combatir las enfermedades parasitarias; el parasitismo o la depredación, se miden en base al análisis del grado lesivo en el hospedero como resultado de la asociación biológica que, para la preservación de la vida del anfitrión y bienestar del parásito, dependen del mantenimiento del equilibrio en ausencia de destrucción sistémica o parcial del hospedero; sin embargo, se acepta que la alimentación del parásito en diversas regiones del hospedero, de alguna manera estaría preservando su bienestar, sin embargo, es de conocimiento general que la lesión o muerte del anfitrión, depende fundamentalmente de una relación tripartita entre, la cantidad de parásitos, patogenicidad y sobre todo de la integridad del sistema inmunológico del hospedero.

De lo anteriormente expuesto se concluye que las adaptaciones y asociaciones biológicas dependen de mecanismos complejos que evidencian el desarrollo evolutivo de los parásitos, los cuales se manifiestan en variables como, parasitismo facultativo, obligado, accidental, hiperparasitismo, poliparasitismo, multiparasitismo, inquilinismo, oportunismo.

Tipos de parasitismo

De acuerdo a las características presentes en la relación parásito-hospedero concernientes al tiempo de estancia parasitaria, capacidad de adaptación del parásito, afinidad de la noxa por múltiples hospederos, especificidad de varios parásitos por un mismo hospedero; el parasitismo puede ser: facultativo, obligado, accidental, hiperparasitismo, poliparasitismo, multiparasitismo.

Parasitismo facultativo

Es la asociación biológica en la cual el parásito tiene la capacidad de adaptarse en estado libre, comensalista o parasitario, como sucede por ejemplo en los nematodos entomopatógenos, vermiformes que se relacionan con los insectos por medio de: adherencia pasiva y transporte o foresia, parasitismo obligado y parasitismo facultativo. Se ha identificado la asociación de *Entamoeba histolytica* y

Escherichia coli que causa incremento de la virulencia del parásito con mayor lesión celular o tisular; lo propio sucede con nematodos entomopatógenos del orden Rhabditida con sus familias Steinernematidae y Heterorhabditidae, al presentar una asociación simbiótica con bacterias específicas, que son transportadas y liberadas en el interior del cuerpo de insectos lo que ocasiona septicemia y muerte, proceso útil para el crecimiento y desarrollo de los nematodos en el interior del insecto, en este sentido se propone el subtipo de parasitismo facultativo denominado, Facultativo de Asociación. La adaptación en estado libre, comensalista o parasitario significa que el parásito puede vivir de manera libre, como comensal (donde obtiene beneficios pero no causa daño al hospedador) o como parasitario (donde obtiene beneficios a expensas del hospedador y puede causarle daño), por ejemplo la referencia a nematodos entomopatógenos, un tipo de gusano redondo, que son patógenos para los insectos, pueden relacionarse con los insectos de varias maneras, incluyendo adherencia pasiva, transporte o foresia (donde el parásito es transportado por otro organismo), parasitismo obligado (donde el parásito depende completamente del hospedador) y parasitismo facultativo (donde el parásito puede vivir independientemente pero también parasitar a un hospedador). De igual manera la asociación de *Entamoeba histolytica* (Ankri, 2021) y *Escherichia coli* aumenta la virulencia del parásito, lo que significa que el parásito causa más daño celular o tisular en el hospedador, lo propio sucede con Nematodos entomopatógenos del orden Rhabditida mediante asociación simbiótica con bacterias específicas, las familias Steinernematidae y Heterorhabditidae, en efecto son transportadas y liberadas dentro del cuerpo de los insectos hospedadores, causando septicemia y eventualmente la muerte del insecto, proceso que beneficia el crecimiento y desarrollo de los nematodos dentro del insecto. Finalmente, en lo que respecta a la propuesta del subtipo de parasitismo facultativo denominado de asociación, se refiere a la capacidad del parásito para asociarse con otros organismos, como bacterias, para aumentar su capacidad parasitaria y virulencia; en definitiva, las diversas formas de interacción entre parásitos y sus hospedadores, desde adaptaciones simples hasta asociaciones más complejas, aumentan la virulencia y la capacidad de parasitismo del parásito.(Tian et al., 2022)

Parasitismo obligado

Cuando el parásito depende del hospedero para desarrollar fases del ciclo vital indispensables para su supervivencia, la asociación se denomina parasitismo obligado; como ejemplo se cita la especie *Brachiola vesicularum*, microsporidium del grupo de organismos pertenecientes al reino fungi, relacionada con la microsporidiosis enfermedad prevalente en pacientes inmunodeficientes que presentan: Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA), individuos que pasaron por procedimientos quirúrgicos o sometidos a implante de órganos con terapia inmunosupresora o pacientes oncológicos. *Brachiola vesicularum* es un microsporidio, un tipo de parásito intracelular obligado. Esto significa que depende

completamente de un huésped para su reproducción y supervivencia. A diferencia de los parásitos facultativos, que pueden vivir de forma independiente o como parásitos, los parásitos obligados necesitan un huésped para completar su ciclo de vida. En el caso mencionado la *Brachiola vesicularum*, una vez que el microsporidio entra en el cuerpo del hospedador, invade las células del huésped y utiliza sus recursos para reproducirse, proceso que puede causar diversas enfermedades en el hospedador, especialmente en individuos con sistemas inmunológicos comprometidos, debido a su naturaleza como parásito obligado, *Brachiola vesicularum* no puede sobrevivir fuera de un huésped por períodos prolongados, lo que lo hace totalmente dependiente de la presencia de un huésped para su supervivencia y reproducción.(Tiulentino Sy-Go et al., 2022)

Parasitismo accidental

Existen parásitos que son dependientes de hospederos animales para desarrollar el ciclo biológico, pero, cuando parasitan a un hospedero humano se produce un tipo de parasitismo denominado accidental. El ejemplo más adecuado para este tipo de asociación biológica es el *Dipylidium caninum*, tenía habitual que se ubica en intestino de canes y felinos.(Rousseau et al., 2022)

Hiperparasitismo

Especies de organismos pueden presentar asociaciones biológicas con parásitos al tiempo que se produce la unión con el anfitrión, por lo tanto, se reconoce la existencia de parásitos de parásitos o hiperparasitismo, como ejemplo se cita: la mosca (Diptera: Nycteribiinae) constituye un ectoparásito de un murciélago hematófago altamente especializado y que se parasita con un hongo ectoparasitario del género *Arthrorhynchus-Laboulbeniales*. Las ascosporas del hongo se unen a la cutícula de la mosca y desarrollan un órgano propio que perfora los órganos del hospedero denominadohaustorio fúngico que, una vez en el interior de la mosca, permite extraer sustancias necesarias para su nutrición. (Dick et al., 2023)

Poliparasitismo

La asociación con el hospedero no se mantiene exclusivamente con un parásito determinado, existe la probabilidad de que diferentes especies parasitarias interaccionen con un anfitrión, con el consecuente daño tisular e incremento notable de morbilidad. La infección de helmintos gastrointestinales y protozoos, a la vez, se denomina poliparasitismo intestinal el cual es producto del vínculo entre determinantes socioeconómicos y medioambientales, exposición del hospedero al agente tóxico, integridad del sistema inmunológico, entre otros.

Multiparasitismo

Un tipo de parasitismo observado en organismos parasitoides, mediante el cual los huevos de variadas especies son apostados en un determinado hospedero

Foresis

Constituye una relación interespecífica entre dos organismos, mediante el cual la especie forente es transportada mecánicamente por otro organismo, por ejemplo: la mosca domestica que vive en sinantropia, la cual al ser específicamente eusinantrópica, trasporta protozoarios tales como, *Cryptosporidium* sp, *Endolimax* *nana*, *Giardia lamblia*, entre otros, provocando parasitismo o parasitosis en el hospedero.(Guérin et al., 2023)

Comensalismo

Esta asociación biológica se caracteriza por adaptación de dos especies al grado que, una de ellas se beneficia de la otra sin provocarse daño, *Cándida Albicans*, levadura polimórfica comensal de la microbiota gastrointestinal en individuos sanos, pasa de un estado comensal a patogénico cuando la relación entre levadura, flora microbiana normal y sistema inmunológico del hospedero se ve alterada; cuando la interacción de dos especies trae como consecuencia beneficio mutuo, el comensalismo se denomina mutualismo. (H. Chen et al., 2020)

Inquilinismo

La capacidad del parásito para establecer y mantener interacciones biológicas de modo tal, que el hospedero aporte significativamente en las necesidades metabólicas, de reproducción, conservación y albergue, depende de varios factores que alcanzan el parasitismo exitoso; cuando un organismo permite el alojamiento de otra especie con la finalidad de prestar refugio o protección, se produce una asociación biológica denominada inquilinismo, caracterizada por beneficio único del inquilino y ausencia de modificaciones estructurales o funcionales en el hospedero

Oportunismo

La microbiota general en el ser humano está compuesta por microorganismos que, en ausencia de enfermedad, presenta asociación tisular para cumplir funciones específicas encaminadas al mantenimiento de la homeostasis; frente a factores que alteran el sistema inmunológico del hospedero, tendientes a quebrantar interacciones específicas, se crean mecanismos patogénicos que conducen a enfermedades oportunistas.

En definitiva, los mecanismos empleados por agentes parasitarios para desarrollarse y subsistir son diversos, acorde a procesos evolutivos inherentes para cada especie, competencia del sistema inmunológico del hospedero y un medio-ambiente propicio. Una muestra de estos procesos se revela en el caso del

proteasoma que se caracteriza por ser el complejo proteolítico que facilita el recambio proteico intracelular en organismos eucariotas, constituyendo la vía principal de proteólisis mediante el cual proteínas defectuosas son destruidas para lograr la homeostasis celular. Actualmente investigaciones sugieren que fármacos con acción inhibitoria del proteasoma, como el MG-132 utilizado en el tratamiento de neoplasias como el mieloma múltiple, activa la quinasa N- terminal c-Jun (JNK1), provocando apoptosis celular. Este inhibidor del proteasoma actúa principalmente afectando la homeostasis, sobre todo iónica, del Trematodo *Schistosoma mansoni* endémico en más de 50 países, sin embargo, como se denota estos fármacos actuarían como agente modulador de la expresión génica proponiendo al proteasoma como el punto de inicio en el desarrollo de innovadores fármacos para el control de la esquistosomiasis.(Marconato et al., 2025)

Simbiosis

Constituye toda asociación biológica entre dos organismos en un período de tiempo determinado, con la finalidad de obtener beneficio mutuo conservando los simbioses la capacidad para mantener un estado físico y químico constante, a pesar de agentes tóxicos medio-ambientales tendientes a disolver su interacción. Las variantes para hongos, bacterias y parásitos son: mutualista, comensal, parasitaria.

Terminología

Huésped, hospedero, hospedador

Toda especie capaz de proporcionar condiciones necesarias para el alojamiento, nutrición y reacciones metabólicas a un parásito recibe el nombre de huésped, término que ha sido reemplazado por hospedero u hospedador; en atención al ciclo vital y al tipo de reproducción del parásito, el hospedero puede ser: definitivo, intermediario y paraténico

Hospedero definitivo

Constituye la especie que alberga al parásito en estado adulto o presta las condiciones biológicas indispensables para que surja la reproducción sexual. Como consecuencia de esta asociación biológica, puede existir modificación estructural o funcional en el hospedero, es así que, reacciones anabólicas y catabólicas del parásito se ven facilitadas por el hospedador, en el cual la capacidad de adaptación del parásito o el tipo de relación inversamente proporcional con el hospedero (a mayor adaptación del parásito, menor daño estructural o funcional en el hospedador; y, a menor adaptación del parásito, mayor daño morfológico y fisiológico en el hospedero); condicionan la génesis de parasitosis y la consecuente signo-sintomatología en el paciente por ejemplo: la *Taenia solium* presenta como hospedero definitivo al ser humano.

Hospedero intermediario

Es el organismo en el cual están presentes formas inmaduras o larvarias en desarrollo, o sobre el cual se da lugar a la reproducción asexual de los parásitos, por lo tanto, es una especie esencial para el desarrollo del parásito generalmente como hábitat temporal. La *Taenia saginata* en las reses es un ejemplo de hospedero intermediario.(Ferrer-Inaebnit et al., 2022)

Hospedero paraténico

Constituye un hospedador intermediario o acarreador en el que formas larvarias del parásito no evolucionan, pero necesitan de este organismo para mantener su ciclo de vida. El estudio del ciclo biológico del *Gnathostoma spinigerum*, agente causal de un síndrome de larva migrans con signo-sintomatología diversa a nivel neurológico, cutáneo u ocular; permite comprender el rol que cumple este tipo de hospedero.(Makino et al., 2022)

Es posible ejemplificar los tipos de hospedero analizando el comportamiento del *Gnathostoma spinigerum*. En la etapa adulta el parásito tiene afinidad por la mucosa gástrica de animales como tigres, mapaches, gatos, perros (hospederos definitivos), en la cual forman cavidades con células hiperplásicas y exudado inflamatorio, para alojamiento de gusanos de ambos sexos; se produce entonces la liberación y eliminación de huevos fertilizados no embrionados por parte de la hembra, para ser excluidos junto a las heces del huésped y así entrar en contacto con agua dulce a una temperatura óptima entre 24 y 28 C (reservorio) posteriormente evolucionan y se convierten sucesivamente en: larva de primer estadio (L1), larva de segundo estadio (L2) consistente en una larva rhabditoide que eclosiona y se desplaza por el agua aproximadamente siete días, hasta que es depredada por copépodos de varios géneros entre los cuales se citan: *Mesocyclops*, *Cyclops*, *Acantocyclops*, entre otros (primer hospedero intermediario); una vez incorporadas al copépodo las L2 evolucionan a larva en tercer estadio temprano (L3T), en el lapso de 7 a 10 días los copépodos se utilizan como alimento para una diversidad inmensa de peces provenientes de ríos, lagos o lagunas es decir que habitaban en agua dulce. En el estómago de los peces (segundo hospedero intermediario) la L3T se libera, penetra la pared gástrica y se desplaza al tejido muscular en el que se convierte en larva de tercer estadio avanzado (L3A). Los peces son ingeridos por aves ictiófagas, culebras, ranas o cualquier mamífero no considerado hospedero natural del parásito (hospederos paraténicos) y de esta manera completan el ciclo biológico al evolucionar de L3A a parásito adulto. Cabe destacar que la larva en estadio tres avanzado se encuentra en cárnicos crudos, en mal estado o cocidos inadecuadamente de pescado especialmente y el ser humano al ingerir las larvas se

constituye en hospedero accidental desarrollando la enfermedad.(Makino et al., 2022)

Hospedero completo

Esta condición se caracteriza por constituir, durante el ciclo de vida del agente parasitario, hospedero intermediario o definitivo. Ejemplo el hombre y el cerdo en la infección por *Trichinella spiralis*.

Reservorio o nido

La asociación biológica es un proceso complejo para el parásito que, a más de desarrollar mecanismos individuales de adaptación, requiere de un medio favorable para vivir, multiplicarse y constituir la principal fuente de contaminación para el hospedero. El medio favorable se denomina reservorio o nido, siendo los principales el hombre, animales, plantas o materia inerte. El parasitismo en humanos, tiene como principal reservorio el hombre, como sucede con el *Necator americanus*, *Ascaris lumbricoides*, *Enterobius verinicularis*, *Entamoeba histolytica*, entre otros; *Opisthorchis viverrini* causante de opistorquiasis, relacionado con colangiocarcinoma probablemente secundario al uso de prazicuantel, tiene como reservorio animales felinos y caninos. El conocimiento del reservorio de un agente patógeno permite determinar diferentes características, como el ciclo de vida, que son necesarias para el progreso de programas y proyectos de control y prevención en la comunidad.(Ramos et al., 2025)

Portador

Término que viene del latín portátor, -óris que corresponde una acción de llevar o traer algo de una parte a otra. En parasitología portador se considera un estado de adaptación que permite al parásito la supervivencia en el hospedero con la particularidad que este no presenta, de momento, daño que origine sintomatología evidenciable en el anfitrión, *Entamoeba histolytica* representa este estado, en el 90% de los pacientes.

Vector

El organismo capaz de transportar el parásito de un hospedero a otro se denomina vector. De acuerdo a los mecanismos utilizados en el transporte del parásito, los vectores pueden ser: a) mecánicos, si la transferencia del parásito es pasiva como sucede en los artrópodos (cucarachas, moscas) que contaminan las patas con excremento favoreciendo la aparición de enteroparasitosis; y, b) vectores biológicos, si la transferencia es activa es decir el parásito experimenta variación evolutiva como en el caso del mosquito *Anopheles*, relacionado con parásitos del

género *Plasmodium*, el cual interviene como vector y a su vez hospedero definitivo al favorecer la reproducción sexual del parásito. (Matthews et al., 2020)

Agente/forma infectante

El agente parasitario tiene la capacidad de adaptarse y evolucionar a expensas del hospedero. La forma infectante es el estadio del parásito en el cual se encuentran presentes condiciones favorables tanto, del medio ambiente que involucran a un hospedero vulnerable; como las características inherentes a cada especie parasitaria en lo referente a virulencia, carga y mecanismos de evasión parasitarios, lo que favorece la capacidad de asociación biológica entre el agente tóxico y el anfitrión.

Infección parasitaria

El proceso que involucra cada asociación biológica es diverso y dinámico, la noxa parasitaria al ingresar en el hospedero se comporta de dos maneras: la primera, el alojamiento e inicio de los mecanismos indispensables para la evolución del parásito, en ausencia de alteraciones morfo-fisiológicas importantes en el hospedero; y, la segunda opción constituye, además de la adaptación y evasión parasitarios, la generación de cambios estructurales y por lo tanto funcionales, que motivan la presencia de signos y síntomas en el paciente. De lo expuesto anteriormente se deriva, que el contacto de los agentes parasitarios con el hospedero, en ausencia de manifestaciones clínicas se denomina infección parasitaria.

Enfermedad parasitaria

Una vez que la noxa toma contacto, se desencadenan procesos mórbidos en el hospedador que se traducen en manifestaciones clínicas y complicaciones que alteran el nivel de vida del paciente, provocando enfermedades parasitarias o parasitosis con prevalencia e incidencia dependientes de factores biológicos, ambientales y sociodemográficos que se consideran en los siguientes capítulos.

Zoonosis

El término proviene del griego *zoon*: animal; y, comprende un grupo de enfermedades infecciosas (200 registradas) que se transmiten naturalmente de los vertebrados a los humanos. Múltiples son los agentes tóxicos involucrados en las zoonosis, es así que parásitos, bacterias, hongos, virus, y rickettsias constituyen variables de patogenicidad, que se pueden clasificar de acuerdo al ciclo de vida del parásito, desarrollado en los animales, cuando los parásitos desarrollan su ciclo vital total o parcialmente en animales reciben la denominación de sinantrópicos, la sinantropia por lo tanto se relaciona con la facultad de ciertas especies animales de

morar o de favorecerse de ecosistemas urbanos, adoptando adicionalmente el nombre de antropizados, excluyendo a los animales domésticos, en tanto, aquellas especies que evolucionan hacia animales en estado salvaje al término de la vida humana se denominan parantropicos. La zooantroponosis consiste en toda zoonosis que puede franquear del hombre a otras especies animales.

Enfoque epidemiológico

En el estudio de la parasitología, es recomendable acudir a la epidemiología, para determinar el comportamiento de los agentes parasitarios en la comunidad. El enfoque epidemiológico se sustenta a partir de la observación de los eventos que divisan: población enfermedad, determinantes de salud y factores de riesgo, en busca de soluciones viables que beneficien a la sociedad al amparo del método científico debido a que, modificando las variables nóxicas, es factible disminuir la morbimortalidad. La cuantificación de los eventos mediante la asignación de cifras arábicas y la aplicación de la Estadística son esenciales en el análisis de los factores que motivan la enfermedad. La principal estrategia para tal efecto consiste en valorar la frecuencia con que se producen los eventos y relacionarlos con la población objetivo, en un tiempo determinado, para ello se propone disponer de tres elementos principales: la probabilidad, riesgo a la salud y tasa.

La probabilidad permite la medición de la perspectiva sobre un hecho o evento aun no presentado, por ejemplo, en consulta externa de un hospital, se atienden en el área de pediatría el 11 de noviembre del 2019, 20 niños: 9 con síntomas gastrointestinales, 2 con síntomas respiratorios, 4 con síntomas neurológicos y 5 con síntomas urinarios. Para determinar la probabilidad (P) de tener como agente etiológico, Giardia intestinal, Entamoeba dispar, Taenia solium y Áscaris lumbricoides en la aparición de síntomas gastrointestinales, es conveniente realizar el siguiente análisis:

Se desea obtener la (P) de que Giardia intestinal sea el agente etiológico o causal de síntomas gastrointestinales en los pacientes pediátricos, para lo cual se precisa obtener los posibles resultados es decir el Espacio Muestral, de la siguiente manera:

(P) (síntomas en los pacientes pediátricos)

Espacio muestral/posibles resultados (9 síntomas gastrointestinales; 2 síntomas respiratorios; 4 síntomas neurológicos, 5 con síntomas urinarios)

¿Cuál es la probabilidad que Giardia sea el agente etiológico o causal de síntomas gastrointestinales?

Espacio muestral: constituye pacientes que asistieron a consultoría externa pediátrica del hospital el 11 de noviembre del 2019.

P: [Giardia, agente causal de síntomas gastrointestinales]

$P=9/20$ (El numerador representa los pacientes que presentan síntomas gastrointestinales es decir el número de resultados que cumplen las condiciones del investigador; el denominador la sumatoria de los niños con diferentes síntomas que acudieron el 11 de noviembre del 2019 o también denominado posibles resultados)

$P= 9/20$ [La probabilidad de que Giardia sea el agente etiológico que provoca síntomas gastrointestinales es de 9 casos en 20 pacientes).

Otra herramienta para medir la frecuencia de la enfermedad en una comunidad determinada la compone el riesgo a la salud como indicador de probabilidad en la aparición del resultado negativo o lesión dentro de un espacio de tiempo determinado. En tanto que la tasa ofrece la determinación de la velocidad en lo referente al cambio de una realidad a otra, por ejemplo, el cambio de estado de paciente sano a enfermo, gracias a ello es posible determinar el riesgo existente, necesario para tomar medidas en materia de prevención, por lo tanto, la tasa proporciona la medición de dos magnitudes al establecer la relación entre cantidad y frecuencia de un evento determinado. La tasa considera tres elementos: a) el numerador, contiene el número de individuos que presenta el fenómeno estudiado (parasitismo, desnutrición, deshidratación); b) el denominador, corresponde a la cantidad total de sujetos expuestos a los factores de riesgo; c) el periodo de tiempo en el cual se desencadenan los sucesos en estudio, verificando la frecuencia de aparición y la población vulnerable.

De lo expuesto anteriormente se concluye que la tasa está estructurada con tres pilares fundamentales, individuo, lugar y periodo de tiempo y su aplicación posibilita el conocimiento de qué tan frecuente se presenta la enfermedad en una comunidad y el riesgo tangible de padecerla, de importante utilidad la programación de campañas con el fin de prevenir las enfermedad y promover la salud al público. Para determinar la frecuencia de un evento en un periodo de tiempo se dispone de dos medidas, la prevalencia y la incidencia; siendo de interés el análisis de la proporción de prevalencia, tasa de incidencia e incidencia acumulada. A continuación, se plantea una revisión de las principales cualidades de las medidas utilizadas para la determinación de frecuencia.

Prevalencia

Es la determinación de casos de una enfermedad en la comunidad en un periodo de tiempo, puede también utilizarse los términos casos prevalentes, para referirse al total de casos, en una comunidad y en un intervalo de tiempo determinado. Es importante destacar que, al momento de ingresar y analizar los datos de prevalencia, no es pertinente distinguir si los casos presentados son nuevos; en el sentido estricto la prevalencia constituye un indicador de la dimensión de una patología en una comunidad determinada. Se puede considerar por lo tanto que la

prevalencia determina la proporción de sujetos que presentan las variables de estudio en una comunidad y en un lapso de tiempo. Un caso hipotético, por ejemplo que la prevalencia general de geo-helmintiasis a nivel nacional en la República de El Salvador sea del 7.6% durante el año 2012, es decir constituye la proporción de sujetos de esa región que presentaron patologías parasitarias en ese lapso de tiempo. La fórmula para calcular la prevalencia es la siguiente:

$$P = \text{Número de casos} / \text{Población} \times 100$$

Ejemplo 1

La comunidad rural de Güel cantón Sígsig presenta una población absoluta de 30000 personas, el diagnóstico situacional determina que, durante el período de tiempo de enero del 2018 al enero 2019, 1800 habitantes presentan Áscaris lumbricoides; la interrogante planteada es ¿Cuál es la prevalencia de ascariasis en los habitantes de la parroquia Güel cantón Sígsig?

$$P = 1800 / 30000 \times 100$$

$$R = 6\%$$

Como se observa en el ejemplo, durante el tiempo de enero del 2018 al enero 2019, se determina que el 6% de la población de la parroquia Güel presenta Áscaris lumbricoides. De la misma manera es posible describir la prevalencia como el número de habitantes con diagnóstico de ascariasis en una población estándar por ejemplo 1000 individuos.

$$P = 1800 / 30000 \times 1000$$

$$R = 60$$

La interpretación de este resultado revela, que por cada 1000 habitantes 60 presentan ascariasis. Existen maneras de determinar la prevalencia en relación al tiempo de estudio: a) prevalencia a lo largo de la vida; b) prevalencia de periodo; c) prevalencia puntual.

Prevalencia puntual: Consiste en el total de casos presentados en un momento dado. Ejemplo: se necesita conocer la prevalencia de estudiantes universitarios que se han desparasitado actualmente, para ello es indispensable la utilización de una encuesta en la que se preguntaría si ha tomado benzimidazoles y 5 nitroimidazoles actualmente.

Prevalencia de periodo: Se refiere a los datos obtenidos en relación a la cantidad de casos por un evento asociado a la salud durante un intervalo de tiempo, por lo general 12 meses. Como ejemplo es posible realizar la siguiente pregunta: Usted ¿ha consumido algún tipo de drogas por los últimos 12 meses?

Prevalencia a lo largo de la vida.

Constituye la cantidad de datos registrados de una patología o evento determinados, en relación a toda la vida; por ejemplo, en una encuesta es factible plantear la interrogante, si ha presentado parasitosis intestinal alguna vez a lo largo de la vida. Con la finalidad de establecer un diagnóstico situacional en la comunidad, es necesario realizar comparaciones entre periodos de tiempo a objeto de visibilizar el incremento o decremento de un evento en materia de salud un ejemplo que se puede plantear hipotéticamente sería que, durante el 2010 se recopilaron 60 casos en relación a la toxoplasmosis en el cantón Guacaleo, con una población de 38.587 habitantes; en tanto que, en el año 2015, el total de pacientes con la patología fue de 70 casos con una población de 45340 habitantes. Como se observa, aparentemente se puede mostrar un crecimiento en los casos recopilados, sin embargo, es necesario tener en consideración otros factores como: crecimiento poblacional, medidas de control implementadas, mejoramiento de herramientas diagnósticas para captación de casos, condiciones socioeconómicas con tendencia a la disminución del poder adquisitivo, inmigración; entre otros.

En el ejemplo anterior se necesita realizar la comparación entre dos periodos de tiempo, es decir el comportamiento de la enfermedad en relación a la frecuencia en el año 2000 y 2010, como se aprecia además de existir incremento en el número de casos diagnosticados, paralelamente hubo crecimiento poblacional de 38.587 a 60340 habitantes; la comparación se efectúa de la siguiente manera:

En el año 2000 se reportaron 60 casos de la enfermedad en una población total de 38.587 habitantes, lo que representa una relación de casos por población de 0,0015, equivalente a 15 casos por cada 10.000 habitantes. Diez años después, en el 2010, se registraron 70 casos en una población de 60.340 habitantes, lo que corresponde a una relación de 0,0011, es decir, 11 casos por cada 10.000 habitantes. Esta disminución en la relación de casos por habitantes sugiere una posible mejoría en las condiciones sanitarias o en las estrategias de prevención implementadas durante ese periodo.

Interpretación

En el año 2000 se determinó que 15 de cada 10000 habitantes presentaron toxoplasmosis; en tanto que para el año 2010, 11 de cada 10000 habitantes presentó la patología. Como se visibiliza, existe decremento en la prevalencia de toxoplasmosis en el año 2010. La comparación y el análisis realizado en el ejemplo anterior es factible por la proporción de prevalencia obtenida a través de la siguiente ecuación:

Proporción de prevalencia= n pacientes con enfermedad en un periodo de tiempo/ total de personas en el mismo periodo de tiempo x el factor

Incidencia

En una población es imprescindible determinar el perfil epidemiológico con la finalidad de desarrollar y establecer nuevos mecanismos y estrategias para disminuir o curar la enfermedad, como se observó anteriormente análisis de la prevalencia se determina la existencia de casos en cierto intervalo de tiempo; sin embargo, esta medición por sí sola no cumple los requerimientos para conocer la importancia de un problema de salud determinado, pues tiene que remitirse permanentemente al tamaño de la población donde se generan patologías, por un espacio de tiempo en el que tuvo lugar la identificación y reporte de casos. La incidencia es un complemento importante en la determinación del perfil epidemiológico, el principal objetivo es permitir la identificación de casos nuevos en un intervalo de tiempo, para ello es necesario en su cálculo, un seguimiento continuo en el tiempo; en el análisis de la incidencia es preciso dividirla en dos corrientes:

1. Tasa de incidencia o densidad de incidencia,
2. Incidencia acumulada.

Incidencia acumulada (IA)

Constituye la porción de personas en ausencia de enfermedad, que en un intervalo de tiempo debidamente monitoreado desarrollan una patología específica; se calcula de la siguiente manera:

$IA = \frac{n \text{ casos nuevos de la patología durante el seguimiento}}{\text{Total de personas en riesgo al inicio del estudio}}$

Esta medida permite realizar una aproximación del riesgo que una población, en ausencia de enfermedad y en presencia de variables tóxicas en un intervalo de tiempo; tiene para desarrollar una patología específica. La representación de esta medida es en términos de porcentaje.

Ejemplo

Durante un intervalo de 6 años, se realizó el seguimiento a 431 pacientes hombres entre 30 y 49 años, para detectar la presencia de parasitismo intestinal por medio de estudio coprológico y coproparasitario subsecuente, al final del período se registraron 10 casos de parasitosis intestinal. Se pretende conocer ¿Cómo determinar la Incidencia Acumulada (IA) de una enfermedad en este caso de la parasitosis intestinal en seis años de observación?

$$IA = 10/431 = 0,023$$

$$0,023 \times 100$$

$$R = 2,3\%$$

La Incidencia Acumulada (IA) de parasitosis intestinal en seis años de estudio es equivalente al 2.3%. En el cálculo de la (IA) se asume que todos los individuos fueron observados durante el periodo de tiempo establecido, es decir según el caso, de seis años. En la práctica las condiciones no siempre cumplen con la planificación establecida, es así que, los participantes en el estudio pueden ingresar en diferentes momentos o la información requerida no es completa y lo más llamativo, que los individuos objeto de estudio, no culminen la investigación por abandono. En cualquier caso, podría resolverse el obstáculo, al circunscribir el análisis de la incidencia acumulada, al intervalo de tiempo en el cual se dispone de información completa, con el riesgo indudable de pérdida de datos obtenidos anteriormente. La manera más eficaz de estimar con precisión el seguimiento de los casos es mediante la densidad de incidencia o usando la incidencia, que puede usar toda la información obtenida durante la investigación en lo referente la cantidad de datos obtenidos relacionados a una patología se muestran en el seguimiento; y la suma de los demás datos obtenidos mientras se observaban tomados individualmente:

$DI = \frac{n \text{ casos nuevos de la patología por intervalo de tiempo en seguimiento}}{\text{sumatoria de los tiempos por individuo durante la observación}}$

Es factible a partir de un caso hipotético para demostrar el cálculo de la DI; en un estudio de seguimiento durante 20 años a 8 agricultores que por su trabajo están expuestos a tierra y heces en el campo; como resultado al final de la investigación se diagnosticaron 3 casos de Neurocisticercosis, sin embargo, los individuos no ingresaron al estudio en una fecha establecida, así como algunos participantes no permanecieron los 20 años que duró la investigación. El siguiente ejemplo ilustra el tiempo de permanencia en el estudio y patologías asociadas en los individuos:

En el análisis de casos de estudio, se incluyeron ocho participantes identificados mediante un código numérico del 001 al 008. La permanencia en el estudio varió entre 4 y 20 años. El caso 001 se mantuvo durante 15 años sin registrarse una enfermedad asociada específica, al igual que los casos 003 (10 años), 005 (7 años), 006 (7 años) y 007 (4 años), quienes participaron sin un diagnóstico relacionado. En contraste, se identificó neurocisticercosis como enfermedad asociada en tres casos: el caso 002, con 15 años de permanencia; el caso 004, con 20 años; y el caso 008, con 6 años en el estudio. Estos hallazgos permiten observar que la neurocisticercosis fue una condición relevante dentro del grupo de estudio, afectando a un porcentaje significativo de los participantes con mayor permanencia.

Con estos datos es necesario conocer la densidad de incidencia (DI) y también la Incidencia Acumulada (IA).

$$IA \frac{3}{8} = 0,375$$

$$0,375 (100) = 37,5\%$$

IA= 37,5% en 20 años

$$\Sigma = 15+15+10+20+7+7+4+6 = 84$$

$$DI= 3/84 = 1/28$$

$$1/28 = 0,036 \text{ casos por año}$$

$$0,036 \times 100 = 3,6$$

Interpretación

El resultado obtenido representa la tasa de incidencia y además la densidad de incidencia en esa población la cual manifiesta que, por cada 100 individuos existen 3.6 nuevos casos en un año de seguimiento. En una investigación la preferencia en utilizar la tasa de incidencia o también la IC en el análisis de los datos está supeditado al contexto de la investigación, la finalidad planificada y por supuesto el tipo de variables en estudio. La incidencia acumulada es de utilidad cuando la enfermedad sea de evolución corta; la densidad de incidencia se utiliza preferentemente en el estudio de enfermedades de larga data o crónicas.

Cuando se requiere medir la asociación entre variable dependiente y variable independiente en estudios prospectivos es de utilidad la determinación del riesgo relativo, definido como el cociente obtenido entre el riesgo que presentan los participantes que se exponen al contacto con factores de riesgo; individuos en ausencia del factor vulnerante. El riesgo relativo (RR), consiste en la relación entre incidencia acumulada de individuos expuestos al agente tóxico, incidencia acumulada de participantes no expuestos a la noxa, permitiendo comparar e identificar la fuerza de asociación. El valor de 1 obtenido en el RR expone la falta de asociación entre la noxa y el evento; en tanto que, valores superiores a la unidad indica asociación positiva entre el agente vulnerante o factor de riesgo con el evento observado; y, mientras más creciente es el valor obtenido, más factible es determinar la relación causal; finalmente si el resultado de RR es inferior a la unidad, denota asociación negativa, es decir en lugar de factor de riesgo se establecería como un factor protector.

Interpretar el resultado de RR permite pronosticar la presentación de un evento, es así que un valor de 30 indica que los individuos objeto de estudio presentan una probabilidad 30 veces mayor de experimentar el evento que los sujetos no expuestos.

En un estudio participaron dos grupos de individuos: aquellos que recibieron metronidazol y aquellos que recibieron un placebo. Dentro del grupo tratado con metronidazol, 10 pacientes desarrollaron cáncer de colon, mientras que 90 no presentaron esta condición. En el grupo que recibió placebo, solo 2 pacientes desarrollaron cáncer de colon, en tanto que 98 no lo desarrollaron. Estos datos

sugieren una posible diferencia en la incidencia de cáncer de colon entre los grupos expuestos a metronidazol y los que no, lo cual plantea la necesidad de estudios adicionales para explorar una posible relación entre el uso del fármaco y el desarrollo de esta neoplasia.

$$RR= a/ (a+b) / c/ (c+d)$$

$$RR= 10/ (10+90) / 2/ (2+98) = 5$$

Interpretación

El resultado obtenido en el ejemplo anterior revela que los pacientes que recibieron metronidazol tienen 5 veces más probabilidad de desarrollar cáncer de colon que los individuos no expuestos al medicamento.

Patogenicidad

Los parásitos al relacionarse con el hospedero promueven diversas reacciones mediadas, por el sistema inmunológico con la finalidad de neutralizar el parásito; y, por la noxa que no constituye un ente pasivo en la interacción biológica, sino que desarrolla mecanismos que garanticen su supervivencia

En este contexto la patogenicidad constituye la capacidad que tiene el agente vulnerante de generar enfermedad, dependiente de factores intrínsecos como la inmunidad del hospedero, además de factores extrínsecos inherentes a los agentes parasitarios y al biotopo_ Los síntomas que experimentan los individuos, motivados por la presencia de un agente tóxico son, en cierta medida un indicador de patogenia; sin embargo, existen enfermedades que cursan asintomáticas o a su vez con síntomas inespecíficos, lo que promueve el análisis detallado de las variables incluidas en la patogenia con la finalidad de construir diagnósticos. En la patogenia de Teniosis por agente etiológico *Taenia solium*, se visibiliza una serie de etapas por las cuales atraviesa el parásito, desde el acondicionamiento del biotopo, ruptura de barreras de defensa naturales; hasta la evasión del sistema inmunológico con la generación de mecanismos que faciliten la permanencia del parásito en el anfitrión. En este contexto se aprecia que el hospedero (hombre) que alberga la forma adulta del parásito, puede presentar síntomas inespecíficos como flatulencia, dolor abdominal, pérdida de peso, entre otros, lo que dificulta delimitar la patogenia; pero cuando el hospedador contiene las formas larvianas o cisticercos que ingresan por el sistema digestivo como resultado de la ingesta de huevos provenientes de materia fecal, que por destrucción de su membrana mediada por el jugo gástrico, es factible la liberación de embriones a nivel del intestino delgado, el cual al llegar al torrente sanguíneo pueden ser conducidos al encéfalo (Neurocisticercosis), músculos (Cisticercosis muscular), piel (Cisticercosis cutánea diseminada); ojo (Cisticercosis ocular), corazón (Cisticercosis miocárdica).

Virulencia

La característica que vincula el agente injuriante con el grado de patogenicidad es la virulencia, de la que depende el nivel de compromiso celular y tisular del hospedero presentando una relación directamente proporcional al evaluar el cambio estructural y funcional del anfitrión y la virulencia de la noxa, es decir mientras el parásito tenga mayor virulencia, el equilibrio dinámico del hospedador derivará en alteraciones morfo-funcionales más invasivas y la presentación de enfermedad. Existen factores que inciden en la virulencia del patógeno. Considere el comportamiento de la *Entamoeba histolytica* con un proceso de invasión minuciosamente estructurado mediante la expresión de proteínas. El parásito puede desarrollar su método para invadir, donde el mismo puede generar ciertas proteínas con la finalidad de pegarse o adherirse a los epitelios como consecuencia esto puede degradar la matriz celular y generar procesos de infección como citólisis de las células afectadas con el fin de entrar a la capa de la mucosa. Entender qué factores provocan cambios en la virulencia del parásito ha sido detonador de estudios en el área de biomedicina, formas para diagnosticar cada vez más precisos y posibles prototipos para vacunas, esto se abre a nuevas visiones en el campo de la terapia.

Período de incubación: Cuando el parásito entra al huésped e invade su medio comenzando con una reacción a esto y desencadenando los síntomas debido al parásito.

Período prepatente: Tiempo que se demora el parásito al llegar a su determinado huésped, también tiene relación con la presencia de huevos.

Período patente: Es el momento donde se detecta al parásito por parte del huésped y está relacionado con el momento más activo de la sintomatología.

Período subpatente: Es el término usado cuando el parásito ya no está en el huésped, pero aún quedan rastros de ellos, pero en lugares muy recónditos se puede relacionar con la fase de latencia en los parásitos.

Adaptaciones biológicas

En el transcurso de la transformación de las especies, los parásitos sufren tanto cambios morfológicos y fisiológicos con el fin de adaptarse y sobrevivir. ciertos parásitos no cuentan órganos sensoriales y su sistema nervioso es muy débil, pero si cuentan con un sistema digestivo este les será útil para digerir su alimentación.

Por otro lado el sistema de reproducción ha tenido varios cambios, especialmente los gusanos (helminths), además por parte de las hembras, algunos machos y también especímenes hermafroditas tienen la habilidad para que su reproducción sea de corto tiempo ya que puede contrarrestar el número que se pueden perder durante el ciclo, se refiere a la cantidad de especímenes perdidos en las heces fecales.

Clasificación

Los parásitos de mayor relevancia que se revisaran a continuación pertenecen a los reinos: Animalia (subreino Metazoa) y Protista (subreino Protozoa). Además, la disposición y agrupación de los parásitos se según ciertos factores:

Ubicación en el huésped: Pueden ser endoparásitos, es decir, aquellos que habitan en el exterior del huésped o ectoparásitos que son los que viven en el interior del huésped.

Tiempo que permanecen en el huésped: Aquellos parásitos que habitan durante toda su vida en el huésped son permanentes. Por otro lado, también están los parásitos temporales que solo permanecerán un periodo determinado de su ciclo de vida en el huésped.

Capacidad de provocar enfermedad: Algunos parásitos pueden ser patógenos y no patógenos, los primeros tienen la capacidad de causar daño, lesiones o enfermedad en las personas, mientras que los segundos no provocan enfermedad. También existen los parásitos oportunistas que son aquellos que ocasionan patologías en personas cuyo sistema inmune está debilitado.

Ciclos de vida

Se define como un proceso mediante el cual llegan al huésped, se desarrollan y se reproducen en él de manera que puedan ser capaces de perpetuar su especie. Los ciclos de vida pueden ser:

Simple: En este caso los parásitos se reproducen dentro del huésped, aumentando así su número y produciendo formas que al salir al exterior pueden infectar a otras personas.

Complejos: Cuando el parásito requiere un huésped intermediario, en donde sus formas larvarias crezcan o se multipliquen, para que posteriormente puedan llegar al huésped definitivo.

Epidemiología

Los parásitos han sido causantes de enfermedad durante tiempos inmemorables sin embargo para que esto sea posible es necesaria la interacción entre los parásitos y huésped, es así que nacen una variedad de factores relacionados con el nivel de epidemiología como los que se mencionan:

Contaminación fecal: Una de las variables principales para la diseminación parasitaria pues organismos infectados pueden defecar en el suelo o pozos de agua contaminando así el suelo y algunos vegetales de consumo crudo como la lechuga y contaminando el agua que algunas poblaciones consumen.

El suelo: Un suelo que tenga condiciones favorables como ser húmedo o poseer temperaturas apropiadas para la supervivencia del parásito favorece su diseminación y existen muchas formas de contaminar el suelo pues como ejemplos tenemos la defecación directa en el suelo, en la agricultura mediante el riego de los cultivos usando aguas infectadas y además se menciona el uso de abono orgánico para plantas (heces fecales).

Higiene y educación: Se conoce que la falta de higiene y el poco conocimiento sobre la diseminación de los parásitos son factores importantes tanto para la diseminación como para la prevalencia de las infecciones parasitarias, pues muchas parasitosis pueden ser prevenibles con higiene de manos, alimentos y utilización de agua potable.

Costumbres alimenticias: Algunas poblaciones cuentan con costumbres alimenticias de alto riesgo al momento de padecer una parasitosis, pues el consumo de carnes crudas o semicrudas de la alta cocina permite que algunos parásitos sobrevivan y puedan empezar una infección.

Animales: La presencia de animales domésticos o animales de granja que no tienen un debido control al momento de su desparasitación constituye un factor de importancia en el riesgo de contraer una parasitosis especialmente en los niños.

Vida rural: Por lo general la vida rural se asocia a condiciones socioeconómicas bajas con un déficit en las medidas sanitarias y en conocimientos sobre la diseminación de parásitos, y cabe recalcar que la población rural es más propensa a estar en contacto con suelo y aguas contaminadas.

Mecanismo de acción

Cuando hablamos de mecanismo de acción hacemos referencia a la forma en la que el parásito puede causar alteraciones en la salud del infectado y estos pueden ser:

Mecánicos: Este mecanismo sucede cuando el parásito produce un taponamiento y compresión en conductos o en espacios viscerales del huésped como consecuencia del crecimiento y reproducción de los parásitos.

Traumáticos: Ocurre cuando el parásito empieza a hacer daño en las estructuras del huésped para lo cual hace uso de sus propias estructuras anatómicas.

Bioquímicos: En este mecanismo de acción ocurre un daño en el huésped por parte de las sustancias tóxicas producidas por el metabolismo propio de los parásitos los cuales tienen reacciones perjudiciales para el huésped.

Distribución geográfica

Diversas patologías parasitarias son internacionales según los medios de transmisión que se encuentren a nivel mundial, en cambio otras poseen una distribución geográfica inestable a causa de factores específicos, como la intervención de

vectores o huéspedes intermediarios representativos. Existen patologías parasitarias que se transmiten por medio de artrópodos, que tienen una distribución geográfica extensa a causa de que los vectores se encuentran dispersos a nivel mundial.

Los artrópodos tienen preferencia en países de clima tropical ideales para su ciclo de vital, además, la mayor parte de los parásitos se diseminan en el suelo mediante la contaminación por heces y esta se puede adquirir por una lesión cutánea o vía oral, Es decir si existen condiciones precarias y un nivel bajo socio-económico, además del poco saneamiento ambiental son factores ideales para la comunión de artrópodo y humano.

La ausencia de potabilización del agua, la poca limpieza en el ambiente, mala educación y un nivel social de pobreza son factores que aumentan índice de las parasitosis, además un elemento predominante que contribuye a que la parasitosis se manifieste como enfermedad es la desnutrición. Sin embargo, actualmente, países de primer mundo lograron reducir el nivel de parasitosis comparado con el inicial, además las tradiciones en alimentación y relación al evitar consumir carne cruda, muestra ausencia de transmisión de parásitos por medio de alimentación y falta de cocción.

Prevención y control

La prevención y control de parasitosis son aspectos fundamentales en la salud pública, las estrategias clave para prevenir y controlar estas enfermedades son principalmente:

1. Educación y Concienciación Pública: La educación sobre prácticas higiénicas adecuadas es esencial, informar al público sobre la transmisión de parásitos, los síntomas de la infección y las medidas preventivas puede reducir significativamente la incidencia de parasitosis.
2. Higiene Personal y Ambiental: El lavado frecuente de manos con agua y jabón, especialmente antes de comer y después de orinar o defecar, es una medida preventiva básica, además, mantener limpios los entornos domésticos y eliminar los criaderos de insectos vectores puede ayudar a prevenir la propagación de parasitosis.
3. Control de Vectores: Los insectos vectores, como mosquitos y pulgas, son responsables de transmitir muchas enfermedades parasitarias, el control de estos vectores a través de medidas como el uso de repelentes, mosquiteros y la

eliminación de aguas estancadas puede reducir la incidencia de enfermedades como la malaria y la enfermedad de Chagas.

4. Vacunación y Tratamiento Preventivo: En algunos casos, la vacunación puede ser una medida efectiva para prevenir ciertas parasitosis, como la vacuna contra la malaria, en áreas endémicas, el tratamiento preventivo con medicamentos antiparasitarios puede ser recomendado para grupos de riesgo, como niños y viajeros.

5. Control de Calidad de Alimentos y Agua: La contaminación de alimentos y agua puede ser una vía importante de transmisión de parásitos. Por lo tanto, es crucial implementar medidas de control de calidad, como la pasteurización de la leche y el tratamiento adecuado de las aguas residuales, para prevenir la ingestión de parásitos patógenos.

6. Manejo Integrado de Plagas: En entornos agrícolas y ganaderos, el manejo integrado de plagas puede ayudar a reducir la carga de parásitos en los animales y las plantas, esto incluye medidas como el uso de cultivos resistentes, rotación de cultivos, control biológico y uso selectivo de pesticidas.

7. Vigilancia Epidemiológica: La vigilancia continua de la incidencia y prevalencia de parasitosis es crucial para identificar brotes y tendencias emergentes, lo que permite una respuesta rápida y efectiva a los problemas de salud pública relacionados con los parásitos.

En definitiva, la prevención y control de parasitosis requieren un enfoque integral que incluya educación pública, medidas de higiene personal y ambiental, control de vectores, vacunación y tratamiento preventivo, control de calidad de alimentos y agua, manejo integrado de plagas y vigilancia epidemiológica, al implementar estas estrategias de manera coordinada, es posible reducir la carga de enfermedades parasitarias y mejorar la salud y el bienestar de la población.

Actividades

Primera Actividad

Resuelva las siguientes preguntas:

Pregunta 1: Señale verdadero o falso el siguiente enunciado, el parasitismo accidental solo afecta a los seres humanos en condiciones controladas y específicas.

Respuesta: Verdadero, El parasitismo accidental ocurre cuando un parásito que normalmente infecta a otros animales, como perros o gatos, afecta al ser humano debido a condiciones específicas (como ingerir pulgas infectadas).

Pregunta 2: Explique la diferencia entre parasitismo accidental y oportunista, dando un ejemplo clínico para cada tipo.

Respuesta.

Parasitismo Accidental: Ocurre cuando un parásito que normalmente afecta a un animal se infecta accidentalmente a un ser humano. Un ejemplo clásico es *Dipylidium caninum*, que afecta a perros y gatos, pero puede infectar a los humanos cuando ingieren pulgas infectadas.

Parasitismo Oportunista: Son microorganismos que forman parte de la microbiota normal del huésped pero pueden causar infecciones cuando el sistema inmunológico del hospedador se ve comprometido. Un ejemplo sería *Candida albicans*, que puede causar candidiasis en individuos inmunocomprometidos.

Pregunta 3: ¿Qué tipo de parasitismo se observa cuando un parásito (como *Candida albicans*) se vuelve patógeno en un paciente inmunocomprometido?

- a) Parasitismo accidental
- b) Hiperparasitismo
- c) Oportunismo
- d) Simbiosis

Respuesta: c) Oportunismo. *Cándida albicans* es un comensal normal en el tracto gastrointestinal, pero puede volverse patógeno en pacientes con sistemas inmunológicos comprometidos.

Segunda Actividad

Practique la siguiente actividad de asociación "Matching", relacione cada tipo de parasitismo con su correspondiente ejemplo:

Parasitismo accidental

- a) *Dipylidium caninum* en humanos

Hiperparasitismo

- b) *Nycteribiinae* y *Arthrorhynchus-Laboulbeniales*

Comensalismo

- c) *Candida albicans* en individuos inmunocomprometidos

Poliparasitismo

- d) Infección mixta por helmintos y protozoos

Respuestas:

Parasitismo accidental - a) *Dipylidium caninum* en humanos

Hiperparasitismo - b) *Nycteribiinae* y *Arthrorhynchus-Laboulbeniales*

Comensalismo - c) *Candida albicans* en individuos inmunocomprometidos

Poliparasitismo - d) Infección mixta por helmintos y protozoos

Tercera Actividad

Trabaje en pares sobre el siguiente caso clínico interactivo

Caso: Un niño de 6 años presenta dolor abdominal y diarrea. Tras una evaluación, se descubre que el niño ha estado jugando con perros y gatos infectados con pulgas. Un análisis fecal revela la presencia de proglótides de un parásito.

Respuestas:

a) ¿Qué tipo de parasitismo está involucrado en este caso?

Respuesta: Parasitismo accidental. El niño, al entrar en contacto con perros y gatos infectados, ingirió pulgas infectadas con *Dipylidium caninum*, un parásito que normalmente afecta a estos animales.

b) ¿Cuál sería el tratamiento más adecuado para este tipo de infección?

Respuesta: El tratamiento más adecuado sería la administración de medicamentos como praziquantel o albendazol, que son efectivos contra las infecciones por cestodos (tenias).

c) ¿Qué medidas preventivas podrían haberse implementado para evitar esta infección?

Respuesta: Las medidas preventivas incluyen el control de pulgas en mascotas, el lavado frecuente de manos después de manipular animales, y evitar que los niños jueguen con animales infectados.

Cuarta Actividad

Trabajo de discusión de grupos pequeños

Respuesta general para los estudiantes: Los estudiantes pueden investigar el tipo de parasitismo asignado y explicar cómo estos parásitos interactúan con el hospedador humano. Por ejemplo, al investigar el parasitismo oportunista, un grupo podría hablar sobre *Candida albicans* y cómo se convierte en patógeno en pacientes inmunocomprometidos, mientras que otro grupo podría investigar sobre el hiperparasitismo (como en el caso de la mosca *Nycteribiinae* y el hongo *Arthrorhynchus-Laboulbeniales*).

Quinta Actividad

Elabore un Mapa Conceptual o Infografía

Respuesta general para los estudiantes: El mapa conceptual debe incluir los principales tipos de parasitismo (accidental, oportunista, poliparasitismo, etc.), sus definiciones, ejemplos clínicos, y las conexiones entre ellos. Ejemplos de relaciones podrían incluir:

Parasitismo accidental → *Dipylidium caninum* (de perros y gatos a humanos).

Parasitismo oportunista → *Candida albicans* (en inmunocomprometidos).

Hiperparasitismo → *Nycteribiinae* + *Arthrorynchus*-*Laboulbeniales*.

Actividad 6

Conteste las siguientes preguntas del Juego de Preguntas y Respuestas (Quizz)
<https://quizizz.com/?lng=en>

Respuestas para el Quizz:

Pregunta 1: ¿Qué tipo de parasitismo ocurre cuando un hongo parasita una mosca que, a su vez, es un parásito de un murciélago?

Respuesta correcta: b) Hiperparasitismo. Este es un ejemplo claro de un parásito de un parásito.

Pregunta 2: ¿Cuál de los siguientes es un ejemplo de parasitismo oportunista?

Respuesta correcta: a) *Giardia lamblia* en un paciente inmunocomprometido. Los microorganismos oportunistas aprovechan un sistema inmunológico comprometido para causar infecciones.

Actividad 7

Establecer el debate sobre “Oportunismo en Parasitología”

Respuesta general para los estudiantes: El debate podría centrarse en la prevalencia de infecciones oportunistas debido a los factores modernos como el uso de antibióticos, la inmunosupresión (quimioterapia, VIH) y la desregulación de la microbiota intestinal. Los estudiantes podrían discutir cómo estas infecciones son un desafío creciente en la medicina moderna y cómo los médicos deben estar alerta a las condiciones de los pacientes que pueden hacerlos más vulnerables.

Reflexión Final

Respuesta general para los estudiantes: Los estudiantes deberían reflexionar sobre cómo el conocimiento de los diferentes tipos de parasitismo es crucial para el diagnóstico y tratamiento efectivo de enfermedades parasitarias. El parasitismo no

solo afecta la salud humana, sino que también plantea un desafío para la medicina preventiva y terapéutica, especialmente cuando se trata de enfermedades emergentes y parasitosis mixtas o complicadas.

CAPITULO II

AMEBIASIS INTESTINAL

La amebiasis intestinal ha sido reconocida desde tiempos antiguos, aunque no se entendía su causa subyacente, en la antigua Grecia, se describían enfermedades intestinales crónicas y episodios de disentería en textos médicos como los de Hipócrates, considerado el padre de la medicina occidental, aunque no tuvo conocimiento directo de la *Entamoeba histolytica* ni de la amebiasis en sí, es posible especular sobre cómo se percibían y trataban las enfermedades intestinales en su tiempo, en efecto en su época, que abarca el período entre el 460 a.C. y el 370 a.C., las enfermedades se entendían en términos de desequilibrio de los humores, según esta teoría, la salud dependía del equilibrio de cuatro humores corporales: sangre, flema, bilis amarilla y bilis negra, cualquier desequilibrio en estos humores se consideraba responsable de la enfermedad, si nos centramos en las enfermedades intestinales, es probable que fueran percibidas como desequilibrios de los humores relacionados con la digestión y la asimilación de alimentos, los síntomas de enfermedades como la disentería, que podrían haber sido causados por la

amebiasis, probablemente se interpretaron como signos de un exceso de bilis o flema en el cuerpo con tratamientos a base de terapias basadas en la observación cuidadosa de los síntomas y en la aplicación de medidas para restaurar el equilibrio de los humores como la utilización de una variedad de métodos, que incluían cambios en la dieta, uso de hierbas medicinales, baños y purgantes; en efecto, aunque Hipócrates y sus contemporáneos no tuvieron conocimiento directo de la amebiasis y su agente causante, la *Entamoeba histolytica*, es probable que las enfermedades intestinales en su tiempo fueran interpretadas a través del prisma de la teoría de los humores, el enfoque terapéutico se centraba en restablecer el equilibrio del cuerpo, utilizando métodos que hoy podrían parecer rudimentarios pero que reflejaban un intento de comprender y tratar las enfermedades intestinales en la antigua Grecia, lo que sugiere que la amebiasis podría haber estado presente desde hace miles de años. (Moura-Oliveira et al., 2025)

Aunque no hay un consenso absoluto sobre el origen exacto de esta enfermedad, se pueden identificar varios elementos que podrían haber desempeñado un papel en su emergencia como: coevolución con humanos, es probable que la amebiasis intestinal haya coevolucionado con los humanos a lo largo de milenios, a medida que las sociedades humanas se establecieron en comunidades más grandes y densamente pobladas, aumentaron las oportunidades de transmisión de parásitos intestinales, incluida la *Entamoeba histolytica*, la agricultura y urbanización en la antigüedad podrían haber proporcionado condiciones propicias para la propagación de la amebiasis, la acumulación de desechos humanos y animales en áreas urbanas densamente pobladas habría aumentado la contaminación ambiental y la exposición a los quistes de *Entamoeba histolytica*; por otro lado los viajes y comercio, la expansión de las rutas comerciales y los viajes humanos a lo largo de la historia también habría contribuido a la dispersión de la amebiasis, los intercambios comerciales entre diferentes regiones habrían facilitado la transmisión de la enfermedad, especialmente en áreas donde la *Entamoeba histolytica* era endémica, las condiciones sanitarias deficientes, como la falta de acceso a agua potable y saneamiento adecuado, habrían creado entornos propicios para la transmisión de la amebiasis, esto habría sido especialmente relevante en épocas anteriores, cuando la higiene personal y ambiental no era una prioridad en muchas sociedades, los factores socioeconómicos como la pobreza y la desigualdad, también habrían desempeñado un papel en la propagación de la amebiasis, las poblaciones marginadas y con acceso limitado a atención médica y servicios básicos de salud habrían estado en mayor riesgo de contraer y propagar la enfermedad; en efecto, la aparición de la amebiasis intestinal a lo largo de la historia puede atribuirse a una combinación de factores, incluida la coevolución con humanos, la urbanización, el comercio, las condiciones sanitarias deficientes y los factores socioeconómicos que han interactuado de manera compleja para facilitar

la transmisión y la propagación de la *Entamoeba histolytica* en diversas poblaciones a lo largo del tiempo.(Antonio-Campos et al., 2025)

El reconocimiento de la *Entamoeba histolytica* como agente causal de la amebiasis es un hito en la historia de la medicina. En 1875, Friedrich Losch, un médico ruso, observó quistes de un parásito en las heces de pacientes con disentería, pero no estableció la relación entre estos quistes y la enfermedad, en 1903, Fritz Schaudinn, un investigador alemán, identificó correctamente a la *Entamoeba histolytica* como la causa de la amebiasis intestinal, este descubrimiento marcó un punto de inflexión en la comprensión de la enfermedad, investigaciones posteriores permitieron comprender mejor la biología y la patogenia de la *Entamoeba histolytica*, se estudiaron su ciclo de vida, sus mecanismos de patogenicidad y los factores que contribuyen a la virulencia del parásito, a lo largo del siglo XX, se realizaron avances significativos en el diagnóstico y tratamiento de la amebiasis, se desarrollaron métodos de diagnóstico más precisos, como la identificación microscópica de trofozoítos y quistes en muestras fecales, así como técnicas serológicas para detectar anticuerpos específicos, en cuanto al tratamiento, se introdujeron medicamentos antiparasitarios eficaces, como el metronidazol y el tinidazol, que se convirtieron en pilares del tratamiento de la amebiasis. (Nasrallah et al., 2022)

Como es notorio, la historia de la amebiasis intestinal es una narrativa compleja que abarca siglos de investigación médica y avances científicos, desde su descubrimiento hasta los esfuerzos contemporáneos para controlar la enfermedad, esta historia refleja el continuo progreso en la comprensión y el manejo de una enfermedad que sigue siendo un importante problema de salud pública en muchas partes del mundo.

Agente etiológico

La *Entamoeba histolytica* es un protozoo unicelular que pertenece al grupo de los ameboides, su forma típica es ameboide, con un cuerpo irregular y cambiante que le permite moverse y alimentarse, su ciclo de vida comprende dos formas principales: el trofozoíto y el quiste. El trofozoíto es la forma vegetativa del parásito, que se encuentra en el intestino grueso del huésped y es responsable de la invasión tisular y la producción de enfermedad, en tanto que el quiste es la forma de resistencia del parásito, que se forma en el intestino y es excretado en las heces del huésped infectado y se caracterizan por ser resistentes a condiciones ambientales adversas y pueden sobrevivir fuera del cuerpo durante períodos prolongados, facilitando la transmisión de persona a persona. La *Entamoeba histolytica* es patógena y puede causar una amplia gama de manifestaciones clínicas, que van desde infecciones asintomáticas hasta formas graves de colitis amebiana e incluso abscesos hepáticos, su capacidad para invadir tejidos se debe a la producción de enzimas, que destruye las células del huésped y facilita la invasión tisular, el

diagnóstico se realiza típicamente mediante el examen microscópico de muestras fecales en busca de quistes y trofozoítos, sin embargo, es importante destacar que el examen microscópico no puede distinguir entre la *Entamoeba histolytica* y la *Entamoeba dispar*, una especie no patógena que es morfológicamente similar. El tratamiento de la amebiasis suele involucrar el uso de medicamentos antiparasitarios, como el metronidazol o el tinidazol, las medidas de control incluyen la mejora de la higiene personal y ambiental, el suministro de agua potable segura y el saneamiento adecuado para prevenir la transmisión de la enfermedad. En efecto, la *Entamoeba histolytica* es un protozoo patógeno que causa la amebiasis intestinal, su ciclo de vida, patogenicidad, métodos de diagnóstico y tratamiento son aspectos importantes a considerar en la comprensión y el control de esta enfermedad parasitaria.(Guillén, 2023)

Queda perfectamente establecido que la especie *E. histolytica* exhibe una marcada capacidad para invadir tejidos y desencadenar enfermedades, en contraste con la especie *E. dispar*, que no se considera patógena, para que los trofozoítos puedan penetrar en el tejido del intestino, es necesario que primero descompongan y atraviesen la capa de mucosa que lo protege, las cisteína proteasas, un conjunto de al menos 50 enzimas, desempeñan un papel esencial en este proceso, aunque todas estas enzimas se consideran factores de virulencia, aproximadamente el 90% de la actividad proteolítica requerida para la invasión proviene de solo tres proteínas específicas: EhCP-A1, EhCP-A2 y EhCP-A5.(C.-H. Chen et al., 2025)

La EhCP-A5 es particularmente notable porque no se encuentra en la especie *E. dispar*, que no es patógena, se cree que la expresión de esta proteína es fundamental para que *E. histolytica* pueda invadir el tejido intestinal humano. además de las cisteína proteasas, las glicosidasas amebianas también participan en la descomposición de los polímeros MUC2 que conforman la capa de mucosa, los trofozoítos utilizan proteínas en su superficie para unirse a las mucinas del huésped y luego a las células epiteliales.

Una de estas proteínas es la lectina Gal/GalNAc, que se adhiere a ciertos azúcares en las membranas de las células huésped, sin esta lectina, la capacidad de *E. histolytica* para adherirse a las células huésped y ejercer su efecto citotóxico disminuye significativamente, lo que sugiere que la respuesta inmune del huésped, desencadenada por *E. histolytica* y que finalmente conduce a la destrucción de las células huésped, depende en gran medida de este primer contacto; el análisis microscópico de las muestras fecales no permite una distinción precisa entre estas dos especies, por lo tanto, los informes de resultados deben hacer referencia a *E. histolytica*/*E. dispar*. Más adelante, se discutirá en detalle cómo es posible distinguirlas mediante métodos inmunológicos.(Jasni et al., 2022)

Inicialmente se creía que *Entamoeba moshkovskii*, una especie con una relación evolutiva más distante, era una ameba de vida libre y, por ende, no representaba un riesgo patógeno para los humanos, sin embargo, investigaciones posteriores, incluyendo estudios clínicos y casos de diarrea vinculados a esta especie, han cuestionado esta suposición, sugiriendo que puede ser capaz de causar amebiasis invasiva en seres humanos, este descubrimiento ha generado un creciente interés en su capacidad patogénica, y varios estudios han respaldado la idea de que *E. moshkovskii* puede ser potencialmente peligrosa para la salud humana.(Q. Li et al., 2024)

Entamoeba invadens, una especie que infecta a los reptiles, se ha confirmado como patógena, capaz de ocasionar enfermedades mortales en una amplia gama de reptiles, además, esta especie se ha destacado en la investigación debido a su singular capacidad para desarrollar quistes en condiciones de cultivo, lo que la convierte en un modelo valioso para estudiar el ciclo de vida de las amebas. A pesar de su considerable distancia evolutiva con respecto a *E. histolytica*, *E. dispar* y *E. moshkovskii*, la secuenciación del genoma ha revelado similitudes genéticas significativas.(Goswami et al., 2022)

Los estudios sobre la diversidad genética de *E. histolytica* han revelado evidencia de recombinación meiótica, lo que sugiere un proceso de reproducción sexual, sin embargo, la investigación sobre la diversidad genética en otros miembros del género *Entamoeba*, incluyendo a *E. moshkovskii*, ha sido limitada, existe la hipótesis de que *E. moshkovskii* podría constituir un complejo de especies en lugar de una sola especie individual, el análisis comparativo de genomas entre diferentes especies de *Entamoeba* ha proporcionado una comprensión más profunda de la evolución de los genes implicados en las interacciones parásito-huésped, se ha observado que la expansión y contracción de familias de genes como las cisteína proteasas y las lectinas Gal/GalNAc reflejan la rápida evolución y los diferentes rangos de hospedadores de las especies, además, se han identificado diversos genes sujetos a distintas presiones selectivas, indicando su importancia para la supervivencia dentro del huésped. En definitiva, la investigación del genoma de *E. moshkovskii* ofrece una valiosa perspectiva sobre su evolución y su posible patogenicidad, la comparación genética entre diversas especies de *Entamoeba* contribuye a una mejor comprensión de la variabilidad genética y los mecanismos subyacentes a los rasgos patogénicos.(Kaur et al., 2022)

Tanto *E. histolytica* como *E. dispar* presentan las características nucleares típicas del género *Entamoeba*, con un cariosoma compacto y pequeño, y la cromatina distribuida dentro de la membrana nuclear. La diferenciación entre las especies *histolytica* y *dispar* se basa en la ubicación del cariosoma en el centro del núcleo, y en la disposición de la cromatina en gránulos uniformes y regularmente distribuidos. El trofozoíto, que constituye la forma vegetativa de ciertos organismos

unicelulares incluida la Entamoeba, tiene un tamaño que oscila entre 20 μm y 40 μm de diámetro, cuando este está en movimiento, emite un pseudópodo, que no es más que una extensión temporal de su citoplasma, ancha, translúcida que se proyecta hacia fuera de la célula, similar a un saco herniario, esta estructura es fácilmente distinguible del resto del citoplasma, que es granuloso. El pseudópodo se forma unidireccionalmente a partir del ectoplasma, y su función principal es permitir el desplazamiento del trofozoíto, al ejercer tracción sobre el resto de la célula, el trofozoíto se mueve en la dirección deseada, es posible además observar que el endoplasma de la célula se desplaza hacia el pseudópodo, llenándolo por completo durante el proceso de locomoción.(Navarrete-Mena et al., 2021)

De lo manifestado con anterioridad se puede notar la complejidad del movimiento del trofozoíto y cómo utiliza el pseudópodo como una extensión funcional para desplazarse eficientemente, además, se resalta la estructura diferenciada del pseudópodo en comparación con el citoplasma circundante, lo que facilita su identificación y comprensión en el contexto de la biología de las enfermedades infecciosas.

Ciclo de vida

El trofozoíto de *E. histolytica* se encuentra en el colon o invadiendo la pared intestinal, su reproducción es básicamente por división binaria simple, en la luz del intestino, los trofozoítos eliminan las vacuolas alimenticias y otras inclusiones intracitoplasmáticas, luego se inmovilizan y forman prequistes, los cuales adquieren una cubierta y se convierten en quistes inmaduros con un núcleo, estos quistes continúan desarrollándose hasta convertirse en los típicos quistes tetranucleados, es importante destacar que la formación de quistes ocurre exclusivamente en la luz del colon y nunca en el medio ambiente o en los tejidos, los quistes son la forma infectante del parásito por vía oral, en las materias fecales humanas, se pueden encontrar trofozoítos, prequistes y quistes, sin embargo, solo los quistes son capaces de sobrevivir a la acción de los agentes físicos externos y al jugo gástrico, lo que los hace infecciosos, los quistes pueden permanecer viables en el medio externo durante semanas o meses, y se diseminan a través del agua, manos, artrópodos, alimentos y objetos contaminados. Una vez ingeridos, los quistes sufren la acción de los jugos digestivos en el intestino delgado, lo que debilita su pared, posteriormente, se rompen y dan origen a trofozoítos, conservando el mismo número de núcleos de los quistes, cada núcleo se divide en dos, formando un segundo trofozoíto metacíclico con ocho núcleos, en la luz del colon, cada núcleo se rodea de una porción de citoplasma, resultando en ocho trofozoítos pequeños que crecen y se multiplican por división binaria. Los trofozoítos se sitúan en la luz del intestino, sobre la superficie de las glándulas de Lieberkühn o invaden la mucosa, el período prepatente, es decir, el tiempo entre la infección y la aparición de síntomas, varía entre dos y cuatro días, en efecto, el ciclo de vida de Entamoeba

histolytica involucra múltiples etapas y adaptaciones para garantizar su supervivencia, diseminación e infección exitosa en el hospedero humano. (Guzmán-Téllez et al., 2020)

Patogenia

En primer lugar, es pertinente relacionar los parásitos antiguos, específicamente las especies de *Entamoeba*, y los humanos, en efecto las amebas han evolucionado para colonizar principalmente el tracto intestinal humano, donde se reproducen y forman quistes, se debe resaltar la importancia de la *Entamoeba histolytica* como la especie capaz de volverse virulenta y causar amebiasis, que puede manifestarse como disentería y la formación de abscesos hepáticos, además, se señala que la mayoría de las infecciones son asintomáticas, pero alrededor del 10% puede desarrollar síntomas graves. Existe dificultad para cuantificar la carga exacta de la amebiasis debido a limitaciones en diagnóstico y vigilancia, especialmente en regiones endémicas y países en desarrollo, sin embargo, se destaca que la enfermedad también está presente en países industrializados debido a los viajes y la migración desde áreas endémicas. El desafío que se presenta en la actualidad es comprender los factores que determinan el resultado de la infección por *Entamoeba* y la naturaleza de su virulencia para avanzar en la investigación terapéutica y de vacunas. En definitiva, se es necesaria una visión completa de la amebiasis, desde su relación con los humanos hasta las implicaciones para la salud pública y la investigación médica. El 10% de los portadores de *Entamoeba histolytica* suelen ser sintomáticos, y el 90% portadores sanos, mediante estudios bioquímicos se ha demostrado la existencia de fosfoglucomutasa y hexoquinasa en los trofozoítos, mediante el sistema de electroforesis, esto ha permitido reconocer cada uno de sus zimodemas. (Roy et al., 2023)

Mecanismos de daño a la mucosa

A continuación, se proporciona una explicación de las diversas interacciones entre la ameba y el huésped, se exploran los mecanismos moleculares y celulares implicados en la invasión y destrucción del tejido intestinal, así como las respuestas inmunitarias del huésped. La composición del moco intestinal humano esta principalmente formado por mucinas altamente glicosiladas, con especial énfasis en la mucina-2 (MUC2), la *E. histolytica* degrada el moco intestinal utilizando diversas enzimas glicosidasas, lo que facilita la invasión del colon. El papel es crucial de las cisteína proteasas, especialmente la cisteína proteasa A5 (CP-A5), en la patogénesis, esta enzima se dirige a péptidos en regiones específicas de la mucina MUC2, contribuyendo al agotamiento de la mucosidad y la destrucción del tejido intestinal. La *E. histolytica* interfiere con las uniones entre células epiteliales, lo que conduce al colapso del tejido intestinal, además, existe la interacción entre la ameba y las células del huésped lo que provoca la muerte celular, tanto por apoptosis como por trogocitosis. Finalmente las respuestas inmunitarias del huésped ante la

invasión de *E. histolytica*, incluyen respuestas mediadas por células y la producción de péptidos antimicrobianos, la microbiota intestinal y los factores del huésped influyen en la magnitud de la respuesta proinflamatoria durante la amebiasis; como es evidente existen eventos moleculares y celulares que ocurren durante la infección por *E. histolytica* en el intestino humano, así como respuestas inmunitarias del huésped, estos hallazgos son relevantes para comprender la patogénesis de la amebiasis y pueden informar sobre el desarrollo de estrategias terapéuticas contra esta enfermedad; en efecto es importante recordar las siguientes variables descritas para la comprensión de la patogenicidad como son, la composición y degradación del moco intestinal, el papel de las cisteína proteasas, la alteración de las uniones celulares y muerte celular con las respuestas inmunes del huésped.(Kumar et al., 2020)

Factores de virulencia: Estos microorganismos pueden elaborar lectinas con el fin de pegarse a las células del tejido epitelial del huésped, además genera lisis que es un factor importante para la degradación de la matriz extracelular, elastina y colágeno, el huésped inhibe este proceso de la lectina para adherirse, posteriormente la galactosa hace que los trofozoítos no lleguen a las células sino al intestino, y existe otro mecanismo el cual es la elaboración de IgA que también cumple un rol importante. Los trofozoítos atraviesan la mucosa, mediante la colagenasa que cumple la función de destruir los puentes intercelulares y las amebas llegan a la submucosa, en esta guerra las amebas liberan gelatinasa y hialuronidasa, más la trombosis e isquemia lo que facilita la distribución de las lesiones de úlceras en botón de camisa, en casos extremos pueden originar necrosis fulminantes, con perforación intestinal. En lo que respecta a la inmunidad del huésped se presenta una defensa no inmune, en la que se analiza una de las principales barreras contra agentes externos constituido por el pH ácido que puede eliminar a trofozoítos, además también se cuenta con flora antibacteriana, enzimas digestivas y la capa superficial de moco por encima de la capa mucosa, en tanto que la resistencia adquirida se refiere a zonas de comunidad donde existió amebiasis intestinal, y pueden tener recidiva.(Santos et al., 2022)

La inmunidad humoral específicamente Anticuerpos IgG e IgA son producidos por células plasmáticas en respuesta a la infección, estos anticuerpos son secretados en la luz intestinal y tienen como objetivo neutralizar o eliminar los patógenos, los anticuerpos IgG son importantes para la opsonización marcado para la fagocitosis de los patógenos, mientras que los IgA ayudan a bloquear la adherencia del parásito a la mucosa intestinal y su consiguiente invasión, los anticuerpos pueden activar el sistema del complemento, que es una parte importante de la respuesta inmune innata y ayuda a eliminar patógenos, esto puede conducir a la lisis de las células parasitarias y a la promoción de la fagocitosis por parte de los macrófagos. La producción de citocinas, las células inmunes, como los linfocitos T y los

macrófagos, pueden secretar citocinas que modulan la respuesta inmune, en el caso de la amebiasis, estas citocinas pueden promover la producción de anticuerpos por parte de las células B y aumentar la actividad fagocítica de los macrófagos, después de una infección por *E. histolytica*, el sistema inmune puede desarrollar memoria inmunológica, lo que significa que está mejor preparado para combatir futuras infecciones por el mismo patógeno, esta memoria se logra mediante la producción de células B de memoria y células T de memoria, que pueden responder rápidamente ante una exposición posterior al parásito. Como se evidencia, la inmunidad humoral en la amebiasis intestinal por *Entamoeba histolytica* implica la producción de anticuerpos específicos que ayudan a neutralizar y eliminar el parásito, la activación del sistema del complemento, la producción de citocinas y el desarrollo de memoria inmunológica para una respuesta más efectiva en futuras infecciones. (Uribe-Querol & Rosales, 2020)

Patología

Lesiones Iniciales, el proceso patológico comienza con la formación superficial de la úlcera, donde el microorganismo se multiplica inicialmente y alcanza la muscularis mucosae, formando colonias verdaderas, con el tiempo, estas lesiones avanzan horizontalmente, destruyendo los tejidos y extendiéndose en profundidad, en algunos casos, las úlceras pueden llegar a perforar la capa serosa, esta afectación suele localizarse en el sigmoides, recto y la región íleo-cecal.

Ulceración Avanzada

A medida que las lesiones progresan, tienden a expandirse y fusionarse en la base, formando cavidades que pueden alcanzar varios centímetros de diámetro, estas úlceras suelen presentar una forma ovalada o redonda, con la evolución de la enfermedad, la ulceración se extiende tanto horizontal como verticalmente, provocando necrosis en la capa mucosa, además, pueden manifestar desprendimiento y hemorragia, lo que se conoce como colitis amebiana fulminante, un cuadro clínico con un pronóstico generalmente desfavorable. (Gupta et al., 2022)

Inflamación

Este proceso se inicia debido a la acción de quimiotácticos, los cuales atraen a los neutrófilos hacia la zona afectada, posteriormente, estos neutrófilos se adhieren para dañar las células, la lesión provocada por estas amebas tiene una vulnerabilidad, ya que facilita la colonización e invasión del medio intestinal por parte de bacterias, lo que conduce a infecciones.

Perforación

En caso de que se forme un orificio en áreas como el ciego, el colon transverso o el sigmoides, se crea una vía para que el contenido intestinal se vierta directamente

en la cavidad peritoneal, lo que puede ocasionar peritonitis.(Romero Cedeño et al., 2023)

Ameboma

En ocasiones, se desarrolla una anomalía similar a un tumor en el colon conocida como ameboma, la cual no siempre está relacionada con la presencia de síntomas de amebiasis intestinal, este ameboma se presenta como un granuloma amebiano que puede encontrarse en cualquier parte del intestino grueso, si bien es más frecuente en el recto, sigmoides y ciego, el ameboma se caracteriza por un engrosamiento notable de la pared intestinal, lo que puede ocasionar una obstrucción parcial del paso de alimentos, simulando la apariencia de un adenocarcinoma, sus dimensiones varían y pueden llegar a alcanzar hasta los 30 centímetros, en la mayoría de los casos, su forma es circular y se encuentra asociada a úlceras en la mucosa intestinal, el tejido que compone el ameboma se caracteriza por ser edematoso y fibroso, con la presencia de eosinófilos, plasmocitos, linfocitos y trofozoítos infiltrados en la submucosa y en las áreas cercanas a las úlceras adyacentes. (Fuentes-Valenzuela et al., 2022)

Características clínicas

Su periodo para desarrollarse es inestable, desde unos pocos días hasta meses o años, pero generalmente es de 1 a 4 semanas, puede producir una inflamación del intestino asintomática o una infección intestinal y colitis fulminante con una variedad de manifestaciones que pueden incluir megacolon tóxico y peritonitis.

Colonización asintomática

En hasta el 90% de las infecciones por *E. histolytica*, los síntomas están ausentes o son muy leves. Estos pacientes tienen hallazgos rectosigmoidoscópicos normales, sin antecedentes de sangre en muestras de heces. Los quistes y los trofozoítos que carecen de glóbulos rojos ingeridos pueden ser visibles al microscopio. Curiosamente, la mayoría de las personas infectadas con *E. histolytica*, pero no con *E. dispar*, desarrollan respuestas de anticuerpos séricos al parásito incluso en ausencia de enfermedad invasiva. Hasta ahora, *E. dispar* nunca se ha reconocido como una causa de colitis o absceso hepático amebiano, aunque la infección con estas amebas es mucho más común que con *E. histolytica*, especialmente en los países desarrollados. A diferencia de Japón, donde la infección por *E. histolytica* es un problema para los hombres que mantiene relaciones sexuales con su mismo género, en Estados Unidos y Europa, *E. dispar* se ha identificado en la mayoría de estas infecciones. Las infecciones asintomáticas por *E. dispar* no muestran evidencia de enfermedad o una respuesta sérica de anticuerpos antiamebianos, mientras que la infección intestinal sintomática por *E. histolytica* sí muestra una respuesta inmune sistémica.(Uddin et al., 2021)

Colitis amebiana y disentería

Aunque las personas pueden ser colonizadas asintómicamente con *E. histolytica*, deben ser tratadas. De lo contrario, algunos de estos sujetos, llamados portadores de quistes, pueden ser peligrosos para el medio ambiente o pueden desarrollar colitis después de un período de meses. Los síntomas comúnmente atribuidos a la colitis o disentería por *E. histolytica* son dolor o sensibilidad abdominal y diarrea (acuosa, con sangre o mucosa). La diarrea puede ocurrir con hasta 10 (o incluso más) deposiciones por día, y la fiebre ocurre en un tercio de los pacientes. Los pacientes a menudo son reacios a comer, y un quinto desarrolla pérdida de peso.

Desafortunadamente, la amebiasis intestinal no disintérica crónica, que se caracteriza por diarrea intermitente, flatulencia, presencia de seropositividad y amebas en las heces, puede parecerse a la colitis ulcerosa, lo que resulta en un diagnóstico erróneo y tratamiento con corticosteroides. Los hallazgos colónicos en la amebiasis han variado desde el engrosamiento de la mucosa hasta la ulceración en forma de matraz (principalmente en el colon transverso o el ciego o cerca del apéndice, pero rara vez en el área sigmoidorectal). El desarrollo de colitis fulminante, ameboma, fístulas rectovaginales y amebiasis cutánea puede ocurrir como complicaciones de la amebiasis intestinal.(J. Li et al., 2021)

Diagnóstico de laboratorio

La microscopía de heces, aunque ha sido históricamente la técnica más utilizada, su sensibilidad puede ser limitada debido a varios factores, como la variabilidad en la liberación de quistes y trofozoítos en las muestras de heces y la necesidad de un técnico experimentado para su interpretación, la microscopía de heces sigue siendo útil en entornos donde otras modalidades de diagnóstico no están disponibles o son prohibitivamente costosas, pero su eficacia puede verse comprometida en casos de baja carga parasitaria, las técnicas de preparación húmeda o teñida pueden mejorar la visualización de los quistes y trofozoítos en las muestras fecales, pero aun así pueden ser insuficientes para un diagnóstico definitivo en algunos casos.

Detección de antígenos en heces

Estas pruebas ofrecen una alternativa más sensible y específica a la microscopía de heces y pueden ser más fáciles de realizar en entornos clínicos, sin embargo, la sensibilidad y especificidad de estas pruebas pueden variar, especialmente en áreas donde la enfermedad es poco común, algunos kits comerciales están diseñados para detectar antígenos específicos de *E. histolytica*, lo que puede ayudar a diferenciarla de otras especies no patógenas como *E. dispar*. Estudios

moleculares en heces como PCR se considera el estándar de oro para el diagnóstico de la amebiasis debido a su alta sensibilidad y especificidad, los paneles gastrointestinales que incluyen PCR para múltiples patógenos pueden ser particularmente útiles en el diagnóstico diferencial de enfermedades gastrointestinales, aunque es altamente efectiva, la PCR puede ser costosa y requerir equipos y capacitación especializados, lo que puede limitar su disponibilidad en entornos con recursos limitados.(Al-Khlifeh et al., 2025)

Serología

La detección de anticuerpos mediante pruebas serológicas puede ser útil, especialmente en casos de enfermedad extraintestinal o cuando los estudios de heces son negativos, sin embargo, las pruebas serológicas pueden dar resultados falsos positivos y los anticuerpos pueden persistir durante mucho tiempo después del tratamiento, lo que dificulta la distinción entre infección activa y pasada, la elección del kit de prueba serológica puede influir en la sensibilidad y especificidad del diagnóstico, y las pruebas de anticuerpos pueden ser más útiles en ciertos contextos clínicos que en otros.

Otros métodos de diagnóstico

La histología de la biopsia endoscópica o quirúrgica puede proporcionar evidencia directa de la presencia de trofozoítos y úlceras características en el tejido afectado, las imágenes como la ecografía y la TC son útiles para detectar y caracterizar abscesos hepáticos, lo que puede ser crucial para el manejo clínico y el seguimiento del paciente. En definitiva, cada modalidad de diagnóstico tiene sus propias ventajas y limitaciones, y la elección de la técnica diagnóstica más apropiada puede depender de factores como la disponibilidad de recursos, la carga de enfermedad en la población y el contexto clínico específico del paciente, un enfoque multimodal que combine varias pruebas puede ser necesario para obtener un diagnóstico preciso y completo de la amebiasis.

Recolección y conservación de la muestra fecal: Es necesario usar una muestra de heces reciente para que pueda ser bien estudiada, si esta muestra se encuentra en estado líquido se procede a su respectiva examinación, es necesario recalcar evitar la contaminación de la misma por orina y además conservarse en un frasco estéril y limpio, en el examen coprológico si se realiza un examen de moco y sangre este será de utilidad para sospechar de amebiasis, aunque ni sea particular de este,

también es importante recalcar la consistencia de la muestra si es líquida, sólida o blanda, el uso de pruebas serológicas es recomendable para la detección de una infección por *E. histolytica* en países industrializados, donde la infección por *E. histolytica* no es común, además, nunca está demás recomendar el trabajo conjunto con diferentes pruebas para mejorar el diagnóstico. La prueba para detectar anticuerpos contra *E. histolytica* debe realizarse principalmente en laboratorios que puedan demostrar experiencia técnica y comprensión de las diversas pruebas serológicas que se deben aplicar simultáneamente con el cultivo y la PCR cuando se sospecha de amebiasis extraintestinal.(Al-Khlifeh et al., 2025)

Epidemiología, prevención y control

Los países pobres son los más vulnerables a focos de amebiasis, en países desarrollados solo se observan en personas que han viajado a países endémicos, en estudios realizados a nivel internacional se observa que los causantes de diarrea del viajero (DV) pueden destacar *Entamoeba histolytica* y *Cyclospora cayetanensis*, seguido de *Giardia lamblia*, desde la perspectiva de la epidemiología, es necesario distinguir la infección producida por amebas de la enfermedad (amebiasis), la primera es solo la invasión de parásitos sin causar daño, y la enfermedad es una invasión de síntomas adicionales.

Fuente de infección

La fuente de infección de *Entamoeba histolytica* es la ingestión de quistes infectivos presentes en agua o alimentos contaminados con materia fecal que contiene el parásito, los quistes de *E. histolytica* pueden ser eliminados en las heces de individuos infectados, si estas heces contaminan el medio ambiente, ya sea a través de aguas residuales no tratadas, aguas superficiales contaminadas o prácticas inadecuadas de eliminación de desechos humanos, los quistes pueden sobrevivir en el medio ambiente durante períodos prolongados, cuando el agua o los alimentos contaminados con quistes de *E. histolytica* son consumidos por humanos, los quistes sobreviven al ambiente ácido del estómago y llegan al intestino delgado, donde se liberan y se convierten en trofozoítos, una vez en el intestino, los trofozoítos de *E. histolytica* pueden colonizar la mucosa intestinal y multiplicarse, causando una infección intestinal conocida como amebiasis intestinal, en algunos casos, los trofozoítos pueden invadir la mucosa intestinal y diseminarse a través del torrente sanguíneo a otros órganos, como el hígado, donde pueden formar abscesos hepáticos, esta forma de la enfermedad se conoce como amebiasis extraintestinal. Por lo tanto, la prevención de la infección por *E. histolytica* implica medidas para garantizar la seguridad del suministro de agua potable, la higiene adecuada de los alimentos, el saneamiento ambiental y la educación sobre

prácticas de higiene personal, como el lavado de manos, para evitar la transmisión fecal-oral de quistes de *E. histolytica*.(Haston & Cope, 2023)

Prevención de la Amebiasis Intestinal: Enfoque en Medidas de Higiene y Control de Infecciones

La amebiasis intestinal, causada por el protozoo *Entamoeba histolytica*, sigue siendo una preocupación de salud pública en muchas partes del mundo, especialmente en regiones con condiciones higiénicas deficientes y acceso limitado a agua potable segura, la prevención de esta enfermedad gastrointestinal altamente contagiosa y potencialmente grave es fundamental para reducir su incidencia y sus consecuencias negativas para la salud pública, las medidas preventivas más efectivas se centran en promover la higiene personal adecuada y en la implementación de prácticas de control de infecciones. Una estrategia fundamental es el lavado de manos frecuente con agua y jabón, especialmente después de usar el baño y antes de preparar o consumir alimentos, este simple acto de higiene puede interrumpir la cadena de transmisión de la enfermedad al eliminar los quistes de *Entamoeba histolytica* de las manos contaminadas, además del lavado de manos, se enfatiza la importancia de consumir agua potable segura, en áreas donde el suministro de agua puede estar contaminado con quistes de amebas, se recomienda hervir el agua antes de beberla o utilizar agua embotellada, el tratamiento adecuado de los alimentos también es crucial para prevenir la amebiasis, esto incluye lavar las frutas y verduras antes de su consumo, así como cocinar completamente los alimentos, especialmente la carne y los mariscos, a temperaturas que eliminen cualquier organismo patógeno presente, otras medidas preventivas incluyen evitar el consumo de alimentos crudos o poco cocidos, ya que pueden ser una fuente de infección, y practicar sexo seguro para reducir el riesgo de transmisión sexual de la amebiasis, en entornos donde la enfermedad es endémica, es fundamental mantener una buena higiene ambiental, incluida la gestión adecuada de las heces humanas para prevenir la contaminación del agua y los alimentos. El viaje a áreas endémicas también requiere precauciones adicionales, como el consumo exclusivo de agua embotellada y la evitación de alimentos crudos o poco cocidos, los viajeros deben estar informados sobre las medidas preventivas específicas para protegerse contra la amebiasis mientras están en el extranjero; en definitiva, la prevención de la amebiasis intestinal se basa en una combinación de medidas de higiene personal, control de infecciones y prácticas de saneamiento ambiental, al adoptar estas medidas preventivas, se puede reducir significativamente el riesgo de infección por *Entamoeba histolytica* y sus consecuencias adversas para la salud pública, sin embargo, se necesitan esfuerzos continuos para promover la conciencia pública y mejorar las condiciones sanitarias en todo el mundo para combatir eficazmente esta enfermedad parasitaria.(Kawashima et al., 2023)

Tratamiento

Existen varios fármacos utilizados en el tratamiento de la amebiasis intestinal, principalmente se estudiarán el metronidazol y la nitazoxanida, a través de una revisión de la literatura científica, se ofrece una visión profunda de la eficacia, la seguridad y los desafíos asociados con cada tratamiento.

En primer lugar, se presenta la nitazoxanida como una adición reciente al arsenal terapéutico contra la amebiasis intestinal, a pesar de su estructura química similar al metronidazol, la nitazoxanida exhibe una mayor actividad antiparasitaria contra una variedad de infecciones parasitarias intestinales, sin embargo, se destaca la necesidad de más estudios para determinar su eficacia como tratamiento específico para la colitis amebiana, el papel del metronidazol como terapia estándar para la amebiasis invasiva, junto con su régimen de dosificación recomendado. Se discute la limitación del metronidazol para eliminar completamente los quistes en el colon, lo que puede resultar en la persistencia de los parásitos en una proporción significativa de pacientes, esta observación es respaldada por evidencia científica previa, lo que refuerza la validez de la afirmación. Además, existe controversia en torno a la necesidad de terapia combinada con amebicidas lumbinales después del tratamiento con metronidazol o tinidazol, especialmente en áreas endémicas, existen obstáculos potenciales para la implementación de la terapia combinada, como la complejidad del régimen de tratamiento, los costos adicionales y la disponibilidad limitada de agentes lumbinales en el mercado, también es necesario abordar los efectos adversos asociados con el uso de metronidazol, así como alternativas terapéuticas como tinidazol, ornidazol y secnidazol, que pueden ser mejor tolerados y permiten períodos de tratamiento más cortos, finalmente, la posibilidad de resistencia al metronidazol y la necesidad de desarrollar nuevas opciones terapéuticas para abordar la amebiasis intestinal, especialmente en casos de enfermedad grave complicada. (Morán et al., 2023)

El tratamiento de la amebiasis, puede variar dependiendo de la gravedad de la infección y la presentación clínica del paciente, a continuación, hay un resumen de las opciones terapéuticas comunes:

Metronidazol

Es el fármaco más utilizado para el tratamiento de la amebiasis, se administra típicamente en dosis de 750 mg a 1 gramo tres veces al día durante 5-10 días para adultos, en niños, la dosis es de 30-50 mg/kg al día dividida en tres dosis durante 5-10 días, este medicamento es efectivo tanto para las formas intestinales como extraintestinales de la enfermedad.

Tinidazol

El tinidazol se utiliza como alternativa al metronidazol, especialmente en casos de resistencia o intolerancia, la dosis habitual es de 2 gramos una vez al día durante 3 días para adultos.

Nitazoxanida

Este fármaco es efectivo tanto para las formas lumbinales como extralumbinales de la amebiasis, se administra en dosis de 500 mg dos veces al día durante 3 días para adultos y en dosis de 200 mg dos veces al día durante 3 días para niños.

Paromomicina

Se utiliza como amebicida luminal para eliminar los quistes en el colon después del tratamiento con metronidazol o tinidazol, la dosis recomendada es de 25-35 mg/kg al día dividida en tres dosis durante 7 días para adultos y niños.

Emetina y dehidroemetina

Son medicamentos utilizados en casos graves de amebiasis invasiva cuando otros tratamientos han fallado, sin embargo, su uso se ha vuelto menos común debido a los efectos secundarios y la disponibilidad limitada. Es importante destacar que el tratamiento de la amebiasis debe ser supervisado, la duración del tratamiento se determinará según la gravedad de la infección y la respuesta del paciente, además, es esencial completar el tratamiento para prevenir recaídas y la aparición de resistencia a los medicamentos.(Morán et al., 2023)

OTRAS AMEBIASIS INTESTINALES

Amebiasis Cutánea: Aspectos Clínicos, Diagnóstico y Tratamiento

La amebiasis cutánea es una manifestación poco común de la infección por *Entamoeba histolytica*, un parásito intestinal, en esta condición, los trofozoítos del parásito, que normalmente residen en el tracto gastrointestinal, pueden diseminarse a través de la circulación sanguínea y causar lesiones localizadas en la piel, aunque esta presentación de la enfermedad es infrecuente, su reconocimiento y manejo adecuado son esenciales para evitar complicaciones y promover una recuperación completa del paciente.

Aspectos Clínicos

La amebiasis cutánea se caracteriza por la presencia de lesiones cutáneas que pueden variar en apariencia y gravedad y pueden manifestarse como úlceras, nódulos, abscesos o lesiones vesiculares, y comúnmente se localizan en áreas expuestas al contacto con el parásito, como las manos, los pies o las extremidades inferiores, los síntomas asociados pueden incluir dolor, prurito, inflamación localizada y, en algunos casos, supuración o sangrado. El diagnóstico preciso de la amebiasis cutánea requiere una evaluación clínica detallada junto con pruebas de laboratorio complementarias, se pueden realizar biopsias de las lesiones cutáneas

para identificar la presencia de trofozoítos de *E. histolytica* mediante microscopía o cultivo, además, las pruebas serológicas y moleculares pueden ser útiles para confirmar la presencia del parásito y descartar otras causas de lesiones cutáneas similares.(Ergüden Gürbüz et al., 2020)

Tratamiento

Generalmente implica el uso de fármacos antiparasitarios eficaces como el metronidazol y se administra típicamente en dosis de 750 mg a 1 gramo tres veces al día durante 5-10 días para adultos, alternativamente, el tinidazol o la nitazoxanida pueden ser considerados en casos de intolerancia o resistencia al metronidazol, es importante asegurar el cumplimiento del tratamiento y realizar un seguimiento cuidadoso para evaluar la respuesta terapéutica y prevenir posibles recidivas. En efecto la amebiasis cutánea, aunque poco común, representa un desafío diagnóstico y terapéutico importante, la comprensión de los aspectos clínicos, el diagnóstico preciso y el tratamiento adecuado son fundamentales para lograr una gestión exitosa de esta condición, la colaboración interdisciplinaria entre dermatólogos, infectólogos y sobre todo expertos en biología de las enfermedades infecciosas es esencial para abordar de manera integral la amebiasis cutánea y mejorar los resultados clínicos de los pacientes, se necesitan estudios adicionales para mejorar la comprensión de los mecanismos patogénicos subyacentes y desarrollar enfoques terapéuticos más eficaces y específicos para esta presentación particular de la enfermedad amebiana.(Morán et al., 2023)

Características Clínicas y Terapéuticas del Absceso Cerebral Amebiano

El absceso cerebral amebiano (ACA) es una enfermedad infecciosa poco común pero grave que afecta al sistema nervioso central, es causado principalmente por la ameba de vida libre, *Naegleria fowleri*, y en raras ocasiones por *Acanthamoeba* spp. y *Balamuthia mandrillaris*, el ACA es una complicación rara pero devastadora de la infección por amebas, con una alta tasa de morbilidad y mortalidad, aunque su incidencia es baja (133 casos documentados), su diagnóstico y tratamiento oportunos son fundamentales para mejorar los resultados clínicos. Como se ha manifestado anteriormente el ACA está más comúnmente asociado con la ameba de vida libre *Naegleria fowleri*, que se encuentra en aguas dulces cálidas y contaminadas, como estanques, lagos y aguas termales, la infección generalmente ocurre por la entrada de agua contaminada a través de la mucosa nasal durante actividades recreativas acuáticas, una vez en el sistema nervioso central, las amebas pueden causar una respuesta inflamatoria masiva, necrosis tisular y la formación de un absceso, los síntomas pueden variar y pueden incluir cefalea intensa, fiebre,

náuseas, vómitos, alteraciones del estado mental, convulsiones y déficit neurológico focal, estas manifestaciones clínicas son inespecíficas y pueden confundirse con otras condiciones neurológicas, lo que dificulta el diagnóstico precoz, el diagnóstico del ACA requiere una alta sospecha clínica y el uso de diversas herramientas diagnósticas, como la neuroimagen por resonancia magnética (RM), la tomografía computarizada (TC) y el análisis del líquido cefalorraquídeo (LCR), la identificación de amebas en el LCR o en muestras de tejido cerebral mediante técnicas de tinción especializada, cultivo o PCR puede confirmar el diagnóstico, el tratamiento del ACA se basa en la administración de agentes antimicrobianos efectivos, como anfotericina B, junto con terapia de apoyo y, en algunos casos, drenaje quirúrgico del absceso, la terapia debe iniciarse lo antes posible para minimizar el daño neurológico y mejorar las tasas de supervivencia, el esquema terapéutico indica ceftriaxona 2 g IV cada 12 h con metronidazol 750 mg IV cada 8 h, no usar corticosteroides por los efectos negativos observados en las colitis amebiana fulminante. El pronóstico del ACA varía según la prontitud del diagnóstico y el tratamiento, así como la extensión del daño cerebral, a pesar de los avances en el manejo médico y quirúrgico, el ACA sigue siendo una enfermedad grave con una alta mortalidad, especialmente en pacientes con diagnóstico tardío o complicaciones graves; en efecto el absceso cerebral amebiano es una enfermedad infrecuente pero potencialmente letal que requiere un alto índice de sospecha clínica y un enfoque multidisciplinario para su manejo, la educación pública sobre las medidas de prevención, como evitar el contacto con aguas contaminadas, es crucial para reducir la incidencia de esta enfermedad, se necesitan más investigaciones para mejorar la comprensión de la patogenia del ACA y desarrollar estrategias de tratamiento más efectivas.(Haston & Cope, 2023)

Amebas no Patógenas: Una Revisión Integral de su Biología, Ecología y Significado Clínico

Las amebas no patógenas, a menudo pasadas por alto debido a su naturaleza benigna, juegan un papel significativo en diversos ecosistemas acuáticos y terrestres, a pesar de su asociación común con enfermedades infecciosas, muchas especies de amebas no son patógenas y desempeñan funciones importantes en la biología y el medio ambiente. Las amebas no patógenas abarcan una amplia variedad de especies pertenecientes a varios géneros, como *Acanthamoeba*, *Naegleria*, y *Dictyostelium*, entre otros, a nivel celular, estas amebas comparten características morfológicas y fisiológicas comunes, como la capacidad de formar pseudópodos para la locomoción y la ingestión de bacterias y materia orgánica, estos organismos se encuentran ampliamente distribuidos en una variedad de hábitats, incluidos suelos, aguas dulces y salobres, así como ambientes marinos, su presencia y diversidad están influenciadas por factores ambientales como la

temperatura, el pH, la disponibilidad de nutrientes y la presencia de otros microorganismos, además, desempeñan un papel crucial en la descomposición de la materia orgánica y la ciclación de nutrientes en los ecosistemas acuáticos y terrestres; se ha evidenciado que estas especies no patógenas participan en interacciones simbióticas y competitivas con otros microorganismos, incluidas bacterias, hongos y virus, por ejemplo, algunas pueden servir como huéspedes para bacterias intracelulares, contribuyendo así a la dispersión y supervivencia de estos microorganismos en el medio ambiente, además, las amebas depredadoras pueden regular las poblaciones bacterianas, lo que afecta la estructura y función de los ecosistemas microbianos.

Aunque las amebas no patógenas generalmente no representan un riesgo para la salud humana, algunas especies, como *Acanthamoeba* spp. y *Naegleria fowleri*, tienen el potencial de causar enfermedades oportunistas en individuos inmunocomprometidos, sin embargo, también se están investigando posibles aplicaciones biomédicas de especies no patógenas, como vectores de entrega de fármacos, modelos de investigación en biología celular y desarrollo de terapias contra enfermedades neurodegenerativas, en definitiva las amebas no patógenas desempeñan un papel fundamental en la ecología microbiana y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y terrestres, aunque su impacto en la salud humana suele ser benigno, es importante comprender su biología y ecología para aprovechar su potencial en aplicaciones biomédicas y conservación ambiental, es indispensable por lo tanto más investigación para explorar su diversidad genética, interacciones microbianas y posibles aplicaciones terapéuticas.(Anders et al., 2023)

Entamoeba dispar

Es una ameba anaerobia obligada que presenta una morfología típica de la familia Entamoebidae, a nivel morfológico, se caracteriza por su forma ameboide, con un único núcleo grande y un citoplasma granular, carece de estructuras como flagelos o cílios y posee una membrana plasmática flexible que le permite la formación de pseudópodos para la locomoción y la fagocitosis de bacterias y partículas de alimentos. El ciclo de vida es similar al de otras especies del género *Entamoeba* y comprende dos formas principales: la forma trofozoítica y la forma de quiste; la forma trofozoítica es la fase activa del parásito que se encuentra en el intestino grueso humano, donde se reproduce por fisión binaria y puede causar infecciones asintomáticas o coloniales, por otro lado, la forma de quiste es la fase de resistencia que se forma en las heces del huésped infectado y que permite la transmisión del parásito a través de la vía fecal-oral.

La *Entamoeba dispar* se distribuye ampliamente en todo el mundo y se encuentra con mayor frecuencia en regiones en desarrollo con condiciones de saneamiento

deficientes, a diferencia de *Entamoeba histolytica*, que puede causar enfermedad invasiva, *Entamoeba dispar* se considera generalmente no patógena para los humanos y rara vez se asocia con la enfermedad clínica, sin embargo, su presencia en muestras fecales puede ser indicativa de exposición a áreas endémicas de amebiasis y puede plantear desafíos diagnósticos para distinguir entre infección por *E. dispar* y *E. histolytica*. En relación al diagnóstico, se realiza mediante la identificación microscópica de quistes o trofozoítos en muestras fecales utilizando técnicas de concentración y tinción adecuadas, aunque la morfología de *Entamoeba dispar* es similar a la de *Entamoeba histolytica*, las diferencias genéticas y bioquímicas entre las dos especies han llevado al desarrollo de métodos moleculares específicos para diferenciarlas, como la PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) y técnicas de biología molecular, su detección en muestras fecales puede indicar la exposición a entornos endémicos de amebiasis y la presencia de *Entamoeba dispar* puede complicar el diagnóstico diferencial de la amebiasis, ya que puede coexistir con *Entamoeba histolytica* y otras especies de amebas en el mismo individuo, por lo tanto, es importante interpretar los resultados del diagnóstico con precaución y considerar el contexto clínico y epidemiológico para un manejo adecuado de la infección por amebas. (Histolytica & Dispar, s/f)

Entamoeba coli

Es una ameba anaerobia obligada que pertenece al género *Entamoeba*, morfológicamente, presenta una forma ameboide típica, con un único núcleo grande y un citoplasma granular, no posee estructuras como flagelos o cílios y se desplaza mediante la formación de pseudópodos, a menudo se observan inclusiones bacterianas dentro del citoplasma de la ameba, lo que sugiere una relación simbiótica con bacterias intestinales. El ciclo de vida de *Entamoeba coli* es similar al de otras especies del género *Entamoeba*, la forma trofozoítica es la fase activa del parásito que se encuentra en el intestino grueso humano, se reproduce por fisión binaria y puede formar quistes, que son la forma de resistencia que se elimina en las heces del huésped infectado y constituyen la forma infectiva y se transmiten principalmente a través de la vía fecal-oral.

Entamoeba coli tiene una distribución mundial y se encuentra comúnmente en áreas con condiciones de saneamiento deficiente, considerada generalmente no patógena para los humanos y rara vez se asocia con enfermedad clínica, se estima que la prevalencia varía según la región geográfica y las condiciones socioeconómicas, el diagnóstico se realiza mediante la identificación microscópica de quistes o trofozoítos en muestras fecales utilizando técnicas de concentración y tinción adecuadas, aunque la morfología de *E. coli* es similar a la de otras especies de *Entamoeba*, su identificación se basa en características distintivas, como la presencia de múltiples núcleos y la ausencia de eritrocitos en el citoplasma, su detección en muestras fecales puede indicar la exposición a condiciones insalubres

y la presencia de otros microorganismos entéricos, además, la coexistencia de *E. coli* con otras especies de *Entamoeba*, como *E. histolytica*, puede complicar el diagnóstico diferencial de la amebiasis, por lo tanto, es importante interpretar los resultados del diagnóstico en el contexto clínico adecuado y considerar otros factores epidemiológicos para un manejo apropiado de la infección por amebas.

Entamoeba coli es conocida por albergar bacterias dentro de su citoplasma, lo que sugiere una relación simbiótica, estas bacterias, llamadas endosimbiontes, pueden desempeñar un papel en la nutrición y el metabolismo de la ameba, se ha demostrado que la presencia de bacterias en el citoplasma es común y puede influir en la morfología y el comportamiento de la ameba y puede afectar la capacidad de la ameba para sobrevivir en el entorno intestinal y competir con otras especies de microorganismos; estudios recientes han revelado una considerable variabilidad genética dentro de esta especie, se han identificado múltiples genotipos y subtipos de *E. coli* en diferentes poblaciones humanas y animales, la caracterización filogenética de estas variantes genéticas ha proporcionado información sobre la diversidad evolutiva y la historia natural de *E. coli*, la comparación genómica entre *E. coli* y otras especies de *Entamoeba* ha ayudado a elucidar las relaciones filogenéticas dentro del género y a comprender la evolución molecular de la amebiasis, su presencia en el intestino humano puede tener implicaciones para la microbiota intestinal y la salud del hospedador, se ha demostrado que las amebas intestinales, incluida *E. coli*, interactúan con la microbiota intestinal y pueden influir en su composición y función, estudios recientes han sugerido que la presencia de amebas intestinales podría estar asociada con cambios en la diversidad microbiana y la función metabólica del intestino, sin embargo, se necesita más investigación para comprender completamente el impacto de *E. coli* en la microbiota intestinal y su relación con la salud y la enfermedad. En efecto *Entamoeba coli*, a pesar de ser considerada generalmente no patógena, presenta una serie de aspectos interesantes que van más allá de su clasificación como un simple comensal intestinal, su relación simbiótica con bacterias, su variabilidad genética y filogenética, y su papel en la microbiota intestinal son áreas de investigación activa que están contribuyendo a una mejor comprensión de esta especie y su interacción con el hospedador humano. (Servián et al., 2022)

Endolimax nana

Es una ameba perteneciente al grupo de los rizópodos, caracterizada por su forma esférica u ovalada y su tamaño relativamente pequeño en comparación con otras especies de amebas intestinales, presenta un único núcleo central y un citoplasma granular que puede contener inclusiones bacterianas, a diferencia de otras especies de *Entamoeba*, *E. nana* carece de flagelos en su forma trofozoítica y de estructuras especiales de locomoción. El ciclo de vida de *Endolimax nana* es similar al de otras amebas intestinales, la forma trofozoítica de *E. nana* es la fase activa del parásito

que se encuentra en el intestino grueso humano, se reproduce por fisión binaria y puede formar quistes, que son la forma de resistencia que se elimina en las heces del huésped infectado, los quistes son la forma infectiva y se transmiten principalmente a través de la vía fecal-oral. Endolimax nana tiene una distribución mundial y es una de las amebas más comunes encontradas en muestras fecales humanas, el diagnóstico se realiza mediante la identificación microscópica de quistes o trofozoítos en muestras fecales utilizando técnicas de concentración y tinción adecuadas, aunque la morfología es distintiva, puede ser necesario diferenciarla de otras especies de amebas intestinales, como Entamoeba histolytica, mediante técnicas de laboratorio más avanzadas, como la PCR y otros métodos moleculares, aunque Endolimax nana se considera generalmente no patógena, su presencia en el intestino humano puede tener implicaciones para la salud del hospedador, se ha sugerido que podría estar asociada con síntomas gastrointestinales leves en algunos individuos, aunque su papel exacto en la patogénesis de estas condiciones aún no está completamente comprendido, la coexistencia de E. nana con otras especies de amebas intestinales puede complicar el diagnóstico diferencial de la amebiasis.(Hocke et al., 2022)

Actividades

Primera Actividad

Resuelva las siguientes preguntas:

1: Señale verdadero o falso el siguiente enunciado:

La amebiasis solo se presenta como una infección intestinal sin posibilidad de afectaciones a otros órganos.

Respuesta: Falso. La amebiasis puede presentarse de forma intestinal (colitis amebiana) y extraintestinal, afectando órganos como el hígado (absceso hepático amebiano) y, en casos severos, pulmones o cerebro.

2: Explique la diferencia entre amebiasis intestinal y extraintestinal, dando un ejemplo clínico para cada tipo.

Respuesta:

Amebiasis intestinal: Infección localizada en el intestino grueso por Entamoeba histolytica, provocando síntomas como diarrea, dolor abdominal y disentería.

Ejemplo: colitis amebiana.

Amebiasis extraintestinal: Se produce cuando Entamoeba histolytica atraviesa la mucosa intestinal y se disemina a otros órganos, causando infecciones a distancia.

Ejemplo: absceso hepático amebiano.

3: ¿Qué tipo de amebiasis se presenta cuando *Entamoeba histolytica* genera un absceso hepático?

- a) Amebiasis intestinal
- b) Amebiasis extraintestinal
- c) Amebiasis cutánea
- d) Amebiasis pulmonar

Respuesta: b) Amebiasis extraintestinal.

Segunda Actividad

Practique la siguiente actividad de asociación (Matching)

Relacione cada tipo de amebiasis con su correspondiente manifestación clínica:

- Amebiasis intestinal
- Amebiasis hepática
- Amebiasis cutánea
- Amebiasis pulmonar

Opciones:

- a) Disentería amebiana
- b) Absceso hepático derecho
- c) Lesiones ulcerativas en la piel
- d) Infección pleuropulmonar secundaria

Respuestas:

- Amebiasis intestinal - a) Disentería amebiana
- Amebiasis hepática - b) Absceso hepático derecho
- Amebiasis cutánea - c) Lesiones ulcerativas en la piel
- Amebiasis pulmonar - d) Infección pleuropulmonar secundaria

Tercera Actividad

- Trabajo de discusión de grupos pequeños

Respuesta general para los estudiantes:

Los estudiantes pueden investigar los diferentes tipos de manifestaciones de la amebiasis (intestinal y extraintestinal) y cómo *Entamoeba histolytica* interactúa con el huésped. Un grupo puede estudiar la respuesta inmune frente a la infección intestinal, mientras que otro grupo puede investigar los mecanismos por los cuales la ameba invade el hígado o pulmones.

Cuarta Actividad

- Elabore un Mapa Conceptual o Infografía

Respuesta general para los estudiantes:

El mapa conceptual debe incluir:

Tipos de amebiasis (intestinal, extraintestinal).

Vías de transmisión (fecal-oral, contacto con agua o alimentos contaminados).

Manifestaciones clínicas (colitis, absceso hepático, afección pulmonar, afección cerebral).

Tratamientos principales (Metronidazol, paramomicina).

Prevención (higiene, agua potable, educación sanitaria).

CAPITULO III

GIARDIOSIS Y BALANTIDIASIS

Generalidades

La giardiosis es una enfermedad intestinal común, causada por el parásito *Giardia intestinalis*, que afecta a comunidades desfavorecidas en condiciones insalubres, existe variabilidad en la presentación clínica de la giardiasis, que puede incluir desde síntomas subclínicos hasta enfermedades gastrointestinales agudas, es necesario reconocer la asociación de la giardiasis con el síndrome del intestino irritable y su impacto en la desnutrición infantil en áreas rurales y el papel del agente en la transmisión de epidemias masivas, tanto en humanos como en animales, con implicaciones socioeconómicas significativas, el diagnóstico actualmente depende principalmente de la detección de quistes y/o trofozoítos en muestras fecales mediante microscopía, sin embargo, la excreción intermitente de quistes y la baja sensibilidad del método de diagnóstico convencional plantean desafíos en la detección efectiva de la enfermedad, existe pues la necesidad urgente de mejorar los métodos de diagnóstico para la enfermedad, lo que sugiere un enfoque en biomarcadores más sensibles y específicos, es evidente el papel crucial de las proteínas en diversos procesos biológicos, incluida la señalización celular y la respuesta inmune, se sugiere que las proteínas podrían servir como biomarcadores prometedores para la detección de antígenos y anticuerpos asociados con la giardiasis, el potencial de las proteínas como posibles candidatos a vacunas contra *Giardia intestinalis*, lo que sugiere un enfoque terapéutico adicional para la enfermedad.(Cai et al., 2021)

Es indispensable realizar una descripción de algunas características particulares del parásito como la evolución y diversificación de los compartimentos de endomembrana entre linajes eucariotas, subrayando la importancia de estas adaptaciones en la absorción de nutrientes y otros materiales desde el entorno extracelular hacia la célula, *Giardia lamblia* ha evolucionado una vía endocítica única en respuesta a su entorno intestinal parasitario, esta vía, que implica la formación de vesículas periféricas, es crucial para la absorción de nutrientes en fase fluida y unida a membrana, el parásito *Giardia* ha experimentado una reducción en la diversidad de orgánulos subcelulares en comparación con otros eucariotas que incluye la ausencia de peroxisomas, endosomas tardíos y un complejo de Golgi apilado permanente, la función de los orgánulos PV en *Giardia lamblia*, es la absorción de nutrientes y materiales del entorno intestinal del huésped. También es necesario indicar la ahora conocida evolución de la cadena ligera de clatrina (GLCLC), una proteína específica de *Giardia*, realizada de manera independiente como un análogo estructural de la cadena ligera de clatrina después de la pérdida de un

ortólogo de clatrina mayoritariamente conservado en el último ancestro común de Fornicata; en general, las adaptaciones específicas de *Giardia lamblia* como parásito intestinal, se realizan por medio de su sistema endocítico único en su biología y patogénesis.

Giardia lamblia atrajo la atención de Leeuwenhoek en 1681, pero su papel como patógeno humano no fue plenamente reconocido hasta la década de 1960, cuando se observaron brotes asociados con la infección por *Giardia*, esto resalta la importancia de la investigación continua y el desarrollo tecnológico en la comprensión y el control de las enfermedades parasitarias, como el cultivo in vitro y las bases de datos genómicas y proteómicas, que han permitido una mejor comprensión de *Giardia* como un organismo eucariota con un genoma reducido, se han revelado características únicas de *Giardia*, como los mitosomas y un sistema de transporte similar al aparato de Golgi, así como evidencia de un ciclo sexual o parasexual, *Giardia* sobrevive con dos núcleos y su ciclo de vida como organismo no invasivo en el intestino del huésped. El ciclo de vida de *G. duodenalis* implica dos etapas: el trofozoíto y el quiste, durante la fase trofozoíto, el parásito se reproduce en el intestino delgado del huésped, usando sus flagelos para moverse y el disco ventral para adherirse a la pared intestinal y obtener nutrientes, luego, en la fase de quiste, el parásito se encapsula, volviéndose resistente ambientalmente y capaz de transmitirse al siguiente huésped a través de la vía fecal-oral.(Edward & Shaban, 2025)

Clasificación de *Giardia* como organismo eucariota

Giardia se clasifica como un organismo eucariota, lo que significa que sus células contienen un núcleo definido y otros orgánulos membranosos, sin embargo, a diferencia de otros eucariotas, *Giardia* carece de mitocondrias y el aparato de Golgi, lo que inicialmente llevó a la creencia de que podrían representar una forma primitiva de eucariotas, la secuenciación del genoma reveló que posee genes para muchos orgánulos que se pensaba que le faltaban, lo que sugiere una reducción secundaria en lugar de ser primitivo en su estructura, se identificaron restos mitocondriales llamados mitosomas; aunque probablemente divergió temprano en la evolución, parece haber adquirido y luego perdido algunos orgánulos a lo largo del tiempo.

Las especies de *Giardia* son protozoos anaeróbicos flagelados con simetría diádica y dos núcleos simétricos en los trofozoítos, originalmente, la clasificación se basaba en el huésped de origen, pero posteriormente se han utilizado técnicas más avanzadas como la microscopía electrónica y la caracterización molecular para diferenciar las especies, se identificaron tres especies principales de *Giardia*:

Giardia agilis, *Giardia muris* y *Giardia duodenalis* (también conocida como *Giardia intestinalis* o *Giardia lamblia*), que se encuentran en diferentes huéspedes; *G. duodenalis* ha sido subdividida en diferentes subgrupos o genotipos, como *Giardia psittaci*, *Giardia microti* y *Giardia ardeae*, basados en diferencias morfológicas observadas por microscopía electrónica y análisis de ADN, en efecto *Giardia* es un organismo eucariota que ha experimentado una evolución única, con características que lo distinguen de otros eucariotas y una clasificación detallada basada en su huésped de origen y características morfológicas y genéticas, se puede afirmar que existe variabilidad genética y diversidad de especies dentro del parásito *Giardia duodenalis*, específicamente en relación con sus diferentes genotipos y su especificidad de huéspedes, incluso después de excluir organismos con diferencias morfológicas observables a simple vista, existe una variabilidad sustancial a nivel de secuencia de ADN en los aislados de *G. duodenalis*, esto significa que, aunque los organismos pueden parecer similares externamente, sus secuencias de ADN pueden ser diferentes, lo que sugiere una diversidad genética significativa. (Roshidi & Arifin, 2022)

El primer reconocimiento de diferencias entre los aislados de *G. duodenalis* de humanos ocurrió en la década de 1980, En esa época, se utilizaron técnicas como el análisis de isoenzimas, patrones de antígenos de superficie y polimorfismo de longitud de fragmentos de restricción (RFLP) para demostrar diferencias entre los aislados, estas diferencias iniciales llevaron a la propuesta de que podrían representar diferentes especies, a medida que avanzó la investigación, se refinaron las diferencias utilizando secuenciación de genes constitutivos lo que permitió la división de los diferentes grupos en conjuntos o genotipos, designados de A a H, a pesar de pertenecer al mismo lado filogenético, los genotipos C y D son tan distintos entre sí como lo son los genotipos A y B, esto resalta la diversidad genética y la complejidad de las relaciones filogenéticas dentro de este parásito.

En definitiva, estas características han revelado una amplia variabilidad genética, lo que ha llevado a la identificación de múltiples genotipos y una comprensión más profunda de su diversidad y especificidad de hospedadores, tiene por lo tanto implicaciones importantes para la epidemiología, diagnóstico y control de la giardiasis, una enfermedad gastrointestinal frecuente. Es necesario abordar la complejidad taxonómica y filogenética de *Giardia duodenalis*, comencemos señalando que existen ocho genotipos de *G. duodenalis*, y todos se encuentran en mamíferos, esto indica una amplia distribución del parásito en diferentes especies de animales, los genotipos A y B son comunes en humanos, pero también se encuentran en otros mamíferos, sin embargo, se destaca que el genotipo AI se encuentra principalmente en animales y se considera zoonótico, mientras que el genotipo All se observa principalmente en humanos, esto sugiere cierta

especificidad de hospedadores para estos genotipos, de igual forma el genotipo A1 es altamente homogéneo, con pocas diferencias de secuencia entre los aislados, en tanto que el genotipo A11 muestra diferencias biológicas y se asocia principalmente con humanos lo que sugiere una adaptación biológica específica a los diferentes hospedadores, existe variación en la nomenclatura utilizada para el parásito, con nombres como *Giardia lamblia*, *Giardia intestinalis* y *G. duodenalis* y la propuesta de asignar nombres de especies separados para los genotipos A y B, como *G. duodenalis* y *Giardia entérica*, respectivamente, sin embargo, se argumenta que esta distinción puede ser prematura y que se necesitaría una tipificación molecular que actualmente no está disponible para identificarlos a nivel de especie, hay que destacar el desafío desde el punto de vista clínico de asignar nombres de especies separados debido a la falta de métodos de tipificación molecular accesibles, hay la propuesta de utilizar un enfoque clonal o casi clonal para organismos como *Giardia*, lo que sugiere que la diferenciación en especies separadas puede ser prematura o innecesaria en este momento. (Adam, 2021)

Ciclo de vida

A continuación, el lector debe centrarse en las etapas del quiste, la ingesta-excitación, y el enquistamiento, además de los mecanismos moleculares involucrados en la enquistación, genómica y proteómica de *Giardia*. Quiste: constituye la etapa ambientalmente estable del ciclo de vida de *Giardia*, que permite la transmisión del parásito a través de las heces al medio ambiente, presenta la estructura de su pared quística compuesta por dos capas y la presencia de cuatro núcleos, el quiste tiene una tasa metabólica baja, lo que contribuye a su supervivencia prolongada en ambientes frescos y húmedos. Ingestión y excitación: la infección del huésped se inicia cuando los quistes son ingeridos y llegan al duodeno, donde ocurre la enquistación en respuesta a cambios en el pH y la exposición a la bilis, incluso aun en condiciones de pH neutro, es decir los cambios en el pH gástrico del huésped pueden influir en la susceptibilidad a la giardiasis. Enquistamiento: los trofozoítos se replican en el intestino delgado y algunos de ellos se diferencian en quistes, hay mecanismos de enquistamiento in vitro, incluyendo la inducción mediante sales biliares o un pH alcalino que han determinado esta importante fase del ciclo vital, existe formación de vesículas específicas de enquistación, la replicación cromosómica y la división nuclear que conducen a la formación de quistes maduros. Genómica y proteómica: actualmente se discuten los hallazgos relacionados con los intrones, los genes codificadores de proteínas y los pseudogenes, además, hoy en día se cuenta con avances en la identificación de ARN pequeños no codificantes en el genoma de *Giardia*, incluyendo microARN y siRNA endógeno. Es factible en este momento abordar dos aspectos importantes de la biología de *Giardia duodenalis*: la heterocigosidad alélica y la reproducción sexual, así como la proteómica y transcriptómica del parásito. Heterocigosidad alélica: existe un nivel extremadamente bajo de

heterocigosidad alélica en el genoma de *Giardia duodenalis*, en comparación con otros organismos, mientras que algunos genotipos de *Giardia* muestran niveles de heterocigosidad muy bajos (<0,01%), otros presentan niveles más altos, como el genotipo B (0,425%), sin embargo, la razón de estas diferencias no está clara, se plantea la pregunta de si esta heterocigosidad se observa a nivel unicelular, esto contrasta con los organismos que se reproducen sexualmente, donde el nivel de heterocigosidad alélica está limitado por la necesidad de apareamiento cromosómico durante la meiosis. Reproducción sexual en *Giardia*: se analiza si *Giardia* se reproduce sexualmente, ya que los niveles de heterocigosidad alélica observados están dentro del rango esperado en organismos sexuales, la evidencia de recombinación entre aislados, aunque los informes de recombinación entre los genotipos A y B no han sido confirmados, sin embargo, recientemente se ha sugerido una recombinación entre los genotipos A y E. Proteómica y Transcriptómica: se evidencia la rareza de los intrones en el genoma de *Giardia*, lo que facilita la generación de secuencias de aminoácidos directamente a partir del genoma, se discute la disponibilidad de patrones de transcripción para diferentes condiciones y se destaca la generación de modelos estructurales de proteínas utilizando software de aprendizaje automático, esto ha permitido explorar vías metabólicas y procesos biológicos en *Giardia*, como la resistencia a los nitroimidazoles. De lo anteriormente expuesto se puede destacar, la heterocigosidad alélica, la posible reproducción sexual y los avances en la proteómica y transcriptómica del parásito, estos conocimientos son fundamentales para comprender la biología y patogenicidad de este importante patógeno intestinal. (Kalas et al., 2021)

A continuación, se proporciona una visión de la biología celular de *Giardia duodenalis*, enfocándose en su citoesqueleto, estructura, motilidad y adhesión del trofozoíto, así como en la identificación y función de la actina y la proteína corporal mediana (MBP). Citoesqueleto y estructura del trofozoíto: los trofozoítos de *G. duodenalis* tienen forma de pera, con cuatro pares de flagelos y un lado ventral cóncavo rodeado por la cresta lateral y un reborde que facilita la adhesión al epitelio intestinal, la superficie dorsal es convexa y alberga dos núcleos simétricamente ubicados, el citoesqueleto del parásito incluye el disco ventral, el cuerpo mediano y los ocho flagelos con sus cuerpos basales. Disco ventral y cuerpo mediano: el disco ventral, compuesto por una espiral de microtúbulos y láminas asociadas llamadas microcintas, añade estructura rígida a la concavidad del disco, el que puede contraerse durante la inserción y utilizar la cresta lateral para generar unión inicial y resistir fuerzas de corte, el cuerpo mediano, exclusivo de *Giardia*, tiene funciones aún desconocidas, pero se ha propuesto que podría servir como reservorio de subunidades de tubulina durante la citocinesis o desempeñar un papel en el desprendimiento. Flagelos y motilidad: los flagelos tienen la

organización de microtúbulos convencionales de 9 + 2 y proporcionan motilidad a los trofozoítos, se discute su papel en la unión al epitelio intestinal, con modelos que sugieren que los flagelos ventrales generan una fuerza hidrodinámica para la succión del disco ventral. Actina y proteínas asociadas: se ha identificado una única actina altamente divergente en el genoma de *Giardia*, pero aún no se han identificado proteínas de unión a actina eucarióticas canónicas, sin embargo, se ha demostrado la interacción de la proteína fosfoserina fosfotreonina 14-3-3 asociada a actina eucariota con la actina en *G. duodenalis*, aunque su papel específico aún no está claro, en este contexto hay que estudiar detalladamente la compleja estructura y función del citoesqueleto de *Giardia duodenalis*, incluyendo el papel crucial del disco ventral, los flagelos y el cuerpo mediano en su motilidad y adhesión al epitelio intestinal, la identificación de la actina y las proteínas asociadas, aunque su función precisa requiere más investigación. (Saleh et al., 2023)

En lo que respecta a la Citocinesis: entendemos que es un proceso complejo en el que el organismo debe replicarse y segregarse en dos trofozoítos hijos mientras permanece adherido a la pared intestinal, este proceso implica una fisión binaria en un plano longitudinal, donde el disco ventral se replica y los discos hijos se forman en el lado dorsal anterior del trofozoíto, seguido de una división a lo largo del plano longitudinal, durante la replicación de los flagelos, se observa una replicación semiconservadora en la que cada célula hija recibe un flagelo parental junto con un flagelo recién sintetizado, la actina y la miosina, comunes en la citocinesis de eucariotas, tienen un papel mínimo y aún no comprendido en *Giardia*, se ha propuesto un modelo independiente de la miosina, donde la actina posiciona el citoesqueleto de los microtúbulos y trabaja en cooperación con Rab11 para permitir que progrese el surco de división, mientras que la propulsión flagelar ayuda a completar el proceso. Estructura, replicación nuclear y cromosómica: la organización cromosómica muestra diferencias significativas con los eucariotas canónicos, inicialmente se identificaron cinco cromosomas distintos con hasta cuatro variantes de tamaño para los cromosomas individuales, más tarde, se determinó que estas variantes de tamaño eran el resultado de la variación en las regiones repetidas en las regiones subteloméricas, algunas de las cuales consistían en ADN ribosómico (ADNr), esta organización cromosómica ha sido confirmada mediante técnicas como el mapeo óptico y métodos citogenéticos. (Michaels et al., 2022)

La citocinesis en *Giardia* es un proceso complejo que implica la replicación y segregación de los trofozoítos mientras permanecen adheridos a la pared intestinal, el disco ventral y los flagelos juegan un papel crucial en este proceso, aunque la actina y la miosina tienen un papel mínimo y aún no comprendido, por otro lado, la estructura cromosómica de *Giardia* muestra diferencias significativas con los

eucariotas canónicos, con cinco cromosomas distintos que exhiben variantes de tamaño debido a la variación en las regiones subteloméricas. Del mismo modo la comprensión de la tetraploidía y ciclo celular es fundamental al estudiar el parásito, en efecto este fenómeno se confirma mediante citometría de flujo, donde se encontró que los trofozoítos pasan la mayor parte del tiempo en la fase G2 durante el cultivo in vitro, esto significa que en la fase G1, los trofozoítos normalmente tienen una ploidía de cuatro, con dos núcleos diploides idénticos en la mayoría de los aspectos, sin embargo, se ha documentado un pequeño grado de aneuploidía, como en el caso del aislado WB y una línea clonada de WB llamada WBC6, los cromosomas de *Giardia* son altamente compactados y poseen fibrillas de 10 nm, fibrillas de 30 nm y cromómeros, durante la replicación, la mitosis es semiabierta y el centrómero se identifica por la presencia de una variante de histona cenH3, aunque se ha sugerido una replicación semiconservativa de los núcleos, la evidencia respalda un modelo de replicación de imagen especular. *Giardia* posee un sistema de reparación del ADN en el que la recombinasa DMC1B funciona como Rad51 y Rad52 también juega un papel en la reparación del ADN, las diferencias dramáticas en el nivel de heterocigosidad de la secuencia alélica entre genotipos plantean la pregunta de si estos organismos difieren significativamente en la eficiencia de sus sistemas de reparación del ADN. En lo referente a transcripción y traducción en *Giardia*, se han identificado genes para ARN polimerasas I, II y III de eucariotas, pero algunas subunidades específicas no han sido identificadas, aunque el empalme de ARN es relativamente raro, se ha identificado un espliceosoma, la traducción en *Giardia* también muestra diferencias con los eucariotas, como la resistencia a la amanitina y la presencia de regiones no traducidas 5' muy cortas. (Amann et al., 2020)

En pocas palabras se puede colegir que *Giardia duodenalis* exhibe una tetraploidía confirmada, con la mayor parte del tiempo durante el cultivo in vitro en la fase G2 del ciclo celular, la replicación de los núcleos muestra un modelo de replicación de imagen especular, y el sistema de reparación del ADN y los procesos de transcripción y traducción presentan particularidades en comparación con los eucariotas convencionales, estas características peculiares proporcionan una visión única de la biología de *Giardia* y sus adaptaciones evolutivas. Al profundizar más en el tema nos encontramos con los mitosomas y peroxisomas; en organismos eucariotas aeróbicos, el ATP se produce en mitocondrias mediante fosforilación oxidativa, sin embargo, en protozoos anaeróbicos como *Tritrichomonas fetus* y *Tritrichomonas vaginalis*, se genera ATP en un orgánulo llamado hidrogenosoma, en contraste, los trofozoítos de *Giardia* tienen un orgánulo aún más primitivo llamado mitosoma, que contiene grupos de hierro-azufre y desempeña un papel esencial en el ensamblaje de proteínas con Fe-S, aunque no produce ATP y su replicación está ligada a la mitosis, respecto a los peroxisomas, aunque durante

mucho tiempo se creyó que *Giardia* no los tenía, la evidencia reciente sugiere la presencia de una forma rudimentaria de este orgánulo, con la presencia de proteínas características como ACSL-4 y PEX-4, la biosíntesis y metabolismo energético y dada su naturaleza de parásito obligado y su minimización genómica, *Giardia duodenalis* muestra vías biosintéticas y de producción de energía limitadas, su metabolismo es anaeróbico y carece de fosforilación oxidativa mediada por citocromo, la glucosa es su principal fuente de energía, metabolizándose en concentraciones variables de acetato, etanol, alanina y CO₂, dependiendo de la concentración de oxígeno disponible, además, *Giardia* depende en gran medida de los aminoácidos adquiridos del huésped, utilizando la vía de la arginina deiminasa como una importante fuente de energía, la recuperación de purinas y pirimidinas también es esencial para su metabolismo. (Ihara et al., 2022)

En lo que respecta al sistema de transporte de endomembrana se puede observar que aunque durante mucho tiempo se pensó que *Giardia* carecía de aparato de Golgi, investigaciones recientes sugieren que el retículo endoplásmico (RE) cumple muchas de sus funciones, los miembros del complejo COPII están ubicados en sitios específicos del ER donde se transporta la proteína CWP1, mientras que los receptores KDEL eucarióticos funcionan en el transporte de proteínas en la unión del aparato de Golgi-RE, la endocitosis y exocitosis en *Giardia* se llevan a cabo mediante vesículas periféricas y proteínas de superficie específicas de variante, respectivamente. Proteínas de Membrana y Superficie: son cruciales para la evasión inmunitaria y desempeñan un papel importante en la adaptación a diferentes huéspedes, aunque su función biológica precisa aún no está completamente comprendida, el hecho de que una parte significativa del genoma de *Giardia* esté dedicada a los genes vsp sugiere su importancia en la biología del parásito.

Mecanismo de Variación Antigénica de los Genes

Existe un mecanismo de variación antigénica de los genes vsp en *Giardia*, se señala que, aunque se han realizado varios estudios sobre este mecanismo, aún no se comprende completamente, se estima que la variación antigénica ocurre rápidamente, cada 6 a 13 generaciones, lo que sugiere un posible mecanismo epigenético, en contraste con otros parásitos como los tripanosomas africanos, donde las alteraciones y reordenamientos de secuencias de ADN están asociados con la variación antigénica, en *Giardia* no se ha encontrado evidencia de que esto ocurra, se mencionan estudios específicos sobre la variación antigénica del gen vspA6, que indica la pérdida de la versión expresada en variantes, posiblemente debido a la pérdida del alelo expresado o incluso del cromosoma que lo contiene o analizan el control de la variación antigénica para el gen vspH7, sugiriendo que la acetilación de lisina y la interferencia de ARN (ARNi) que pueden desempeñar un papel importante en el control de la expresión de los genes vsp, se demostró que la expresión de vspH7 nativo y marcado con HA eran independientes entre sí, lo

que sugiere una expresión específica del alelo, además, se observó acetilación de lisina asociada con la expresión, lo que respalda nuevamente un posible mecanismo epigenético. También es útil mencionar, la evidencia del papel de la ARNi en el control de la expresión de los genes vsp, se ha observado que los organismos que expresan un solo vsp tienen una transcripción estable, mientras que otros genes vsp se transcriben pero no se estabilizan, esto se correlaciona con la presencia de ARN pequeños consistentes con un proceso de ARNi que impide su expresión, experimentos de interrupción de la vía de ARNi resultaron en la expresión simultánea de múltiples genes vsp, la presencia de proteínas de membrana con alto contenido de cisteína (HCMP) que además de los genes vsp, que no sufren variación antigénica, se señala que algunas de estas proteínas están reguladas positivamente durante la enquistación, el número estimado de genes HCMP se basa en un ensamblaje genómico más completo del aislado WB, estas proteínas se localizan en los núcleos de los trofozoítos y se transportan durante la enquistación por vesículas específicas; finalmente abordaremos a Giardiavirus un virus de ARN bicatenario encontrado en trofozoítos de Giardia de los genotipos A y B, se señala que los trofozoítos infectados no parecen diferir en aptitud o virulencia de los no infectados, también se identificó un microARN (miARN) codificado por el gen RdRp que puede limitar el número de copias virales.(Tenaglia et al., 2023)

Análisis de la Epidemiología de Giardiasis

A continuación, una visión detallada de la epidemiología, destacando su distribución geográfica variada y los diferentes patrones epidemiológicos observados en diversas regiones del mundo. La distribución de *G. duodenalis* es global, pero la prevalencia y la epidemiología varían significativamente según la región, los quistes de Giardia sobreviven más tiempo en áreas frescas y húmedas, lo que contribuye a una mayor transmisión en climas templados, en climas templados, como las regiones de baja prevalencia, la giardiasis se observa principalmente en forma de brotes sintomáticos transmitidos por el agua, se han documentado importantes brotes de giardiasis transmitidos por agua en varias regiones del mundo, incluyendo Europa y América del Norte, en los Estados Unidos, la giardiasis está relacionada con brotes asociados con la exposición al agua potable o recreativa, aunque también se han documentado brotes transmitidos por alimentos, los factores de riesgo incluyen, áreas tropicales y subtropicales, especialmente en comunidades de bajos ingresos donde la enfermedad tiende a ser subclínica, contacto fecal directo e indirecto, viajes internacionales, contacto sexual entre hombres, exposición a guarderías, natación o beber de cuerpos de agua naturales, afecciones gastrointestinales crónicas y uso de antibióticos, aunque inicialmente se creía que la exposición a animales era un factor de riesgo, estudios recientes sugieren que su papel es limitado y aún controvertido, en lo que respecta a genotipos de *G. duodenalis* se han realizado estudios sobre la importancia relativa de los genotipos A y B, pero aún no está claro si hay diferencias significativas en la

epidemiología, sin embargo, hay evidencia creciente de que el genotipo AI está asociado principalmente con infecciones zoonóticas; en definitiva es necesario abordar los diferentes aspectos de la epidemiología de la giardiasis, destacando la variabilidad geográfica en la distribución y los factores de riesgo asociados con la transmisión de la enfermedad.(Coffey et al., 2021)

Análisis de la Patogénesis de Giardiasis

Es imprescindible conocer los mecanismos de patogénesis de *Giardia duodenalis*, destacando su capacidad para producir una amplia gama de presentaciones clínicas y los avances en la comprensión de estos mecanismos en los últimos tiempos; *G. duodenalis* produce una variedad de manifestaciones clínicas, que van desde diarrea crónica con pérdida de peso hasta infecciones asintomáticas y complicaciones posinfecciosas como el síndrome del intestino irritable y fatiga crónica, estas presentaciones pueden ser el resultado de diferencias entre el huésped, el parásito y la microbiota, lo que dificulta dilucidar los mecanismos subyacentes, los trofozoítos se adhieren firmemente a la mucosa del intestino delgado, lo que puede influir en la patogénesis, aunque se ha planteado la posibilidad de una patogénesis directa por unión mecánica, no hay evidencia que respalde esta hipótesis, la patogénesis del parásito implica una combinación de proteasas secretadas y otros factores, así como la respuesta inmune del huésped y su interacción con la microbiota intestinal, aunque no se observan cambios inflamatorios obvios en biopsias de pacientes sintomáticos, se han detectado trofozoítos en muestras de biopsia, lo que plantea interrogantes sobre la patogénesis, las cisteína proteasas, junto con otros productos secretados por *Giardia*, desempeñan un papel importante, estas proteasas pueden interferir con la unión estrecha intestinal y afectar la capa de moco intestinal, agotando la reserva normal de moco y aumentando la translocación bacteriana, otros productos secretados por *Giardia*, como las tenascinas, también pueden desempeñar un papel en la virulencia, aunque aún se necesitan más estudios para comprender completamente su función, pero es bien conocido el fenómeno de consumo de Arginina debido a que *Giardia* reduce la producción de óxido nítrico y la proliferación de células epiteliales intestinales al consumir arginina, un aminoácido esencial, la arginina deiminasa de *Giardia* se secreta tras la interacción con las células epiteliales intestinales y agota la arginina, lo que afecta la respuesta inmune al parásito; en efecto se pueden observar los múltiples mecanismos involucrados en la patogénesis de *Giardia duodenalis*, incluida la interacción con el huésped, la microbiota intestinal y la producción de proteasas y sustancias secretadas, estos mecanismos contribuyen a la variedad de presentaciones clínicas observadas en la giardiasis y continúan siendo objeto de investigación activa.(Adam, 2021)

Análisis de la Respuesta Inmune en la Giardiasis

Se proporciona una visión detallada de la respuesta inmune en las infecciones por *Giardia*, destacando la complejidad de la interacción entre el parásito, el huésped y la microbiota intestinal. El papel de los anticuerpos e inmunoglobulinas es cuestionado debido a la complejidad de la respuesta inmune, la respuesta de IgA parece desempeñar un papel importante, ya que se observa una rápida respuesta de IgA en humanos infectados dirigida contra porciones semiconservadas de las proteínas de superficie de *Giardia*, las proteínas de superficie de *Giardia* (VSP) muestran variación antigénica, lo que plantea la cuestión de si esta variación permite evitar la respuesta inmune del huésped, la variación antigénica parece estar relacionada con la supervivencia del parásito en el huésped, y múltiples estudios respaldan este papel, las células TH17 y la citocina IL-17A desempeñan un papel importante en la respuesta inmune a la infección por *Giardia*, facilitando la respuesta de IgA y regulando la infección, se ha demostrado que la IL-17RA es esencial para la respuesta inmune efectiva y la regulación de la IgA local, los mastocitos y los macrófagos se reclutan en el intestino después de la infección por *Giardia*, desempeñando un papel en el control de la infección y la respuesta inflamatoria, la infección por *Giardia* afecta la composición de la microbiota intestinal, lo que puede tener consecuencias en la respuesta inmune y la patogénesis de la enfermedad, los estudios en modelos animales y humanos sugieren una compleja interacción entre *Giardia*, la microbiota intestinal y la respuesta inmune del huésped, se destaca la importancia de comprender el papel de la microbiota intestinal en la inmunidad y la enfermedad, con implicaciones para trastornos como la desnutrición y enfermedades metabólicas. En resumen, se destaca la complejidad de los mecanismos involucrados y la interacción entre el parásito, el huésped y la microbiota intestinal, estos hallazgos tienen importantes implicaciones para el desarrollo de estrategias terapéuticas y preventivas contra la giardiasis y otras enfermedades parasitarias intestinales.(Abo-Zaid & Hamdi, 2022)

Análisis de las Manifestaciones Clínicas y Secuelas

La giardiasis se caracteriza por un inicio subagudo de diarrea, generalmente 1 a 2 semanas después de la exposición al parásito, los síntomas típicos incluyen heces blandas y grasosas, flatulencia y pérdida de peso, la fiebre y otros síntomas sistémicos son poco comunes, en regiones donde la giardiasis es endémica, la mayoría de las infecciones son subclínicas, especialmente en niños, quienes pueden no presentar diarrea, algunos estudios sugieren una falta de correlación entre la infección por *Giardia* y la diarrea o el retraso en el crecimiento, e incluso sugieren un efecto protector de *Giardia*, aunque la diarrea puede estar ausente, la infección se asocia con desnutrición y retraso en el crecimiento en algunos casos, especialmente en niños. El síndrome del intestino irritable (SII) posinfeccioso es común, con estudios que sugieren una asociación significativa entre la infección por *Giardia* y el desarrollo de SII, otros posibles efectos a largo plazo incluyen el

síndrome de fatiga crónica (SFC) y el dolor articular posinfeccioso, aunque se necesitan más investigaciones para confirmar estas asociaciones, se ha observado una mayor incidencia de SII y SFC incluso años después de la exposición inicial a *Giardia*, lo que sugiere que la giardiasis sintomática puede conllevar un riesgo significativo de secuelas a largo plazo, el diagnóstico de giardiasis se basa principalmente en la microscopía de muestras fecales para detectar trofozoítos y quistes del parásito, se pueden utilizar pruebas inmunológicas de detección de antígenos fecales y pruebas de detección de ácidos nucleicos, como la PCR, para mejorar la sensibilidad y especificidad del diagnóstico, en casos de pacientes con síntomas persistentes y pruebas negativas, se pueden requerir múltiples muestras fecales o pruebas moleculares más sensibles para confirmar la infección, en conclusión la complejidad de las manifestaciones clínicas y las posibles secuelas a largo plazo asociadas con la giardiasis y la comprensión de estas implicaciones clínicas es crucial para el diagnóstico y manejo efectivo de la enfermedad, especialmente en áreas endémicas donde la infección es común.(Mahdavi et al., 2022)

Desafíos en el Tratamiento

Dado que la infección por *Giardia* puede presentarse con una variedad de manifestaciones clínicas, desde asintomática hasta diarrea prolongada con desnutrición, surge un desafío clínico para determinar quién debe recibir tratamiento, en entornos altamente endémicos, tratar la giardiasis en personas asintomáticas puede no ser beneficioso debido a las altas tasas de reinfección y los posibles efectos a largo plazo de los antibióticos sobre la resistencia antimicrobiana y la microbiota, la quinacrina fue el primer fármaco utilizado comúnmente para tratar la giardiasis, pero su uso ha disminuido debido a sus efectos secundarios significativos y la dificultad para completar el régimen de tratamiento, el metronidazol, un 5-nitroimidazol, se ha convertido en el fármaco de elección para tratar la giardiasis, aunque nunca ha sido aprobado por la FDA para esta indicación, se ha demostrado su eficacia en numerosos estudios clínicos, la dosis recomendada en neonatos y menores de un año es de 15 mg/kg/día cada 8 h por un lapso de 5-7 días con una dosis máxima al día de 500 mg; pacientes de 2 a 5 años 250 mg/día; 5 a 10 años 375 mg QD; 10 a 15 años 500 mg QD por vía oral La duración del tratamiento es de 5-10 días. En caso de recidivas se debe repetir el tratamiento con un intervalo de 8 días, con dosis 40-50 mg/kg/día, repartidos cada 8 h por un lapso de 10 días, otra alternativa farmacológica es la utilización de nitaxozanida.

El tinidazol y el secnidazol, derivados del metronidazol, también han demostrado ser eficaces y pueden considerarse como alternativas al metronidazol. Los benzimidazoles, como el albendazol y el mebendazol, han mostrado eficacia en el tratamiento de la giardiasis, sin embargo, el albendazol es embriotóxico en animales y debe evitarse durante el embarazo, el tinidazol puede ser más eficaz que

el metronidazol o el albendazol según algunos estudios, lo que lo convierte en una opción potencialmente preferida, la absorción oral del albendazol es baja, pero se ha demostrado una eficacia excelente cuando se administra en un ciclo de cinco días, sin embargo, debe evitarse durante el embarazo debido a su potencial embriotóxico.(Mørch & Hanevik, 2020)

Prevención: Estrategias y Medidas Eficaces

La transmisión de la Giardiasis intestinal, ocurre principalmente a través de la ingesta de agua o alimentos contaminados con quistes del parásito, así como por contacto directo con una persona infectada, esta enfermedad es particularmente prevalente en áreas con condiciones sanitarias deficientes y representa un problema significativo de salud pública a nivel global, en este segmento, se abordarán las principales estrategias y medidas de prevención para controlar la propagación de la enfermedad. Los principales factores de riesgo incluyen la falta de acceso a agua potable, saneamiento deficiente, prácticas higiénicas inadecuadas y hacinamiento, para implementar medidas preventivas eficaces, es crucial comprender los mecanismos de transmisión, el parásito se propaga principalmente a través de:

1. Agua Contaminada: La ingestión de agua contaminada con quistes de Giardia es una de las principales vías de infección, esto incluye agua de ríos, lagos y otras fuentes naturales.
2. Alimentos Contaminados: El consumo de alimentos contaminados por quistes, especialmente frutas y verduras crudas lavadas con agua contaminada.
3. Transmisión Persona a Persona: El contacto directo con una persona infectada, incluyendo la transmisión fecal-oral en guarderías, instituciones de cuidado y entre miembros de una misma familia.
4. Fómites: Objetos contaminados, como juguetes, utensilios y superficies.

Medidas de Prevención

Se basa en una combinación de intervenciones a nivel individual, comunitario e institucional, con un enfoque en la mejora de las condiciones sanitarias y la promoción de prácticas higiénicas adecuadas.

1. Mejora del Saneamiento y Acceso a Agua Potable

Implementar sistemas de tratamiento de agua que incluyan filtración, cloración y otros métodos para eliminar los quistes de Giardia, en áreas rurales o en situaciones de emergencia, el uso de filtros portátiles y tabletas de desinfección puede ser una solución práctica. Promover la construcción y el mantenimiento de instalaciones sanitarias adecuadas, como letrinas y sistemas de alcantarillado, para prevenir la contaminación fecal del agua y del suelo.

2. Higiene Personal y Comunitaria

Fomentar el lavado de manos con agua y jabón, especialmente antes de comer, después de usar el baño y después de cambiar pañales, las campañas de educación sanitaria pueden ayudar a inculcar estas prácticas. Asegurar la correcta higiene en la preparación y manipulación de alimentos, incluyendo el lavado y la cocción adecuada de frutas y verduras, evitar el consumo de alimentos crudos de origen desconocido o dudoso. Realizar programas de educación sanitaria que informen a la población sobre las vías de transmisión de la giardiasis y las medidas preventivas necesarias, la educación debe dirigirse tanto a adultos como a niños.(Hommes et al., 2024)

3. Control y Tratamiento de Casos

Promover el diagnóstico temprano y el tratamiento adecuado de los casos de giardiasis para reducir la transmisión, los tratamientos antiparasitarios efectivos, como el metronidazol y el tinidazol, deben estar disponibles y ser accesibles. Implementar sistemas de monitoreo y vigilancia para detectar brotes de giardiasis y responder rápidamente, las autoridades sanitarias deben llevar un registro de los casos y trabajar en la identificación y mitigación de fuentes de contaminación. Como se puede colegir, la prevención de la giardiasis intestinal requiere un enfoque multifacético que integre mejoras en el saneamiento, acceso a agua potable segura, promoción de prácticas higiénicas y educación sanitaria, la cooperación entre individuos, comunidades y autoridades sanitarias es esencial para reducir la carga de esta enfermedad y mejorar la salud pública, con una implementación efectiva de estas estrategias preventivas, es posible disminuir significativamente la incidencia de giardiasis y sus impactos asociados, contribuyendo así a comunidades más saludables y seguras.(Hommes et al., 2024)

BALANTIDIASIS

Balantidium coli es destacado como el protozoo más grande que infecta a humanos y el único ciliado conocido con esta capacidad, los protozoos ciliados son organismos unicelulares que se distinguen por la presencia de cilios, que son estructuras similares a pelos que les permiten moverse y alimentarse. Además de los humanos, *B. coli* puede infectar a primates no humanos, lo que sugiere una adaptabilidad a diferentes hospedadores dentro de la categoría de primates.(Ponce-Gordo & García-Rodríguez, 2021)

Prevalencia y Distribución

A pesar de la capacidad de *B. coli* para infectar a humanos y su potencial de distribución mundial, la incidencia de infecciones humanas es baja, esto indica que, aunque el parásito tiene la capacidad de establecerse en diversas regiones, existen factores limitantes que restringen su prevalencia en humanos. Las infecciones por *B. coli* ocurren predominantemente en regiones tropicales y subtropicales, estas áreas proporcionan un ambiente adecuado para la supervivencia y transmisión del

parásito, probablemente debido a factores como la temperatura, la humedad y las prácticas higiénicas.

Datos Epidemiológicos

Se han encontrado 18 informes de casos únicos de infecciones humanas por *B. coli* en la literatura inglesa desde 2001, esta escasa cantidad de casos reportados subraya la rareza de la infección en humanos, a pesar del potencial de distribución global del parásito. Este organismo tiene una relación estrecha con los cerdos, que actúan como reservorios primarios.

Morfología y Ciclo de Vida

Los trofozoítos tienen una coloración amarillo verdosa y pueden alcanzar tamaños de hasta 120 × 150 micrómetros, esta gran dimensión los hace fácilmente identificables bajo el microscopio. El enquistamiento ocurre en la luz intestinal o en las heces, ya sean humanas o porcinas, los quistes, que son grandes y redondos, son la forma infecciosa del parásito, estos quistes pueden ser transmitidos a través de alimentos o agua contaminados, perpetuando el ciclo de infección.(Kataria et al., 2024)

Epidemiología

B. coli tiene una distribución global, pero su prevalencia es mayor en regiones tropicales y subtropicales, la infección humana es rara en climas templados, además de los humanos, comúnmente infecta a primates, ratas y especialmente a cerdos que no suelen verse afectados negativamente por el parásito, lo que facilita su papel como reservorios. La Balantidiasis, es poco común, especialmente en áreas con buenas condiciones de higiene y saneamiento, en regiones tropicales, la infección es más frecuente debido a la estrecha convivencia con cerdos y a prácticas higiénicas menos rigurosas.(Giarratana et al., 2021)

Patogénesis y Clínica

En aproximadamente el 80% de los casos, *B. coli* vive como comensal en la luz del colon humano, sin causar síntomas, estos individuos actúan como portadores asintomáticos, pudiendo transmitir la infección a través de la excreción de quistes. Cuando el parásito se vuelve patógeno, puede atacar el epitelio intestinal, creando úlceras que resultan en diarrea sanguinolenta, similar a la disentería amebiana, los síntomas gastrointestinales asociados incluyen calambres, dolor abdominal, náuseas y mal aliento, la severidad de la Balantidiasis puede variar desde una colitis leve hasta una disentería grave y potencialmente mortal, similar a la amebiasis.

Tratamiento

El tratamiento generalmente se realiza con antibióticos, la tetraciclina se administra a una dosis de 500 mg cuatro veces al día durante 20 días, alternativamente, el metronidazol puede usarse a una dosis de 750 mg tres veces al día durante cinco días. Estos tratamientos son efectivos tanto en adultos como en niños mayores, y son fundamentales para eliminar el parásito y prevenir complicaciones severas.

En este contexto es factible resumir que este protozoo ciliado que, aunque es el más grande y el único de su tipo que infecta a humanos, rara vez causa enfermedad debido a las mejoras en las prácticas de higiene y saneamiento en muchas partes del mundo, sin embargo, en regiones tropicales y en contextos donde la convivencia con cerdos es estrecha, la Balantidiasis sigue siendo un problema de salud pública, el diagnóstico temprano y el tratamiento adecuado son esenciales para manejar esta infección y prevenir su propagación, además, la educación sobre prácticas higiénicas y el control de reservorios animales son cruciales para reducir la incidencia de esta enfermedad.(Basnuevo & Figares, 1956)

A propósito de un Caso Clínico: Infección por *Balantidium coli* en una Paciente con Linfoma no Hodgkin

Introducción

Una paciente de 58 años con antecedentes de linfoma no Hodgkin presenta un cuadro clínico notable de diarrea y dolor abdominal, a continuación, se describe el caso clínico en detalle, destacando los hallazgos clave y el diagnóstico final.

Historia Clínica

La paciente acudió al hospital quejándose de diarrea y dolor abdominal, sus antecedentes recientes incluyen episodios de diarrea acuosa, maloliente y sanguinolenta, con una frecuencia de diez veces al día, acompañada de dolor abdominal significativo.

Examen Físico

Se observó dolor abdominal leve a la palpación, hubo un aumento de los ruidos intestinales, sugiriendo una actividad intestinal elevada.

Resultados de Laboratorio

Los análisis de sangre de rutina revelaron los siguientes resultados: Hemoglobina (Hb): 9,6 g/dl; Hematocrito (Hto): 31,4%; Glóbulos Blancos: 9500mm³ (con 20% de granulocitos y 80% de linfocitos); Plaquetas: 250000mm³; Velocidad de Sedimentación Globular (VSG): 41 mm/h

Las pruebas bioquímicas mostraron: Fibrinógeno (Fbg): 84 mg/dl; Nitrógeno Ureico en Sangre (BUN): 42 mg/dl; Creatinina: 0,9 mg/dl; Proteína Total: 7,9 g/dl; Aspartato Aminotransferasa (AST): 32 U/L; Alanina Aminotransferasa (ALT): 34 U/L; Fosfatasa Alcalina (ALP): 235 U/L; Gamma-Glutamiltransferasa (GGT): 45 U/L; Lactato Deshidrogenasa (LDH): 344 U/L; Albúmina: 4,4 g/dl. Se realizaron pruebas imagenológicas como ecografía abdominal: no se detectaron anomalías y radiografía abdominal directa: no se observaron anomalías. En los estudios Microbiológicos, cultivos: no hubo crecimiento de patógenos en las muestras de heces ni en los hemocultivos, en examen parasitológico de heces se recolectaron y examinaron muestras utilizando métodos parasitológicos (nativo, lugol y flotación), los resultados revelaron la presencia de trofozoítos móviles con cilios, de aproximadamente 61 μm de largo y 37 μm de ancho, estos hallazgos fueron relacionados con *Balantidium coli*.

Diagnóstico

La paciente fue diagnosticada con balantidiasis, una infección del intestino grueso causada por el protozoo ciliado *Balantidium coli*, este diagnóstico es coherente con la presencia de trofozoítos móviles observados en las muestras de heces y el cuadro clínico presentado.

Discusión y Consideraciones Clínicas

Condición Subyacente: La paciente tiene linfoma no Hodgkin, una condición que puede comprometer el sistema inmunológico y hacerla más susceptible a infecciones oportunistas como la balantidiasis, en cuanto a la epidemiología y transmisión, *Balantidium coli* es un protozoo ciliado asociado con cerdos, pero también puede infectar a humanos, especialmente en regiones donde hay contacto cercano con estos animales o condiciones sanitarias deficientes, sin embargo, en este caso, la inmunosupresión de la paciente probablemente contribuyó a la infección al referirse a la Patogénesis, *B. coli* ataca el epitelio intestinal, creando úlceras y provocando síntomas que incluyen diarrea sanguinolenta y dolor abdominal, como se observó en esta paciente, aunque muchas infecciones pueden ser asintomáticas, la inmunodepresión puede exacerbar la severidad de los síntomas; en lo que respecta al tratamiento estándar para la balantidiasis incluye el uso de antibióticos como tetraciclina y metronidazol, dada la condición inmunocomprometida de la paciente, es crucial iniciar el tratamiento de manera oportuna para evitar complicaciones severas.

Conclusión

Este caso ilustra una presentación clínica de balantidiasis en una paciente con linfoma no Hodgkin, el diagnóstico se confirmó mediante la identificación de trofozoítos de *B. coli* en las heces, este caso subraya la importancia de considerar infecciones parasitarias en pacientes inmunocomprometidos con síntomas

gastrointestinales severos y de realizar un diagnóstico parasitológico adecuado para guiar el tratamiento eficaz.

Actividades

Actividad 1

Lluvia de Ideas Guiada (Trabajo en grupos pequeños)

Instrucción:

En grupos de 3-4 estudiantes, respondan en una cartulina digital (o pizarra) las siguientes preguntas:

¿Qué entiendes por “variación antigénica”?

- ¿Por qué sería útil para un parásito como Giardia?
- ¿Qué mecanismos conoces en otros parásitos?

Actividad 2

Realice una lectura colaborativa y elabore un mapa conceptual con el objetivo de comprender y organizar visualmente la información del mecanismo de variación antigénica.

Instrucción:

1. Divídanse en dos grupos:
 - Grupo A: Estudia el papel del epigenetismo (acetilación de lisina).
 - Grupo B: Estudia el papel de la expresión alélica y pérdida cromosómica.
2. Cada grupo debe elaborar un mapa conceptual destacando:
 - Elementos clave del mecanismo.
 - Comparación con otros parásitos (p. ej. tripanosomas).
 - Papel de los genes *vsp*, HCMP y ARN.

Actividad 3

Discusión dirigida: “La diarrea infecciosa por protozoarios: el caso de *Balantidium coli*” con el objetivo de comprender los aspectos clínicos y epidemiológicos de la balantidiasis y diferenciarla de otras causas de diarrea infecciosa protozoaria.

- Descripción:

El docente guiará una discusión en grupo donde los estudiantes analizarán un caso clínico simulado con síntomas de diarrea aguda. Se plantearán preguntas clave para guiar la identificación de la etiología, con énfasis en *Balantidium coli*.

Se contrastará con otros protozoarios como *Entamoeba histolytica* y *Giardia lamblia*.

- Recursos necesarios:
Caso clínico impreso o proyectado, pizarra, plumones.
- Modalidad:
Presencial / grupal (3 a 5 estudiantes por grupo).
- Evaluación:
Participación activa, pertinencia de los aportes y argumentación de las respuestas.
- Retroalimentación:
Al final de la discusión, se reforzarán los conceptos mediante una síntesis comparativa entre los principales protozoarios intestinales.

Actividad 4

Realice un mapa mental colaborativo sobre el “Ciclo de vida de *Balantidium coli*” con el objetivo de representar gráficamente el ciclo biológico de *Balantidium coli* y su implicancia en el diagnóstico y control de la infección.

- Descripción:
En grupos, los estudiantes elaborarán un mapa mental donde se incluya el hábitat del parásito, el modo de transmisión, las fases infectante y diagnóstica, y su relación con los síntomas clínicos.
- Recursos necesarios:
Hojas de papel bond o cartulina, plumones de colores, acceso a libros o artículos.
- Modalidad:
Presencial / trabajo grupal.
- Evaluación:
Claridad, creatividad, precisión del contenido, correcta secuencia del ciclo de vida.
- Retroalimentación:
Exhibición de los mapas y retroalimentación colectiva sobre aciertos y aspectos a mejorar.

Actividad 5

Realice un análisis comparativo de protozoarios intestinales con el objetivo de distinguir las características clínicas, morfológicas y epidemiológicas de *Balantidium coli* respecto a otros protozoarios intestinales.

- Descripción:
Los estudiantes trabajarán en parejas para llenar una tabla comparativa entre *Balantidium coli*, *Entamoeba histolytica* y *Giardia lamblia*, considerando aspectos como: forma infectante, reservorios, síntomas, formas de diagnóstico y prevención. Posteriormente, se debatirá en clase.
- Recursos necesarios:
Tabla impresa o proyectada, libros de texto, acceso a internet.
- Modalidad:
Presencial / trabajo en parejas.
- Evaluación:
Complejidad de la tabla y capacidad de argumentar diferencias clave.
- Retroalimentación:
Revisión conjunta con correcciones en plenaria.

Actividad 6

Realice una lectura crítica de artículo científico con el objetivo de desarrollar habilidades de comprensión y análisis crítico de literatura científica sobre balantidiasis.

- Descripción:
Se entrega a los estudiantes un artículo científico (caso clínico o revisión breve sobre *Balantidium coli*). Cada estudiante responde una guía de análisis con preguntas sobre el contexto, resultados, discusión y conclusiones del artículo.
- Recursos necesarios:
Artículo seleccionado, guía de análisis impresa o digital.
- Modalidad:
Individual / con discusión grupal posterior.
- Evaluación:
Precisión en las respuestas escritas y participación en la discusión.
- Retroalimentación:
El docente aclara conceptos erróneos y destaca buenas observaciones del grupo.

Actividad 9

Elabore un resumen esquemático colaborativo con el objetivo de sistematizar los aspectos clave de *Balantidium coli* en una hoja de estudio.

- Descripción:
Cada grupo elabora un resumen esquemático con: morfología, ciclo de vida, patogenia, manifestaciones clínicas, diagnóstico y prevención. Luego se socializan y el docente corrige en plenaria.
- Recursos necesarios:
Papel bond o herramientas digitales para esquemas.
- Modalidad:
Grupal (3 a 5 estudiantes por equipo).
- Evaluación:
Pertinencia de la información, estructura lógica y presentación.
- Retroalimentación:
El docente complementa el esquema con sugerencias y correcciones útiles.

Actividad 11

Entrevista simulada a un experto virtual con el objetivo de consolidar conocimientos mediante el diseño y realización de una entrevista simulada con un “parasitólogo experto” usando IA.

- Descripción:
Los estudiantes redactan una serie de preguntas sobre balantidiasis (morfología, ciclo, diagnóstico, tratamiento) y las introducen a un modelo de IA configurado como experto. Luego, deben analizar las respuestas, comparar con su bibliografía y discutir aciertos, omisiones o errores.
- Modalidad:
Grupal (3 a 5 estudiantes).
- Recursos necesarios:
Dispositivo con acceso a IA, guía de entrevista, textos de referencia.
- Evaluación:
Calidad de las preguntas, análisis crítico de las respuestas, profundidad de la discusión.

CAPITULO IV

TRICOCEFALOSIS, OXIURASIS Y ASCARIASIS

Generalidades

La tricocefalosis es una helmintiasis intestinal causada por el nematodo *Trichuris trichiura*, conocido comúnmente como el gusano látigo debido a su característica forma corporal, en efecto las infecciones por este parásito son altamente prevalentes en todo el mundo, con estimaciones de 465 millones de personas afectadas, gracias a los esfuerzos de control de infecciones, la prevalencia general entre 2005 y 2015 disminuyó en 2%. Las infestaciones por *T. trichiura* son más frecuentes en zonas cálidas y condiciones húmedas como regiones tropicales y subtropicales, aunque las zoonosis por otras spp *Trichiura*, como *Trichiura suis* en los cerdos y *Trichiura vulpis* en los perros generalmente causan infestaciones atenuadas y rara vez se desarrollan hasta la madurez sexual en humanos, sin embargo, en el caso de *Trichiura vulpis* se han registrado casos aislados de larva migrans viscerales en algunos pacientes. Herramientas de sistemas de información geográfica y sistemas de información sobre temperatura, humedad y densidad de población, permiten predecir regiones que son aptas para la transmisión y se han utilizado para estimar la distribución geográfica de *T. trichiura*. (X. Chen & Wang, 2025)

La transmisión requiere embrionación de huevos de *T. trichiura* en el medio ambiente y si bien los huevos pueden sobrevivir a temperaturas bajo cero, no embrionarán en condiciones de congelación o si las temperaturas superan los 37°C. En condiciones experimentales, los humanos pueden ser infestados con el tricocéfalo del cerdo *T. suis*, pero parecen establecerse sólo temporalmente, aunque un estudio encontró la maduración de *T. suis* fecunda, completamente desarrollada y gusanos adultos en un voluntario. De manera similar, *T. trichiura* puede ser implantada en cerdos, pero los parásitos no persisten en este anfitrión, además, los datos indican que la estructura taxonómica, poblacional y filogenética de *T. trichiura* es compleja, en conjunto, estos datos sugieren que *T. trichiura* no es una sola especie multihuésped sino una serie de linajes, algunos de los cuales pueden invadir a múltiples especies de mamíferos huéspedes. El riesgo de infestación por *T. trichiura* no es uniforme dentro de las poblaciones en áreas

endémicas, una pequeña proporción de individuos infestados normalmente <10% en poblaciones de alta prevalencia son generalmente niños de entre 2 y 15 años que albergan la mayoría de los gusanos adultos, mientras que los niños y adultos infestados restantes albergan pocos gusanos adultos, estas distribuciones agregadas de gusanos adultos que pueden sobrevivir de 1 a 8 años en el ser humano dentro de las comunidades en áreas endémicas, son un rasgo típico de los helmintos transmitidos por el suelo o geohelmintiasis.

Hay evidencia de algunos estudios epidemiológicos de una mayor susceptibilidad a la infestación por *T. trichiura* entre algunos grupos de individuos; por ejemplo, las personas previamente infestadas tienen más probabilidades de reinfestación, la susceptibilidad individual puede determinarse mediante una o más variables, ambientales, genéticas e inmunológicas, además, las personas con sobrepeso tienden a ser aquellas que vuelven a adquirir las mayores cargas parasitarias después del tratamiento. Un análisis de ligamiento en Nepal identificó dos loci de rasgos cuantitativos en los cromosomas 9 y 18 respectivamente, que se asociaron con mayor susceptibilidad a la infestación, aunque los genes contribuyentes en estos loci permanecen aún sin determinar, un estudio realizado en Brasil demostró que la susceptibilidad a la infección por *T. trichiura* se asociaba con polimorfismos en el factor de crecimiento transformante $\beta 1$ (TGF- $\beta 1$). Los huevos de *Trichuris* no sobreviven a la deshidratación y a los efectos de la luz solar, mueren a temperaturas superiores a 52° C o en su defecto a -9° C, de igual manera la acción de soluciones de glutaraldehído al 2% o hipoclorito de sodio al 1%, constituyen ovicidas efectivos.(Yamamoto & Kalepouris, 2020)

Biología del *Trichuris trichiura*

El *Trichuris trichiura* es un nematodo con una longitud que varía entre 30-50 mm en las hembras y 30-45 mm en los machos, presenta una morfología distintiva la parte anterior, delgada y larga, que representa aproximadamente tres cuartas partes de su longitud total, es delgada en forma de fusta o látigo por lo que le conoce también con el nombre de gusano látigo o tricocéfalo, y una parte posterior, más gruesa, donde se encuentran los órganos reproductivos, en la parte anterior se ubica el orificio bucal el cual carece de labios, presenta un esófago delgado pero musculoso en cuya parte terminal presenta la glándula basilar rodeado del esticosoma formado una hilera de células con características secretoras conocidas con el nombre de esticocitos, en el parásito macho su poción posterior se encuentra extremadamente enrollado y se puede apreciar la presencia de la espícula copulatrix. Los huevos son ovalados, de aproximadamente 50-54 micras de longitud, con una característica apariencia de barril o balón de fútbol americano debido a la presencia de tapones mucoides en ambos extremos.(Rivero et al., 2020)

Ciclo de vida

El tricocéfalo se caracteriza por poseer un ciclo de vida con cinco etapas bien diferenciadas a continuación descritas:

1. Ingestión de huevos embrionados, el ciclo comienza cuando los pacientes ingieren huevos infectantes, presentes en alimentos, agua o suelos contaminados.
2. Eclosión en el intestino delgado, los huevos ingeridos llegan al intestino delgado, donde las larvas eclosionan y penetran la mucosa intestinal.
3. Migración al intestino grueso, las larvas migran hacia el intestino grueso, donde se desarrollan hasta convertirse en adultos.
4. Fase adulta y oviposición, los gusanos adultos se fijan a la mucosa del ciego y colon, donde se alimentan de la sangre y tejidos del hospedador, las hembras comienzan a poner huevos no embrionados, que son excretados con las heces.
5. Desarrollo embrionario en el ambiente, en el ambiente, los huevos requieren aproximadamente 2-3 semanas bajo condiciones favorables como humedad y temperatura para convertirse en embrionados y ser infecciosos.(Ishizaki et al., 2022)

Epidemiología

La tricocefalosis afecta principalmente a niños en áreas con condiciones sanitarias deficientes, es común en regiones tropicales y subtropicales de Asia, África y América Latina, la transmisión es fecal-oral, y la contaminación de suelos y aguas con heces humanas infectadas es un factor clave en la diseminación de la enfermedad.

El estudio de momias bien conservadas ha revelado que el *Trichuris*, estaba presente en América Precolombina y Eurasia hace más de 2000 años, probablemente adquirido de un primate ancestral, a principios del siglo XX, la trichuriasis era prevalente en el Norte de Europa, en el Sureste Mexicano, las Islas del Caribe y África, la alta prevalencia de esta parasitosis se debe más a la pobreza, la falta de servicios sanitarios y el deterioro ambiental que a factores ecológicos, sin embargo, el clima también tiene un papel crucial, en las regiones áridas del Norte de México, la trichuriasis es poco común, con prevalencias que van desde el 0.4% por cada 100,000 habitantes en Durango hasta el 3.7% en Baja California, en contraste, las tasas son significativamente más altas en regiones como Campeche 363.4% y Tabasco 155.6%, el sol y la sequedad del desierto destruyen los huevecillos del parásito.

En cuanto a la distribución demográfica, el 60% de los casos clínicos se registran en menores de 14 años, con las tasas específicas más altas en niños de 1-4 años (86.2), seguidos por escolares de 4-5 años (58.1) y menores de un año (44.0), las mujeres presentan una tasa de infección de 48.0 comparado con 38.2 en varones; un estudio en Minatitlán, Veracruz, que incluyó a 224 personas de entre 4 y 12 años, mostró que los niños en colonias periféricas de asentamiento reciente tenían un mayor riesgo de infección (RM 1.55; IC 95% 0.99-2.44), además, los padres con una escolaridad menor a la secundaria aumentaban el riesgo (RM 1.33; IC 95% 1.02-1.74), la ausencia de agua potable en la vivienda, el consumo de agua de pozo sin hervir, pisos de tierra, presencia de un patio grande con excrementos, andar descalzo y la presencia de roedores en la vivienda se correlacionaron significativamente con la multiparasitación intestinal.

En la población infantil de Jamiltepec, Oaxaca, se confirmó que el consumo de alimentos en la vía pública y la disposición inadecuada de las excretas son factores significativos en la infestación, la coinfección con *Ascaris lumbricoides* es común y su prevalencia se correlaciona con el estrato socioeconómico más pobre (X^2 4.9, $p = 0.0026$) y el bajo nivel educativo de la madre (X^2 8.2; $p = 0.004$), en Bahía Blanca, Argentina, una zona fría y ventosa, la prevalencia de trichuriasis en barrios periféricos es del 5.3%, y el 18% de los perros están infectados por *Trichuris vulpis*; como se puede colegir la trichuriasis, presenta una distribución global y se asocia frecuentemente con pobreza, falta de saneamiento y condiciones ambientales específicas, la prevalencia de *Trichuris trichiura* está fuertemente influenciada por factores socioeconómicos y ambientales en áreas con pobreza extrema, falta de servicios sanitarios adecuados y deterioro ambiental, en estas regiones, las condiciones de vida favorecen la transmisión del parásito, que se realiza a través de la ingestión de huevos infectivos presentes en el suelo contaminado con heces humanas, como se demostró anteriormente, estudios realizados en diferentes regiones, como Minatitlán, Veracruz, han mostrado que los niños que viven en colonias periféricas de asentamiento reciente tienen un mayor riesgo de infección, además, factores como la baja escolaridad de los padres, la ausencia de agua potable en la vivienda, el consumo de agua de pozo sin hervir, pisos de tierra, entre otros factores se correlacionan significativamente con el fenómeno de multiparasitación intestinal.

La coinfección y coinfección con otros parásitos, especialmente *Ascaris lumbricoides*, es común en áreas endémicas de trichuriasis, la prevalencia de esta condición está estrechamente relacionada con el estrato socioeconómico más pobre y el bajo nivel educativo de las madres, estas asociaciones parasitarias múltiples pueden tener efectos sinérgicos, exacerbando los síntomas y complicaciones asociadas; en definitiva la trichuriasis es una enfermedad parasitaria con una epidemiología compleja influenciada por factores históricos, socioeconómicos y ambientales, la prevalencia de *Trichuris trichiura* refleja las

condiciones de vida y la falta de infraestructura sanitaria adecuada en muchas regiones del mundo, para combatir eficazmente esta parasitosis, es crucial mejorar las condiciones de higiene, acceso a agua potable y educación sanitaria, especialmente en las poblaciones más vulnerables, además, los estudios epidemiológicos continuos son esenciales para comprender mejor la distribución y los factores de riesgo asociados con *T. trichiura* para desarrollar estrategias de control y prevención más efectivas.(Behniafar et al., 2024)

Patogenia y Manifestaciones Clínicas

La tricocefalosis causa daño a la mucosa intestinal debido a la inserción del extremo delgado del gusano en la mucosa del ciego y colon, esto puede provocar una respuesta inflamatoria local, sangrado y anemia, en infestaciones severas, la gran cantidad de gusanos puede llevar a una obstrucción intestinal y otras complicaciones, un aspecto fundamental de la patogénesis de *Trichuris trichiura* es su capacidad para sobrevivir y reproducirse en el huésped humano, una vez que los huevos del parásito son ingeridos, atraviesan el tracto gastrointestinal hasta llegar al intestino grueso, donde eclosionan y liberan larvas infectivas, estas larvas penetran en las células epiteliales del intestino, desencadenando una respuesta inmune del hospedador que puede resultar en daño tisular y síntomas clínicos, la interacción entre el parásito y el sistema inmune del huésped es otro aspecto crucial de la patogénesis de *Trichuris trichiura*, se han identificado diversas moléculas secretadas por el parásito que modulan la respuesta inmune del hospedador, permitiéndole sobrevivir en el ambiente hostil del intestino grueso, esta interacción puede tener consecuencias tanto a nivel local, en el lugar de la infestación, como a nivel sistémico, afectando la salud general del individuo infectado.

Manifestaciones clínicas

Las manifestaciones clínicas de la infestación por *Trichuris trichiura* varían dependiendo de la carga parasitaria y la respuesta inmune del hospedador, los síntomas más comunes incluyen dolor abdominal, diarrea crónica, pérdida de peso, anemia y debilidad, en casos graves, la presencia de un gran número de parásitos puede causar obstrucción intestinal, desnutrición y retraso en el crecimiento en niños, además, la infección por *Trichuris trichiura* también puede desencadenar complicaciones como prolapso rectal, colitis eosinofílica y síndrome de intestino irritable, estas complicaciones pueden persistir incluso después de que el parásito ha sido eliminado, lo que resalta la importancia de un diagnóstico y tratamiento oportunos, por lo tanto, es fundamental aumentar la conciencia sobre las manifestaciones clínicas y las posibles complicaciones de la infección por *Trichuris trichiura* para prevenir y abordar eficazmente esta parasitosis.(Akelew et al., 2022)

Diagnóstico

El diagnóstico se realiza principalmente mediante el examen microscópico de heces, identificando los característicos huevos de *Trichuris trichiura*, el método de flotación de heces y la técnica de Kato-Katz son técnicas comunes utilizadas para este propósito; en efecto el diagnóstico preciso de infecciones parasitarias es crucial para el tratamiento y control de la enfermedad, tradicionalmente, la microscopía ha sido la técnica estándar para identificar parásitos en muestras fecales, sin embargo, la reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real (PCR) ha demostrado ser una herramienta más sensible y específica para detectar material genético de parásitos. A pesar de que la PCR en tiempo real ha superado a la microscopía en la mayoría de los parásitos intestinales, los resultados para *Trichuris trichiura* han sido menos consistentes, esto sugiere que la detección de este parásito mediante PCR puede estar influenciada por factores relacionados con la preparación de la muestra, en la actualidad se propone mejorar la detección del ADN de *T. trichiura* en heces humanas evaluando cuatro métodos diferentes de preparación de muestras, para esto, se recolectaron 60 muestras fecales en la isla de Flores, Indonesia, las muestras fueron examinadas inicialmente mediante microscopía, luego se procesaron mediante diferentes técnicas antes de realizar la PCR, los métodos de preparación de muestras fueron: 1. Por congelación directa de heces, las muestras se congelaron inmediatamente; 2. Por conservación con etanol al 96%, las muestras se preservaron en etanol; 3. La extracción de ácidos nucleicos (ARN y ADN), mediante el método de perlas magnéticas, el cual implica agitar las muestras con pequeñas perlas para romper las células y liberar el ADN; y, 4. Combinación de técnicas, uso de etanol y batido de perlas. Los resultados de este estudio revelaron que con microscopía se identificó que el 45% de las muestras eran positivas para *T. trichiura* en tanto que por PCR en muestras congeladas, mostró que el 40% de las muestras eran positivas; en el caso de PCR con conservación en etanol hubo un incremento en la detección del parásito en 45%; mientras que con el método de Batido de perlas magnéticas la positividad alcanzó el 51.7%; sin embargo la combinación de etanol y batido de perlas magnéticas logró la mayor tasa de detección, con un 55%.

Los métodos de preparación de muestras tuvieron un impacto menor en la detección de estos parásitos mediante PCR, lo que sugiere que *T. trichiura* presenta desafíos específicos en la preparación de muestras. Por lo expuesto anteriormente se concluye que el batido de perlas antes de la extracción de ADN es un procedimiento altamente eficaz para detectar el ADN de *T. trichiura* en heces y más aún cuando se combina con la conservación en etanol, esto tiene implicaciones importantes para mejorar el diagnóstico y control de infecciones por este parásito en poblaciones afectadas.(Cruz et al., 2021)

Tratamiento

El tratamiento de esta infestación es crucial debido a sus implicaciones en la salud pública, especialmente entre los niños, quienes son más susceptibles a sufrir consecuencias severas como anemia, retraso en el crecimiento y deterioro cognitivo. Los antihelmínticos, como el albendazol y el mebendazol, son los fármacos de primera línea para tratar la tricocefalosis, estos medicamentos han demostrado alta eficacia en la erradicación del parásito y se consideran seguros para su uso en diversas poblaciones, incluidos los niños. Estudios han mostrado que una dosis única 400 mg de albendazol o mebendazol 500 mg, puede reducir significativamente la carga parasitaria y mejorar los síntomas clínicos; sin embargo, la resistencia a los antihelmínticos es una preocupación emergente, subrayando la necesidad de programas de administración masiva de medicamentos combinados y la implementación de medidas sanitarias complementarias, además, la integración de estrategias educativas y mejoras en la infraestructura sanitaria son esenciales para reducir la reinfección y controlar la tricocefalosis a largo plazo. Para efectos de un tratamiento eficaz y de primera línea se sugiere una dosis de 400mg de albendazol cada 24 horas por 3 días o en su defecto mebendazol 100 mg cada 12 horas durante 3 días, de la misma manera es factible dosis unitaria de 500mg de mebendazol.(Barda, 2022)

Estrategias de prevención y control

En cuanto a las estrategias de prevención y control de la tricocefalosis, es fundamental enfocarse en medidas de higiene personal y saneamiento ambiental, la promoción de hábitos de lavado de manos, especialmente antes de comer y después de ir al baño, es crucial para evitar la transmisión de los huevos de *Trichuris trichiura*, asimismo, es importante mantener una adecuada limpieza en los hogares y áreas comunes para minimizar la presencia de huevos en el ambiente, además de estas medidas preventivas, el tratamiento antiparasitario tanto a nivel individual como a nivel comunitario juega un papel clave en el control de la enfermedad; es indispensable llevar a cabo campañas de desparasitación periódicas en las poblaciones de riesgo, como niños en edad escolar y comunidades con acceso limitado a servicios de salud.

En este sentido, la educación sanitaria es un componente fundamental para concientizar a la población sobre la importancia de estas medidas preventivas y promover cambios en el comportamiento que contribuyan a la reducción de la incidencia de la tricocefalosis, es necesario implementar programas de capacitación tanto en escuelas como en comunidades, con el objetivo de informar sobre los riesgos de la infección por *Trichuris trichiura* y las medidas que pueden adoptarse para prevenirla, asimismo, es crucial involucrar a los profesionales de la salud en la difusión de información precisa y actualizada sobre la enfermedad, así como en la correcta orientación sobre el uso de medicamentos antiparasitarios y la importancia

de seguir las pautas de tratamiento, además de las estrategias enfocadas en la prevención y el control de la tricocefalosis a nivel individual y comunitario, resulta fundamental impulsar investigaciones y estudios epidemiológicos que permitan mejorar la comprensión de la distribución y la dinámica de la enfermedad, estos estudios son esenciales para identificar factores de riesgo, evaluar la efectividad de las intervenciones y diseñar estrategias más eficaces para su prevención y control a largo plazo, la colaboración interdisciplinaria entre científicos, profesionales de la salud y autoridades sanitarias es clave para avanzar en el conocimiento de la tricocefalosis y en la implementación de medidas efectivas que contribuyan a reducir su impacto en las poblaciones vulnerables.(Inoue et al., 2023)

Medidas de salud pública

En relación con la prevención y control de la tricocefalosis, es fundamental considerar la implementación de medidas de salud pública efectivas, que incluyen la promoción de la higiene personal, la educación sobre prácticas saludables y la mejora de las condiciones sanitarias en las comunidades afectadas, además, es crucial llevar a cabo campañas de concienciación para sensibilizar a la población sobre los riesgos de la enfermedad y las medidas preventivas necesarias, en efecto, resulta esencial establecer programas de monitoreo y evaluación para detectar de manera temprana posibles brotes de tricocefalosis y tomar medidas correctivas de forma oportuna. Estas acciones, respaldadas por la colaboración entre autoridades gubernamentales, profesionales de la salud y la comunidad en general, son clave para reducir la incidencia de esta parasitosis y mejorar la calidad de vida de la población afectada.

Por otro lado, en cuanto a las opciones de tratamiento y manejo de la tricocefalosis, es fundamental considerar la utilización de medicamentos antihelmínticos de amplio espectro, como se mencionó en párrafos anteriores el albendazol y el mebendazol, han demostrado ser efectivos en el tratamiento de la infección por *Trichuris trichiura*, en este sentido, la capacitación y el seguimiento continuo por parte de profesionales de la salud son fundamentales para garantizar el éxito de las estrategias implementadas, todos estos aspectos deben ser considerados de manera integral para lograr un enfoque efectivo en la prevención y control de la tricocefalosis.

En definitiva, la tricocefalosis es una enfermedad parasitaria que afecta a una gran cantidad de personas en todo el mundo, especialmente en áreas con condiciones sanitarias deficientes, a lo largo de este capítulo, se ha discutido detalladamente sobre la prevención y control, resaltando la importancia de medidas preventivas como la higiene personal, el tratamiento de aguas residuales y la educación sanitaria en la población, asimismo, se ha explorado la eficacia de diferentes tratamientos farmacológicos para combatir la infestación; a pesar de los avances en la investigación y el desarrollo de nuevas estrategias de control, persisten desafíos

significativos en la erradicación de esta enfermedad, se requiere un enfoque integral y colaborativo entre gobiernos, organizaciones internacionales y comunidades locales para lograr un impacto significativo en la reducción de la incidencia de tricocefalosis a nivel mundial, con este propósito, es fundamental continuar estudiando y promoviendo medidas efectivas de prevención para controlar esta enfermedad parasitaria y mejorar la salud pública en general.(Kepha et al., 2024)

Un aspecto crucial en la prevención y control de la tricocefalosis es la educación sanitaria de la población, la transmisión de *Trichuris trichiura* está estrechamente relacionada con hábitos de higiene inadecuados, por lo que es fundamental promover medidas de prevención como el lavado de manos, el consumo de agua potable y la adecuada eliminación de excretas, en efecto, es indispensable fomentar la vigilancia epidemiológica para detectar y controlar brotes de la enfermedad de manera oportuna, el diagnóstico temprano y el tratamiento adecuado de los casos son fundamentales para evitar complicaciones y reducir la carga de la enfermedad en la comunidad, en este sentido, la colaboración interdisciplinaria entre médicos, veterinarios y epidemiólogos es esencial para abordar de manera integral el problema de la tricocefalosis. Como futuras direcciones para la investigación e intervención en el campo de la tricocefalosis, es fundamental continuar desarrollando estrategias innovadoras para el diagnóstico precoz de la enfermedad, el uso de técnicas moleculares, como la PCR, puede mejorar la sensibilidad y especificidad de las pruebas diagnósticas, permitiendo una detección más precisa de la infección por *Trichuris trichiura*, es necesario seguir investigando sobre la resistencia antihelmíntica y desarrollar nuevas terapias efectivas para combatir esta problemática, por otro lado, es vital intensificar las campañas de prevención y control de la tricocefalosis, educando a la población sobre medidas higiénicas adecuadas y promoviendo la administración regular de antiparasitarios en las zonas endémicas; en definitiva, la colaboración entre investigadores, profesionales de la salud y autoridades sanitarias resulta fundamental para avanzar en la lucha contra esta enfermedad parasitaria.(Kamdem et al., 2022)

OXIURIASIS

La oxiuriasis, una infección parasitaria común causada por el oxiuro *Enterobius vermicularis*, es un importante problema de salud en todo el mundo, especialmente en los niños, comprender la transmisión, los síntomas, el diagnóstico y las opciones de tratamiento es fundamental para que los profesionales de la salud puedan controlar y prevenir eficazmente su propagación, al profundizar en las intrincadas interacciones entre el parásito y su huésped, los investigadores pueden descubrir nuevos conocimientos sobre la patogénesis de la oxiuriasis y desarrollar estrategias innovadoras para su control; el presente capítulo tiene como objetivo explorar las

complejidades de la oxiuriasis desde una perspectiva experta, arrojando luz sobre los últimos avances en el campo de la parasitología.

La oxiuriasis, también conocida como infestación por oxiuros, es una enfermedad parasitaria intestinal común causada por el nematodo *Enterobius vermicularis*, afecta principalmente a los niños y presenta síntomas que incluyen prurito anal, irritabilidad e insomnio, el ciclo de vida implica la ingestión de huevos, que luego eclosionan en el intestino delgado y maduran hasta convertirse en gusanos adultos en el colon, los cuales migran a la zona perianal por la noche para la oviposición, lo que provoca prurito y malestar. La oxiuriasis generalmente se diagnostica mediante la identificación de huevos en muestras de heces o mediante el uso de la prueba de cinta adhesiva para recolectar muestras de la región perianal, si bien generalmente se considera una infección leve, pueden ocurrir complicaciones como una sobreinfección bacteriana por contaminación mediante el rascado de la zona perianal; comprender la definición y las características de la oxiuriasis es crucial para el diagnóstico establecimiento de estrategias de tratamiento eficaces en la investigación parasitológica, en efecto, distinguir la enfermedad es crucial en el campo de la parasitología por varias razones importantes, en primer lugar, la oxiuriasis, es una de las helmintiasis más comunes en todo el mundo y afecta especialmente a los niños, y puede provocar diversas complicaciones, como infecciones bacterianas secundarias y prurito intenso, lo que provoca malestar y disminución de la calidad de vida de los pacientes, en segundo lugar, al investigar el ciclo de vida, la transmisión y la patogénesis de *Enterobius vermicularis*, el lector puede obtener información valiosa sobre las interacciones huésped-parásito y potencialmente identificar nuevos objetivos para el desarrollo de fármacos. Por lo tanto, estudiar la oxiuriasis es esencial para avanzar en la comprensión de infecciones parasitarias y mejorar los resultados de salud pública.(Fantinatti & Da-Cruz, 2023)

Se ha propuesto que la apendicitis aguda, una de las principales causas de cirugías abdominales de emergencia a nivel mundial; puede tener como agente etiológico al parásito *Enterobius vermicularis*, un estudio reciente exploró las características morfológicas de los oxiuros y los cambios patológicos en tejidos archivados de apendicectomías, utilizando técnicas de identificación molecular y análisis genético del gen mitocondrial de la subunidad 1 de la citocromo c oxidasa (cox 1), en efecto se recolectaron 17 muestras de apendicectomías fijadas en formol e incluidas en parafina (FFPE) que contenían *E. vermicularis*, almacenadas durante 12 a 22 años, de dos áreas geográficas diferentes de Irán, el examen histopatológico reveló cambios tisulares en 76.4% de los casos y signos de inflamación en 23.5% de los bloques, mediante la técnica de reacción en cadena de la polimerasa anidada (PCR), se logró amplificar el gen cox 1 en 70.6% de las muestras, los análisis filogenéticos identificaron 59 haplotipos distintos de *E. vermicularis*, con predominancia del tipo B en las muestras analizadas, coincidiendo con secuencias de Irán, Grecia y

Alemania, estos resultados sugieren una diversidad genética notable de este nematodo.(Leung et al., 2024)

Uno de los hallazgos significativos del estudio es la ausencia de inflamación en algunas muestras, lo cual podría indicar que *E. vermicularis* no siempre induce una respuesta inflamatoria en la apendicitis, además, se destacó la eficacia de la PCR anidada para detectar y caracterizar genéticamente al parásito en muestras FFPE antiguas, sugiriendo esta técnica como una herramienta diagnóstica complementaria en patología, en efecto *E. vermicularis* constituye uno de los helmintos más comunes en todo el mundo, afectando principalmente a niños de entre 5 y 10 años, con prevalencia en poblaciones institucionales y contactos familiares cercanos, aunque la mayoría de los infectados son asintomáticos, existen casos raros y graves de infecciones invasivas que pueden llegar a ser letales, a pesar de la controversia sobre el rol de *E. vermicularis* en la apendicitis aguda, los estudios subrayan la necesidad de más investigaciones para comprender mejor esta relación; sin embargo históricamente, la apendicitis ha tenido una alta incidencia en países industrializados, con factores como la dieta, la higiene y las infecciones parasitarias influenciando su prevalencia, en estudios previos, el análisis del gen *cox 1* ha revelado diferentes tipos genéticos de *E. vermicularis*, con el tipo A encontrado en humanos y chimpancés en Japón, y el tipo B en humanos de varias regiones incluyendo Europa y Medio Oriente, la utilización de tejidos FFPE para investigar la variación genética de *E. vermicularis*, supera los desafíos técnicos asociados con la fragmentación del ADN en estos tejidos. En resumen, se cuenta con una visión detallada de la diversidad genética de *E. vermicularis* y su posible rol en la apendicitis, utilizando técnicas avanzadas de biología molecular para superar las limitaciones de los tejidos archivados, este enfoque podría mejorar la comprensión de epidemiología y patogénesis de la infestación y su relación con apendicitis aguda.(Arredondo Montero & Bronte Anaut, 2022)

Biología del *Enterobius vermicularis*

El parásito pertenece al Reino Animalia, Phylum Nematoda, Clase Secernentea, Orden Ascaridoidea, Familia Oxyuridae, Género Oxyuris, Especie *vermicularis*; es un pequeño y delgado gusano de color blanco, las hembras miden aproximadamente 1 cm de longitud y tienen el extremo posterior recto y muy puntiagudo, lo que les da el nombre popular en inglés de gusano en alfiler o lombriz intestinal (pinworm), esta característica morfológica es distintiva y permite el reconocimiento del parásito a simple vista, algo importante ya que los pacientes a menudo llevan los gusanos para diagnóstico, obtenidos de la ropa o de la piel perineal de las personas infectadas.

Al observar el parásito al microscopio, se nota un ensanchamiento bilateral de la cutícula en el extremo anterior, que se asemeja a aletas, a lo largo del cuerpo, existen dos engrosamientos de la cutícula en forma de aristas triangulares,

características de este nematodo, especialmente visibles en cortes transversales, la envoltura externa es muy transparente, permitiendo ver el esófago con un bulbo prominente, que se continúa con el intestino, el cual desemboca cerca del extremo posterior, el aparato genital de la hembra está muy desarrollado, en estado de gravidez, el útero está completamente lleno de huevos, ocupando casi todo el cuerpo del parásito, el útero tiene dos ramas que confluyen en una vagina y vulva, ubicada un poco delante de la mitad del cuerpo, los machos miden la mitad que las hembras (0.5 cm), tienen el extremo posterior curvo con una espícula copulatriz y son raramente encontrados, ya que mueren después de la cópula y son eliminados con las heces. (De Kostha et al., 2022)

Los huevos son blancos y transparentes, con un lado aplanado que les da una forma similar a la letra D cuando se observan en una posición que muestre el lado plano, de lo contrario, tienen forma ovalada, poseen una doble membrana y, desde el momento en que son puestos, están muy evolucionados, frecuentemente observándose con una larva en su interior, su tamaño es aproximadamente de 50 micras de longitud por 25 de ancho. (De Kostha et al., 2022)

Ciclo de Vida

El ciclo de vida de los oxiuros presenta características únicas, ya que la hembra migra fuera del ano del huésped para depositar sus huevos en la región perianal, estos huevos se vuelven infecciosos casi de inmediato, sin necesidad de estar en el suelo, los parásitos adultos habitan en el intestino grueso y, tras la copulación, los machos son eliminados mientras las hembras producen aproximadamente 10,000 huevos, llenando completamente su útero, lo que da la apariencia de un saco de huevos, durante esta fase, la hembra migra al exterior a través del ano, se adhiere a la piel del huésped mediante una sustancia pegajosa y arrastra una hilera de huevos que quedan adheridos, si no vacía completamente sus huevos, la hembra puede regresar al interior del ano y salir posteriormente, si vacía completamente sus huevos, muere en el exterior, permitiendo al paciente observarla fácilmente.

La razón exacta de esta migración no se conoce, aunque se cree que podría estar relacionada con una necesidad de oxígeno, esta migración ocurre principalmente durante la noche, posiblemente debido a la relajación muscular del huésped en ese momento, los huevos depositados en la piel, ropa o polvo pueden sobrevivir varias semanas si hay suficiente humedad, ya que la desecación los mata rápidamente, la larva se desarrolla dentro del huevo pocas horas después de ser depositado, y el huevo se vuelve infeccioso cuando es ingerido. La infección ocurre más frecuentemente a través de las manos, durante el rascado, los huevos se acumulan debajo de las uñas, permitiendo la reinfección del mismo huésped o la transmisión a otros, la ropa de cama y las pijamas también son comunes fuentes de infección, especialmente entre niños que duermen juntos, además, el polvo de las

habitaciones puede ser una fuente de infección, incluso por inhalación y posterior deglución.(De Kostha et al., 2022)

Una vez ingerido el huevo embrionado, la larva se libera en el intestino delgado, migrando posteriormente al intestino grueso donde se desarrolla hasta convertirse en un adulto, todo el ciclo dura de 2 a 4 semanas y la longevidad de la hembra es generalmente corta, alrededor de tres meses, en el intestino, los parásitos se adhieren débilmente a la mucosa mediante sus labios o con la ayuda de sus aletas anteriores, pero no tienen la capacidad de penetrar o dañar el tejido, algunos investigadores han propuesto la teoría de la retroinfección, según la cual algunas larvas liberadas en la región anal pueden retornar directamente al recto y desde allí al colon, donde maduran hasta convertirse en adultos.

Si bien es cierto no se evidencian lesiones anatomopatológicas específicas causadas por los oxiuros, la migración de los parásitos adultos a través de la piel hacia diferentes sitios puede desencadenar una reacción inflamatoria local, la cual puede agravarse debido a infecciones secundarias o lesiones traumáticas provocadas por el rascado, si los parásitos migran a órganos internos, tanto los gusanos adultos como los huevos pueden actuar como cuerpos extraños, generando granulomas en diversas localizaciones como las vías genitales femeninas, el peritoneo, el apéndice, el hígado y los pulmones; en efecto, ocasionalmente puede infestar órganos y tejidos extraintestinales, como el tracto genital femenino, la infestación puede ser asintomática o manifestarse con diversos trastornos ginecológicos, tales como inflamación pélvica que puede parecerse a tumores, sangrado uterino anormal o vaginitis, recientemente, se ha descrito la afectación hepática, la cual se atribuye a la migración hematógena en el contexto de una flebitis con trombosis de la vena mesentérica inferior, también se han documentado infestaciones en los ojos, la mucosa nasal y el tracto urinario, lo que puede llevar a infecciones recurrentes del tracto urinario.(Coyne et al., 2020)

Actualmente se han reportado casos de enterobiasis ovárica que se manifiestan como abscesos tubo-ováricos con peritonitis, salpingitis con ooforitis o lesiones peritoneales que pueden ser confundidas con enfermedades malignas o metástasis de cáncer de ovario, la infestación del útero puede ser asintomática, detectándose la presencia del parásito de manera incidental, además, esta infección puede afectar el endometrio, causando sangrado uterino anormal o posmenopáusico y problemas de fertilidad, aunque se han encontrado huevos de *E. vermicularis* en pruebas de Papanicolaou cervical, no se ha documentado su presencia en el cuello uterino de pacientes con cáncer cervical, la infestación puede presentar una variedad de síntomas o ser completamente asintomática.(Khu et al., 2025)

Manifestaciones clínicas

Al igual que en muchas parasitosis intestinales, las infecciones leves suelen ser asintomáticas o presentar síntomas mínimos, la intensidad de los síntomas generalmente está relacionada con el grado de infestación parasitaria, la oxiuros es más frecuente en niños que en adultos, por lo que los síntomas descritos a continuación se refieren principalmente a los primeros; en efecto es posible clasificar la sintomatología de la siguiente manera:

a) Por acción mecánica: La principal molestia causada por estos helmintos se origina cuando los parásitos entran y salen a través del ano, causando prurito, ligero dolor o sensación de cuerpo extraño, si el número de parásitos es elevado y la migración perianal es frecuente, el prurito puede ser intenso, interfiriendo con el sueño y las actividades diarias, el rascado puede provocar excoriaciones en la piel y posibles infecciones secundarias, además de irritación en la región anal.

b) Invasión genital: En las mujeres, especialmente en niñas con infestación intensa, los parásitos adultos pueden invadir la vulva y la vagina, causando irritación o infección secundaria, la entrada de bacterias u hongos secundarias a la infestación, junto con la inflamación provocada por los gusanos, puede originar flujo vaginal, por esta razón, es importante obtener muestras de la región vulvar cuando se sospecha vulvitis o vaginitis por oxiuros, utilizando el método de la cinta adhesiva, el escozor genital y el rascado frecuente se han descrito como posibles causas de alteraciones en el comportamiento sexual en niñas.(Khu et al., 2025)

c) Alteraciones del comportamiento: Las alteraciones conductuales pueden ser secundarias a las molestias mecánicas causadas por los parásitos en la región anal o genital, pero no se deben a la acción de toxinas del parásito sobre el sistema nervioso, como se creía antes, el prurito puede hacer que los niños pierdan la concentración en la escuela, se despierten durante la noche y sientan vergüenza al ser observados rascándose, puede desarrollarse una tendencia a la masturbación debido al estímulo sexual originado por la picazón, otros síntomas atribuidos a los parásitos, como prurito nasal, rechinar de dientes o enuresis nocturna, no tienen relación directa con la infestación, aunque pueden estar relacionados con alteraciones psicológicas.

d) Reacciones alérgicas: El prurito y la inflamación en las regiones anal o genital pueden ser debido a una sensibilización local al parásito o sus productos, no se observan manifestaciones alérgicas generalizadas ni eosinofilia.

e) Infecciones secundarias: El rascado en la piel perineal, anal o genital puede producir excoriaciones que se infectan secundariamente, en casos de invasión genital, algunas bacterias pueden ser arrastradas por los parásitos hacia la vagina e incluso el útero, trompas de Falopio o peritoneo.

f) Localizaciones ectópicas: Como se ha mencionado en párrafos anteriores los oxiuros pueden migrar y localizarse en peritoneo, pared intestinal, apéndice cecal, ovarios, hígado o pulmones. La invasión del apéndice es de especial interés, ya que puede ser una causa o un factor coadyuvante en casos de apendicitis.(Chhetri et al., 2023)

Diagnóstico

La enterobiasis generalmente se diagnostica mediante la identificación microscópica de los huevos en muestras obtenidas de la piel perineal utilizando cinta adhesiva transparente, este método es económico, fácil de realizar y proporciona resultados rápidos, las muestras de heces no suelen ser útiles para el diagnóstico, ya que solo el 5% de los infectados presentan huevos en las heces y los gusanos adultos raramente se eliminan por esta vía, en el examen microscópico de tejido, los huevos de los parásitos y los oxiuros adultos suelen estar asociados con inflamación aguda y crónica, y pueden formar granulomas de cuerpo extraño.

En definitiva el diagnóstico diferencial clínico de la oxiurosis debe enfocarse principalmente en las causas de prurito anal y, ocasionalmente, genital en el sexo femenino, en niños y niñas, el prurito anal o genital es mayoritariamente causado por oxiuros, en los adultos, sin embargo, esta causa es menos común, siendo el prurito anal frecuentemente debido a fisuras, hemorroides, alergias o problemas inflamatorios en el ano y el recto, en mujeres adultas, el prurito genital suele ser resultado de candidiasis, tricomoniasis, infecciones vaginales o alergias. El diagnóstico de laboratorio de la oxiurosis se realiza comúnmente mediante la identificación de huevos en la región perianal, perineal o vulvar, utilizando el método de la cinta adhesiva transparente, descrito originalmente por Graham, las muestras deben recolectarse por la mañana, preferiblemente antes de la defecación y sin haber lavado previamente la zona perianal, las cintas deben examinarse al microscopio el mismo día, utilizando un condensador bajo para mejorar el contraste, ya que los huevos son blancos y muy transparentes, es crucial adquirir experiencia en este examen de laboratorio para identificar correctamente los casos con pocos huevos y evitar diagnósticos erróneos al confundir los huevos con artefactos en la cinta, para mayor precisión en el diagnóstico, se recomienda repetir el examen varias veces en días diferentes, ya que la salida de las hembras a través del ano no es constante ni regular, la positividad del diagnóstico aumenta con el número de muestras por paciente.(Gunaratna et al., 2020)

Cuando hay restos de materia fecal en la región perianal, es común encontrar huevos de otros parásitos o protozoos intestinales, sin embargo, para el método de Graham, no es necesario que haya restos fecales en la piel, ya que esto puede interferir con el examen, el examen coprológico habitual, utilizado para diagnosticar otros parásitos intestinales, no es eficaz para detectar oxiuros, como se ha indicado en pacientes con oxiurosis, los huevos se encuentran en las heces en

aproximadamente el 5% de los casos, lo que significa que confiar únicamente en el examen coprológico resultará en un diagnóstico fallido del 95% de los casos de oxiuros. En ocasiones, el propio paciente o su madre pueden encontrar los gusanos en la ropa interior, pijamas o en la piel perianal o perineal, la simple observación microscópica permitirá la identificación, basándose en las características morfológicas previamente descritas

Sin embargo, la sensibilidad limitada de las pruebas disponibles en laboratorios clínicos, como la prueba de cinta adhesiva y la prueba parasitológica, dificulta evaluar adecuadamente la contribución real de los oxiuros en la patogénesis de estas condiciones, esto resulta en pacientes con síntomas relacionados con el parásito pero con resultados negativos en las pruebas clínicas correspondientes, privándolos así de un tratamiento efectivo, en este contexto, se han desarrollado ensayos basados en PCR específicamente diseñado para el diagnóstico de enterobiasis, destinado a aplicaciones clínicas, el principal desafío encontrado fue el aislamiento y purificación del ADN a partir de muestras fecales, debido a la presencia de inhibidores de PCR en la matriz fecal y a la baja concentración de ADN del parásito, para abordar estas dificultades, se implementaron tres estrategias clave: (a) el uso de una cantidad considerable de heces en el proceso de extracción (20 g en lugar de los 200 mg habitualmente utilizados en PCR de heces), (b) la aplicación de tratamientos químicos y físicos para una adecuada homogeneización de la matriz fecal, y (c) un proceso de purificación adicional para muestras que resultaron negativas en la primera PCR anidada. La integración de estas tres estrategias se considera crucial para desarrollar una herramienta de diagnóstico confiable para la detección de parásitos en muestras fecales.(O'Brien et al., 2022)

Un aspecto distintivo de este estudio es la elección de utilizar muestras fecales como fuente de ADN para el análisis de PCR, en comparación con estudios anteriores que generalmente emplearon gusanos u huevos de oxiuros, esta decisión se justifica por la conveniencia clínica de obtener muestras fecales simples, fácilmente accesibles para los pacientes, en contraste, el enfoque de utilizar gusanos o huevos implicaría procedimientos similares a la prueba de cinta adhesiva, lo que no sería práctico para el uso clínico generalizado. En definitiva, actualmente se destaca la importancia de desarrollar métodos diagnósticos precisos y prácticos para enterobiasis, superando los desafíos técnicos asociados con la PCR en muestras fecales y proporcionando una herramienta efectiva para la detección temprana y el tratamiento de esta parasitosis común.

Epidemiología

La infección intestinal por *Enterobius vermicularis*, conocida como enterobiasis, es una de las helmintiasis más prevalentes globalmente, con una estimación de hasta 200 millones de casos en todo el mundo, ya que no necesita condiciones ambientales específicas para su transmisión, la cual ocurre de persona a persona sin

necesidad de contacto con el suelo, este parásito puede encontrarse en cualquier clima y afecta a todas las clases sociales, se han registrado tasas de infección de hasta un 60% entre los esquimales y entre un 30% y 50% en grupos de niños en Washington, en regiones tropicales cálidas, donde los niños suelen vestir poca ropa y están frecuentemente en contacto con el agua, la prevalencia es menor en comparación con las regiones frías, donde el ambiente cerrado, el uso de mucha ropa y la escasa frecuencia de baño facilitan la diseminación.(Janthu et al., 2022)

En los últimos años, la prevalencia de la enfermedad ha disminuido en muchos países tropicales, posiblemente debido al uso extendido de antihelmínticos, la enfermedad es más común en áreas urbanas que en rurales, no existe inmunidad contra los oxiuros que aumente con la edad, por lo que no hay resistencia en adultos, los niños en edad escolar, de 2 a 15 años, son los más afectados, sin diferencias significativas en cuanto a raza o sexo. Las condiciones higiénicas deficientes, el hacinamiento en dormitorios, la falta de lavado de manos y uñas, los cambios de ropa poco frecuentes y la ausencia de baños regulares son factores que favorecen la presencia de esta parasitosis, la principal vía de contaminación es a través de las manos, los niños suelen rascarse la región anal, permitiendo que los huevos del parásito se adhieran a los dedos y las uñas, la transmisión también puede ocurrir a través de la ropa, es recomendable hervir la ropa de un paciente infectado antes de reutilizarla, se sugiere el uso de pijamas cerradas que eviten el acceso de los dedos a la zona perianal.

La limpieza del ambiente es crucial para la prevención, ya que se ha demostrado la transmisión de los huevos a través del polvo, también es importante la higiene en la preparación de alimentos, la transmisión a través de inodoros se evita con su correcta limpieza, ya que estos pueden contaminarse cuando una persona infectada se sienta en ellos, por esta razón, en algunas áreas se les conoce como gusanos de los asientos, la aparición de nuevos antihelmínticos ha facilitado el tratamiento en grupos, permitiendo la eliminación efectiva de esta parasitosis, el control mediante tratamientos terapéuticos ha demostrado ser eficaz y práctico.(Lee et al., 2023)

Tratamiento

Pamoato de pirantel es un antihelmíntico que no se absorbe en el organismo, siendo efectivo contra diversas infestaciones parasitarias, la combinación de pirantel con ácido pamoico actúa bloqueando la función neuromuscular de los helmintos sensibles, lo que resulta en la inmovilización de los parásitos y su expulsión del organismo, sin causar excitación ni estimular su migración, la dosis recomendable es 11 mg/kg/día, sin exceder 1 g por vía oral. Los benzimidazoles como el mebendazol 100 mg vía oral, albendazol 400 mg y flubendazol oral dosis única 100 mg, suelen ser efectivos en el control de la infestación puede en algunos casos ser necesario repetir el tratamiento a los 15 días.

Piperazina, se recomienda una sola dosis diaria de 65 mg por kg de peso durante 7 días consecutivos, como dosis máxima al día se establece 2.5 g; en el caso de infestaciones severas el tratamiento puede ser repetido con una semana de intervalo.(Pannu & Kumari, 2025)

En resumen el capítulo aborda de manera exhaustiva el ciclo de vida, las manifestaciones clínicas, el diagnóstico, la epidemiología y el tratamiento de *Enterobius vermicularis* como un parásito intestinal prevalente globalmente, afectando principalmente a niños de 2 a 15 años en todas las clases sociales, su ciclo de vida incluye la migración de la hembra adulta hacia el ano para depositar huevos, los cuales se vuelven infecciosos rápidamente y pueden sobrevivir en superficies durante semanas y, una vez ingeridos, liberan larvas en el intestino delgado que migran al intestino grueso para desarrollarse en adultos, la hembra adulta puede migrar nuevamente al exterior para depositar más huevos, muriendo luego de la puesta completa. Las manifestaciones clínicas incluyen prurito anal intenso, que puede interferir con el sueño y las actividades diarias, además de provocar complicaciones como irritaciones cutáneas e infecciones secundarias por rascado, en mujeres y niñas, la invasión genital por los parásitos puede causar irritación, flujo vaginal e incluso afectar la fertilidad o el comportamiento sexual. El diagnóstico se realiza típicamente mediante el método de la cinta adhesiva, que consiste en tomar muestras de la piel perianal para identificar los huevos bajo el microscopio, las pruebas de heces son menos efectivas debido a la baja presencia de huevos en ellas, la epidemiología muestra una alta prevalencia en áreas urbanas y condiciones con higiene deficiente, aunque el uso extendido de antihelmínticos ha contribuido a disminuir su incidencia en algunos lugares. El tratamiento incluye antihelmínticos como el Pamoato de pirantel, mebendazol, albendazol y flubendazol, que son efectivos para eliminar los parásitos y tratar la infestación, estos medicamentos actúan bloqueando la función neuromuscular de los helmintos sin estimular su migración, permitiendo así su expulsión del organismo. En conclusión, la enterobiasis es una parasitosis intestinal común que afecta especialmente a niños y puede causar molestias significativas si no se trata adecuadamente, el diagnóstico precoz y el tratamiento efectivo son fundamentales para prevenir complicaciones y propagación de la enfermedad.

ASCARIASIS

Ascaris lumbricoides es un agente patógeno significativo en las infestaciones por geohelmintiasis a nivel mundial, A nivel global, *Ascaris lumbricoides* representa una de las infecciones helmínticas más prevalentes en humanos, afectando a un estimado de 800 millones a 1.2 mil millones de personas, y ocasionando más de 60,000 muertes anualmente, esta infestación no distingue entre sexos, aunque los niños, especialmente entre los 3 y 8 años de edad, son más susceptibles en comparación con los adultos, la prevalencia de la ascariasis es más prominente en

regiones cálidas y húmedas, y aproximadamente 150 países en todo el mundo enfrentan la amenaza de esta enfermedad parasitaria. Según Asaolu y Ofoezie en el año 2018, la distribución geográfica de *A. lumbricoides* revela que el 8.3% de los casos se registran en América del Sur, América Central y el Caribe, el 16.7% en África y Oriente Medio, mientras que el 75% restante se concentra en Asia Central, Sudeste Asiático y regiones oceánicas adyacentes., afectando tanto a hombres como mujeres; en Malasia, la incidencia es particularmente alta entre las comunidades indígenas, conocidas como Orang Asli, la mayoría de las infestaciones son asintomáticas, aunque en casos graves pueden ocasionar complicaciones como hemorragia gastrointestinal, obstrucción intestinal, vólvulo, intususcepción, peritonitis y ascariasis gástrica. (Schindler-Piontek et al., 2022)

El tratamiento habitual para frenar la ascariasis incluye el uso de agentes quimioterapéuticos como albendazol, mebendazol, levamisol y pamoato de pirantel, especialmente en niños, sin embargo, la reinfestación es común en áreas endémicas donde hay deficiencias en agua potable, saneamiento e higiene, estudios previos han demostrado altas tasas en poblaciones tratadas, incluso a corto plazo después de los programas masivos de administración de medicamentos. El entendimiento de las estrategias de evasión de los parásitos en el huésped durante la infestación es crucial para el desarrollo de nuevas terapias y vacunas, se ha investigado ampliamente el papel de antígenos excretorios/secretorios (ES) de helmintos, los cuales ayudan a los parásitos a evadir la respuesta inmune del huésped, estos productos ES incluyen diversas proteínas como proteasas, inhibidores de proteasas, homólogos de alérgenos y enzimas glicolíticas, que se han caracterizado en varios helmintos, aunque el conocimiento específico de los mecanismos de virulencia en *A. lumbricoides* sigue siendo limitado.

La inmunidad humana protectora contra helmintos, mediada por respuestas Th2, juega un papel crucial en la defensa contra estas infestaciones, sin embargo, los niños menos expuestos y con sistemas inmunológicos menos desarrollados, son más vulnerables a las helmintiasis, la expresión diferencial de genes putativos asociados a la virulencia en *A. lumbricoides* entre niños y adultos indígenas de Malasia puede proporcionar nuevas perspectivas para el desarrollo de terapias dirigidas y vacunas; en definitiva, la comprensión de las interacciones entre *A. lumbricoides* y el sistema inmunológico del huésped es crucial para abordar la cronicidad de estas enfermedades y desarrollar estrategias efectivas de control y tratamiento.(de Lima Corvino et al., 2024)

Ascaris reconocido desde el antiguo Egipto, se la puede comparar y relacionar con la lombriz de tierra, su estudio fue más detallado en el año de 1683 pero su ciclo de vida se lo definió en 1992, este gusano intestinal se encuentra en documentos antiguos, el papiro de Ebers comenta su existencia, e incluso una receta para el

tratamiento con antihelmíntico extraído de las raíces de la granada, medicina utilizada hasta mediados del siglo XX, se ha confundido con *Lumbricus* terrestres (lombriz de tierra), por la creencia de que los enfermos la sacaban de la tierra, por lo que se le denominó lumbricoides. Por todo un siglo se tenía la noción de que la hembra era de reproducción vivípara y sus larvas procedían del interior de ella, en 1856 se establecieron los cimientos para realizar su diagnóstico, al asociar los huevos en las heces fecales a la aparición de parásitos en fase adulta.

Biología del *Áscaris lumbricoides*

Áscaris lumbricoides, debido al tamaño de 15 a 30 cm, es el gusano intestinal más visible al ojo humano, se alojan en el interior del intestino delgado y no se adhieren en la capa mucosa, pero pueden pegarse en las paredes, cuando muere debido a medicamentos antihelmínticos o de manera espontánea estos son expulsados solos o en las heces fecales de la persona. Es conocido como el gusano intestinal de mayor tamaño en la adultez, la hembra toma un tamaño variable entre los 20-30 cm de longitud y un diámetro de 3-6 mm, mientras tanto el macho mide 15-20 cm de largo, con un diámetro de 2-4 mm. Su color puede ser blanco amarillento o rosado, y los sexos se pueden diferenciar macroscópicamente identificándose a la hembra debido a la terminación posterior que posee terminación recta, por otro lado, el macho establece una forma curva y espículas con capacidad retráctil y quintinosas, que son de utilidad para llevar a cabo la reproducción. En los adultos de *Áscaris lumbricoides*, el tiempo de vida es breve, aproximadamente de un año, tras el cual mueren y son eliminados de manera natural del cuerpo del hospedero, esta es la razón por la cual a veces se puede observar la expulsión de estos parásitos adultos sin necesidad de tratamiento médico, esta eliminación espontánea constituye lo que se conoce como curación espontánea, siempre y cuando los pacientes no se vuelvan a infestar desde el ambiente externo, dentro del intestino del hospedero, los adultos no se reproducen, ya que todas las infestaciones se originan a partir de huevos presentes en el ambiente, los cuales provienen de las heces de personas infectadas.(CABI, 2022)

Existen otras especies de *Ascaris* y géneros relacionados que infestan diferentes animales, morfológicamente, la especie más similar a *A. lumbricoides* es *Ascaris suum*, que infesta cerdos, pero no hay posibilidad de infestación cruzada entre estas especies, por otro lado, los ascarídeos de perros y gatos, pertenecientes al género *Toxocara*, pueden infestar al ser humano, pero permanecen en estado larvario y pueden causar el síndrome de migración larvaria visceral, los huevos fértiles de *A. lumbricoides*, identificables por su forma oval o redondeada y un diámetro mayor de aproximadamente 60 micras, provienen de hembras fecundadas, los que poseen tres membranas, una externa con protuberancias y dos internas lisas, coloreadas de café debido a la bilis y contienen un material granuloso que se desarrollará en larvas; en cambio, los huevos infértiles, menos comunes, provienen

de hembras no fecundadas y son más irregulares y alargados, con protuberancias externas grandes o ausentes, generalmente con una sola membrana, estos huevos no son infecciosos pero son importantes para el diagnóstico, ya que indican la presencia de hembras adultas de *Ascaris* en el intestino del hospedero.(CABI, 2022)

Actualmente estudios han realizado la caracterización genética y la expresión de genes putativos asociados a la virulencia en *Ascaris lumbricoides* mediante comparación genómica y selección de genes, inicialmente han utilizado la información genómica de *Toxocara canis* para inferir homólogos en *A. lumbricoides*, dado que comparten similitudes genéticas significativas con *Ascaris suum*, esta aproximación es fundamental ya que *A. suum* se utiliza como modelo cercano para estudiar *A. lumbricoides*, debido a la limitada disponibilidad de secuencias genómicas específicas para este último; posteriormente se ha determinado mediante extracción y análisis de ARN de *A. lumbricoides* adulto congelado, asegurando la pureza y la integridad del ARN obtenido, crucial para el éxito de análisis posteriores como la síntesis de ADNc y la PCR cuantitativa, que requieren alta calidad de ARN para obtener resultados precisos, es preciso señalar que han trabajado en diseño de cebadores y PCR in silico, basados en secuencias de homólogos de *T. canis* y *A. suum*, utilizando herramientas computacionales para garantizar la eficiencia y la especificidad de la amplificación, este paso es crítico para asegurar que los cebadores sean capaces de amplificar los genes de interés de *A. lumbricoides*, finalmente se han realizado PCR cuantitativa y análisis de expresión génica para cuantificar la expresión de genes específicos en muestras de *A. lumbricoides* de niños y adultos infectados, el uso de PCR cuantitativa permite comparar la expresión relativa de genes entre diferentes grupos de muestra, proporcionando datos cuantitativos sobre la actividad génica asociada a la virulencia.(Ramírez et al., 2025)

Con el objetivo de realizar el análisis bioinformático y de ontología genética los científicos han utilizado la base de datos de dominios conservados (CDD6) y análisis de ontología genética (GO) para caracterizar funcionalmente los genes identificados, lo que proporciona insights sobre las funciones biológicas y moleculares de los genes de interés en *A. lumbricoides*. Este procedimiento destaca resultados obtenidos de la expresión génica diferencial entre niños y adultos infectados, destacando las implicaciones de estos hallazgos para el entendimiento de la virulencia de *A. lumbricoides* y el desarrollo de estrategias terapéuticas, en efecto el estudio integra métodos avanzados de biología molecular con técnicas parasitológicas clásicas para investigar los genes asociados a la virulencia en *A. lumbricoides*, proporcionando un marco completo desde la extracción de ARN hasta la interpretación de los resultados obtenidos mediante técnicas de análisis genético y bioinformático. El estudio realizado sobre *Áscaris lumbricoides* en adultos y niños en una región endémica de Malasia ofrece una visión detallada sobre la expresión genética de genes potencialmente asociados a

la virulencia de este helminto. *A. lumbricoides* es la infección helmíntica más común en humanos, especialmente en áreas altamente endémicas donde la intensidad de la infección puede variar significativamente entre individuos dentro de una misma comunidad.

El análisis se centra en genes que podrían estar relacionados con la virulencia de *A. lumbricoides*, utilizando secuencias de genes predichas inicialmente basadas en homologías con *A. suum* y luego confirmadas con el genoma recientemente publicado de *A. lumbricoides*, entre los genes estudiados, se destacan tres por su significativa sobreexpresión en gusanos adultos comparados con gusanos de niños infectados: VENOM, CADHERINA y PEBP; el gen VENOM, cuya expresión se incrementa notablemente en adultos infectados, es homólogo a la familia de proteínas SCP/TAPS, conocidas por su capacidad de modular respuestas inmunes del huésped y potencialmente facilitar la invasión y el establecimiento parasitario, esta proteína podría desempeñar un papel crucial en la interacción entre el parásito y el sistema inmunológico del huésped, posiblemente facilitando la supervivencia del parásito durante la infección crónica. CADHERINA, otro gen con una expresión significativamente elevada en adultos infectados, pertenece a la superfamilia de las cadherinas, implicadas en la adhesión célula-célula, aunque su función exacta en helmintos parásitos no está completamente entendida, se sugiere que puede estar involucrada en la adhesión y la estructura celular, posiblemente facilitando la estabilidad y el mantenimiento del parásito en el hospedero.(Wang, 2021)

PEBP, un gen que experimenta un aumento significativo en su expresión en adultos infectados, es conocido por su conservación en diferentes organismos y su capacidad para modular varias vías de señalización intracelular, en otros helmintos como *Trichuris muris*, se ha demostrado que proteínas PEBP están involucradas en la evasión inmune y la modulación de respuestas celulares, lo que sugiere que en *A. lumbricoides* también podría tener un papel crucial en la adaptación y supervivencia parasitaria; el estudio destaca la importancia de entender cómo estos genes de virulencia potencial contribuyen a la adaptación y persistencia de *A. lumbricoides* en el hospedero humano, especialmente en adultos donde la carga parasitaria puede ser más alta y la respuesta inmune más compleja y diferencial comparada con la de los niños, estos hallazgos no solo amplían el conocimiento sobre la biología molecular de *A. lumbricoides*, sino que también pueden tener implicaciones para el diseño de estrategias terapéuticas más efectivas y específicas en el futuro.(Wang, 2021)

Ciclo de vida

De la materia fecal los huevos se desplazan para incrustarse en la superficie del suelo, los huevos fertilizados se transmiten de forma oral a medida que eclosionan, llegan al intestino delgado como larva joven para su absorción, en este punto comienzan a diseminarse por medio del torrente sanguíneo hasta llegar a los

pulmones y luego al tracto digestivo, donde alcanza su forma adulta en el intestino delgado, a veces, aunque es raro, migran a sitios ectópicos y causan daños severos, ya que las larvas adultas viven alrededor de un año.

En efecto, la hembra de *Ascaris lumbricoides* exhibe una alta capacidad reproductiva, estimándose que produce alrededor de 200,000 huevos en un solo día, lo cual facilita su detección en las heces humanas incluso en infecciones leves, los huevos fertilizados se eliminan con las heces y su destino depende del entorno donde caigan, en condiciones de humedad y sombra, y con temperaturas entre 15°C y 50°C, los huevos desarrollan larvas en 2 a 8 semanas, convirtiéndose en formas infectivas que pueden persistir varios meses; cuando estos huevos infectantes son ingeridos, las larvas emergen en el intestino delgado, migran a través del sistema circulatorio y los pulmones, y luego regresan al intestino delgado, donde maduran hasta convertirse en adultos. (Phuphisut et al., 2022)

Durante su migración, atraviesan la pared intestinal hasta alcanzar los capilares, desde donde son transportadas por el sistema venoso o linfático hacia el corazón derecho y los pulmones, en los alvéolos pulmonares, las larvas mudan dos veces, crecen y permanecen por varios días antes de ser expulsadas a través de las vías respiratorias, llegar a la laringe, ser deglutidas y regresar finalmente al intestino delgado, donde alcanzan la madurez como parásitos adultos. El período desde la ingestión del huevo infectante hasta que la hembra adulta comienza a producir huevos detectables en las heces, conocido como período prepatente, es de aproximadamente 2 meses, con un tiempo total de desarrollo hasta la adultez que ronda los mes y medio.

Por otra parte, el parásito genera cambios anatomopatológicos durante su etapa de migración también en la fase de estado adulto; así también muestra cambios debido a la movilización irregular de larvas y adultos, los efectos patológicos dados por *Áscaris*, se localizan en varios lugares, las larvas pueden generar brechas de capilares ubicados en la pared alveolar al atravesar el pulmón, produciendo así inflamación y hemorragia, en su manifestación como síndrome de Loeffler, algunas veces las larvas no lo hacen de la manera antes dicha, de lo contrario, pasan a través de los capilares a la circulación arterial y luego se esparcen a varios órganos, lo que conduce a la aparición de granulomas de cuerpos extraños. (Jackson & Wechsler, 2022)

Los parásitos en una vida adulta provocan irritación en la capa mucosa del intestino delgado, cuando exceden en número se entrelazan y causar obstrucción intestinal, las complicaciones más peligrosas que ocurren debido a la migración de lombrices intestinales a diferentes partes del cuerpo son en efecto las producidas en el conducto biliar, la invasión del colédoco y la obstrucción de los conductos biliares es un evento común. Los granulomas de cuerpo extraño se pueden observar en calidad de nódulos blanco-amarillentos, en el microscopio se identifican

eosinófilos, monocitos, células gigantes, centros necróticos. Si el parásito muere al interior del hígado origina un punto de necrosis, los huevos del parásito en los canales biliares originan algunos cálculos coledocianos, en el páncreas puede producir una pancreatitis, otras migraciones menos frecuentes, son hacia el apéndice, boca o fosas nasales. (Mewara et al., 2023)

Manifestaciones clínicas

Como se ha mencionado en párrafos anteriores la transmisión ocurre por la ingestión fecal-oral de huevos infectivos del gusano, que maduran en el suelo bajo condiciones ambientales óptimas, los huevos de *Ascaris*, al ser ingeridos, se activan en el tracto gastrointestinal liberando larvas en el duodeno, donde se desarrollan y alcanzan la madurez en el intestino delgado, preferentemente en el yeyuno, desde allí, las larvas migran por el sistema portal hacia el hígado, las venas hepáticas, el corazón y los pulmones antes de ser deglutidas y regresar al intestino delgado, donde se convierten en gusanos adultos, la mayoría de las infecciones son asintomáticas, pero en casos severos pueden presentarse síntomas como fiebre, vómitos, dolor abdominal, e incluso manifestaciones pulmonares debido a la migración larval.(Bowman, 2021)

La ascariasis también puede complicar el sistema hepatobiliar y pancreático, causando inflamación, infección y obstrucción, especialmente en pacientes con historial de intervenciones quirúrgicas en países endémicos, la presencia de *Ascaris lumbricoides* en la vesícula biliar generalmente se manifiesta como colecistitis aguda alitiásica, esta invasión es posible debido a que el ciclo vital del parásito implica la migración desde el intestino delgado, donde los gusanos adultos pueden vivir hasta uno o dos años, hacia el sistema biliar a través de la papila duodenal mayor, aunque la migración a la vesícula biliar es poco frecuente debido a la anatomía restrictiva del conducto cístico, una alta carga de gusanos puede facilitar esta migración, resultando en obstrucción y colecistitis aguda.

En efecto la presentación clínica puede variar desde ser asintomática hasta síntomas gastrointestinales graves y complicaciones infecciosas como colangitis y pancreatitis, las complicaciones asociadas incluyen obstrucción biliar, formación de cálculos, abscesos hepáticos, y sepsis, con potencial de severas consecuencias como estenosis y necrosis ductal, a pesar de estas complicaciones, la mortalidad es baja, afectando menos del 2% de los casos.(Chaurasia & Bhoi, 2020)

La alta infestación de gusanos puede llevar a complicaciones adicionales como obstrucción intestinal, perforación, y abscesos hepáticos, en efecto, aunque infrecuente; la ascariasis biliar puede provocar serias consecuencias clínicas que requieren un manejo integral y cuidadoso para minimizar complicaciones y mejorar el pronóstico del paciente; en términos generales las primeras manifestaciones clínicas generalmente afectan el tracto respiratorio, ocasionalmente con síntomas

leves que pueden confundirse con un resfriado común, en casos más severos, pueden presentarse tos, expectoración y fiebre debido a una mayor invasión larvaria, acompañados a veces por síndrome de Löeffler, caracterizado por un cuadro respiratorio agudo que simula neumonía atípica y puede incluir eosinofilia y síntomas alérgicos tipo asmático, este síndrome es más común en personas infestadas por primera vez o en áreas no endémicas. Ocasionalmente, las larvas pueden migrar hacia la circulación arterial y establecer granulomas en diversos órganos como el ojo, sistema nervioso central y vísceras, causando síntomas neurológicos variados, incluyendo convulsiones, también se han reportado manifestaciones como chasquido de dientes y prurito nasal, aunque su relación directa con la parasitosis no está bien establecida, la migración de los parásitos puede ser desencadenada por fiebre o ciertos medicamentos. (Rocha Torres Gonçalves & Carvalho Horta Barbosa, 2025)

Los parásitos adultos en el intestino delgado causan irritación mecánica, lo que se traduce comúnmente en dolor abdominal difuso, a veces acompañado de diarrea, meteorismo, náuseas y vómitos, incluso un solo *Ascaris* puede provocar síntomas debido a su constante movimiento en busca de apareamiento, en casos severos, pueden formarse nudos de gusanos que causan síndromes de suboclusión u oclusión intestinal, caracterizados por dolor abdominal intenso, vómitos y ausencia de evacuaciones, a veces con eliminación de gusanos por boca y nariz, se ha reportado la infestación intestinal de *Ascaris suum* que condujo a un cuadro caracterizado por dolor abdominal, náusea que lleva al vómito, distensión abdominal, vólvulo intestinal y mesenteritis; que fue extraída mediante enterotomía en un paciente de 75 años de edad. La ascariosis puede interferir con la nutrición, causando anorexia y disminuyendo la utilización de nutrientes como carbohidratos, grasas y proteínas, este efecto es más pronunciado en niños desnutridos, donde se ha observado mejoría en el peso después de desparasitarlos repetidamente.

Las migraciones de los parásitos pueden causar síntomas según el órgano afectado, como se ha indicado, la invasión al sistema biliar puede provocar un síndrome de obstrucción biliar similar al causado por cálculos biliares, con síntomas como dolor hepático, ictericia, fiebre y leucocitosis, las migraciones también pueden llevar a la formación de abscesos hepáticos piógenos, indistinguibles de otros abscesos hepáticos. De lo expuesto se puede colegir que el parásito *Ascaris lumbricoides* puede causar una variedad de manifestaciones clínicas que van desde síntomas respiratorios y alérgicos hasta complicaciones intestinales y migratorias severas, dependiendo de la carga parasitaria y la respuesta del huésped, el manejo adecuado deberá incluir medidas para reducir la carga parasitaria y tratar las complicaciones asociadas según sea necesario. (Palkowski, 2024)

En un estudio que tuvo una duración de tres años, se identificaron un total de 11 pacientes con ascariasis apendicular, con una notable predominancia en hombres,

donde diez de los once casos (91%) correspondían a hombres y uno a una mujer (9%), la detección de gusanos en el apéndice ocurrió durante intervenciones quirúrgicas destinadas a tratar obstrucción intestinal causada por *Ascaris lumbricoides*, de los casos analizados, se observó que la mayoría presentaba obstrucción intestinal por gusanos (63.6%), mientras que un paciente (9%) presentaba obstrucción debida a adherencias no relacionadas con *Ascaris*, dos pacientes (18%) mostraban apendicitis y un paciente (9%) presentaba peritonitis; se encontraron gusanos de manera incidental en el apéndice de cinco pacientes (45.4%) durante la manipulación quirúrgica, en dos pacientes (18%) a través de una enterotomía para la extracción de gusanos, y durante la apendicectomía por apendicitis en dos pacientes (18%), también se encontraron gusanos incidentalmente durante la apendicectomía en un paciente (9%) con obstrucción intestinal por adherencias y en otro paciente (9%) con apéndice perforado.

El número de gusanos encontrados en el apéndice varió entre uno y tres en los casos reportados, una característica distintiva fue la observación de que los gusanos estaban ubicados con la cabeza en la base y la cola en la punta del apéndice, en un caso (9%), se identificaron cinco gusanos en la cavidad peritoneal después de la perforación del apéndice, solo tres de los pacientes (27.2%) presentaron evidencia histopatológica de apendicitis asociada a *Ascaris*, mientras que en los otros ocho casos, el apéndice fue considerado histopatológicamente normal, durante la laparotomía, se confirmó la presencia de gusanos en la pared del apéndice en tres pacientes (27.2%), siempre observándose gusanos vivos cuando se realizaba el diagnóstico intraoperatorio.(Holland et al., 2022)

Diagnóstico

El Examen microscópico permite encontrar de una forma rápida los huevos del parásito en las materias fecales, no obstante, estos se aprecian a los 40 días de la infestación, el número de huevos encontrados por cada gramo de materia fecal va a determinar la gravedad de la infección, por lo cual si se encuentra menos de 10000 la infestación es leve, si es entre 10000 y 20000 es mediana y si es más de 20000 es intensa, también es factible la identificación directa de parásitos en fase adulta es decir un método de diagnóstico que se compone de la identificación de parásitos adultos a partir de la observación y descripción que realiza el paciente al médico o personal de laboratorio, de la misma manera las imágenes radiológicas pueden caracterizarse por la aparición de un defecto de opacidad en el abdomen en forma de líneas, este tipo de prueba es muy importante en la determinación hepato-biliar y de la ascariasis pancreática, si bien el examen radiográfico es poco satisfactorio para identificar el parásito en el vía biliar, la ecografía ha demostrado ser un examen imagenológico no invasivo y seguro con una excelente sensibilidad; en ocasiones en las que la ecografía y la tomografía computarizada no arrojan

resultados específicos, la colangiografía por resonancia magnética puede ser de utilidad diagnóstica en la ascariasis biliar. (Maurelli et al., 2021)

Epidemiología

La ascariasis es la infestación por helmintos intestinales más común a nivel global, se presenta en todos los países, pero su prevalencia es significativamente mayor en regiones tropicales y subtropicales con condiciones sanitarias deficientes, esta enfermedad afecta principalmente a niños entre 2 y 10 años, con una disminución en la incidencia conforme aumenta la edad, debido a que desarrollan mayor inmunidad y mejores prácticas de higiene lo que reduce la prevalencia en los grupos de mayor edad; las cifras actuales indican que alrededor de 500 millones de personas en todo el mundo están infestadas con *Ascaris lumbricoides*, esta alta carga de enfermedad tiene un impacto significativo en la salud pública, especialmente en áreas rurales y empobrecidas, la ascariasis puede provocar retraso en el crecimiento y problemas de desarrollo cognitivo en los niños afectados, esto se debe a que el parásito consume nutrientes del huésped y puede causar malabsorción de alimentos, por tanto constituye un factor importante en el desarrollo de desnutrición, particularmente en áreas donde las condiciones higiénicas son deficientes; anualmente, se atribuyen entre 2.000 y 10.000 muertes a la ascariasis, siendo la mayoría de estas debido a complicaciones como obstrucción intestinal o de vías biliares, especialmente en niños. En los Estados Unidos, los casos son más frecuentes entre refugiados, inmigrantes o viajeros que regresan de áreas endémicas tropicales, la vigilancia y tratamiento en estas poblaciones son esenciales para controlar la propagación en países con mejores condiciones sanitarias; como se ha mencionado, la ascariasis puede causar una variedad de complicaciones, siendo las más graves la obstrucción intestinal y la obstrucción de las vías biliares, particularmente comunes en niños debido al tamaño relativamente grande de los parásitos en comparación con el tracto digestivo.

La prevención de la ascariasis se basa en mejorar las condiciones sanitarias y promover la higiene personal, esto incluye el acceso a agua potable, la construcción de instalaciones sanitarias adecuadas y la educación sobre prácticas higiénicas, como el lavado de manos; en áreas endémicas, los programas de desparasitación masiva pueden reducir significativamente la carga de la enfermedad, estos programas suelen administrarse a través de campañas escolares, dado que los niños son el grupo de mayor riesgo. En efecto la ascariasis sigue siendo una preocupación importante de salud pública en muchas partes del mundo, la alta prevalencia en regiones tropicales y subtropicales con malas condiciones sanitarias resalta la necesidad de intervenciones efectivas para mejorar la infraestructura sanitaria y promover la higiene, aunque es menos común en países desarrollados, sigue siendo relevante para ciertas poblaciones, lo que subraya la importancia de

estrategias de vigilancia y tratamiento continuas para controlar la propagación de la enfermedad.(Holland et al., 2022)

Tratamiento

Es importante señalar que en todos los casos de infestación se debe tratar tanto a los pacientes sintomáticos como asintomáticos, en infestaciones mixtas, priorizar el tratamiento de la ascariasis antes que otras helmintiasis. El tratamiento antiparasitario de elección es mebendazol vía oral (VO) 100 mg, cada 12 horas durante 3 días o 500 mg vía oral en dosis única; es factible utilizar como alternativa albendazol vía oral (VO) a dosis única de 400 mg en ayunas, independientemente de la edad. El tratamiento de segunda elección es pirantel vía oral (VO), 10 mg/kg (máximo 1 g/dosis) en dosis única, recomendado, por ejemplo, en mujeres en etapa de gestación o durante la lactancia. Si el tratamiento inicial no elimina el parásito adulto confirmado en laboratorio, se debe repetir el tratamiento.

Tratamiento Sintomático, durante la fase pulmonar de la ascariasis se recomienda utilizar agonistas β_2 por vía inhalatoria o considerar glucocorticoides vía oral según necesidad, evitar administrar antiparasitarios en esta fase debido a la falta de eficacia demostrada contra las larvas en los pulmones; en indispensable realizar seguimiento y control después de algunos meses, realizar un control de heces para confirmar la forma intestinal e instaurar un tratamiento antiparasitario adecuado en caso de confirmación de la forma intestinal persistente, en casos complicados es posible requerir intervención quirúrgica (laparotomía y extracción de áscaris). Este esquema de tratamiento presentado para ascariasis, sigue las recomendaciones basadas en evidencia actualizada para asegurar la efectividad y manejo adecuado de la infestación en pacientes de diferentes grupos poblacionales.(Chai et al., 2021)

En resumen, la ascariasis causada por *Áscaris lumbricoides*, es una geohelmintiasis prevalente globalmente, afectando entre 800 millones y 1.2 mil millones de personas anualmente, la mayoría de los casos ocurren en niños, especialmente entre 3 y 8 años, y es más común en áreas cálidas y húmedas, la distribución geográfica muestra alta prevalencia en Asia y partes de África, mientras que las Américas también son afectadas, aunque en menor medida. El tratamiento habitual incluye albendazol, mebendazol, levamisol y pamoato de pirantel, sin embargo, la reinfestación es común debido a deficiencias en agua potable y saneamiento, se han investigado antígenos helmínticos para desarrollar vacunas y terapias nuevas, enfocándose en cómo estos parásitos evaden la respuesta inmune del huésped. *Ascaris lumbricoides* es el nematodo intestinal más grande, alcanzando 15-30 cm de longitud en adultos, las hembras son más grandes (20-30 cm) que los machos (15-20 cm) y producen hasta 200,000 huevos diariamente, que son excretados en las heces, el ciclo de vida incluye la migración larval a través de pulmones y tracto digestivo, madurando a adultos en intestino delgado. Estudios recientes han caracterizado genes asociados a virulencia, como VENOM, CADHERINA y PEBP,

que están sobre expresados en adultos, implicados en la modulación inmune y la adaptación parasitaria, la expresión génica diferencial entre adultos y niños proporciona insights para futuras terapias dirigidas y vacunas. Los huevos de *Ascaris*, al eclosionar en el suelo, liberan larvas que infectan a humanos por ingestión fecal-oral, las larvas migran a través del cuerpo hasta el intestino delgado, causando síntomas variados como obstrucción intestinal, migraciones ectópicas a conductos biliares y complicaciones respiratorias, las migraciones larvales pueden inducir síndromes como Loeffler y manifestaciones neurológicas. La mayoría de las infecciones son asintomáticas, pero síntomas como dolor abdominal, vómitos, fiebre y complicaciones como obstrucción biliar y abscesos hepáticos pueden ocurrir, la infestación de gusanos en el apéndice es rara, pero puede llevar a apendicitis aguda o complicaciones postoperatorias; la ascariasis sigue siendo una preocupación de salud pública en áreas endémicas, con impactos significativos en la salud y el desarrollo infantil, el entendimiento de la biología molecular y la virulencia del parásito es crucial para mejorar las estrategias de control y tratamiento, incluyendo la búsqueda de nuevas terapias y vacunas, se destaca la complejidad de la ascariasis como una enfermedad parasitaria globalmente prevalente, subrayando la necesidad continua de investigación para abordar sus desafíos clínicos y epidemiológicos.

Actividades

Actividad 1

Realice un mapa conceptual colaborativo de la patogénesis de *Trichuris trichiura* con el objetivo de comprender y representar gráficamente el proceso patogénico de *Trichuris trichiura* y sus interacciones con el sistema inmune.

- Metodología: Trabajo en grupo (4-5 estudiantes).
- Instrucciones:
 - Analicen el proceso desde la ingestión de huevos hasta el desarrollo de la respuesta inmune.
 - Identifiquen elementos clave: penetración, inflamación, secreciones inmunomoduladoras, daño tisular.
 - Elaboren un mapa conceptual utilizando papelógrafos o plataformas como Miro o Canva.
- Producto esperado: Presentación del mapa en clase, justificación de conexiones establecidas y retroalimentación entre grupos.

Actividad 2

Rueda de expertos en relación al tratamiento y resistencia a antihelmínticos con el objetivo de explorar en profundidad las opciones terapéuticas y el riesgo de resistencia.

- Metodología: Panel rotativo.
- Instrucciones:
 - Se forman 4 grupos: albendazol, mebendazol, resistencia farmacológica, medidas complementarias.
 - Cada grupo se convierte en experto de su tema y rota explicándolo a los otros grupos.
- Producto esperado: Ficha técnica individual que resuma los puntos clave de cada tema.

Actividad 3

Foro de reflexión sobre desafíos en el control de la tricocefalosis con el objetivo de promover la reflexión crítica sobre los desafíos sociales, económicos y sanitarios.

- Metodología: Foro de discusión en línea o presencial.
- Instrucciones:
 - Cada estudiante responde inicialmente de forma escrita a la pregunta: ¿Cuál es el mayor obstáculo para controlar la tricocefalosis en poblaciones vulnerables?
 - Luego se realiza una discusión abierta moderada por el docente.
- Producto esperado: Participación activa con aportes fundamentados y una reflexión final individual.

Actividad 4

Realice una línea de tiempo que incluya ciclo de vida y síntomas clínicos del Tricocéfalo con el objetivo de relacionar la evolución del parásito con el desarrollo de los síntomas.

- Metodología: Actividad gráfica en parejas.
- Instrucciones:
 - Dibujar una línea de tiempo que incluya desde la ingestión de huevos hasta la aparición de síntomas y resolución post-tratamiento.
 - Marcar los momentos donde ocurre el daño patológico.
- Producto esperado: Línea de tiempo con explicación oral breve.

Actividad 5

Elabore un mapa conceptual colaborativo sobre la anatomía, ciclo y patogenia del *Áscaris lumbricoides* con el objetivo de comprender las relaciones entre morfología, ciclo biológico y mecanismos patógenos del parásito.

- Metodología: Trabajo en grupos pequeños con exposición.
- Instrucciones:
 - Cada grupo elabora un mapa conceptual con los siguientes ejes: morfología, hábitat, fases del ciclo, migración larvaria, síntomas, complicaciones.
 - Usan cartulinas, papelógrafos o herramientas digitales (Miro, Canva, CmapTools).
- Producto esperado: Mapa conceptual expuesto y retroalimentado en plenaria.

Actividad 6

Estudio de caso clínico con el tema de obstrucción intestinal por *Áscaris* con el objetivo de aplicar conocimientos en contexto clínico real.

- Metodología: Resolución en grupo con guía docente.
- Instrucciones:
 - Se entrega un caso de niño con dolor abdominal, vómitos y antecedentes de parasitosis.
 - Los grupos responden preguntas: ¿Cuál es el diagnóstico probable? ¿Qué exámenes se indican? ¿Tratamiento?
- Producto esperado: Presentación escrita del caso resuelto con justificación.

Actividad 7

Foro-debate sobre la pregunta ¿Desparasitación masiva o selectiva?, con el objetivo de fomentar el pensamiento crítico sobre políticas de salud pública.

- Metodología: Debate estructurado en clase o en línea.
- Instrucciones:
 - Mitad del curso defiende la desparasitación masiva, la otra mitad la desparasitación dirigida.
 - Argumentan con evidencia científica, datos de OMS/OPS y experiencias nacionales.
- Producto esperado: Conclusiones grupales y reflexión individual escrita.

Actividad 8

Diario reflexivo con el tema “Mi primer encuentro con Áscaris”, con el objetivo de estimular la reflexión personal sobre creencias, temores o prejuicios frente a enfermedades parasitarias.

- Metodología: Redacción individual.
- Instrucciones:
 - Cada estudiante escribe un breve diario desde la perspectiva de un niño o madre de familia en una comunidad endémica.
 - Describen emociones, acceso a salud, barreras para el tratamiento.
- Producto esperado: Diario escrito o relato oral.

Actividad 9

Podcast o video corto sobre educación comunitaria con el objetivo de traducir el conocimiento académico a un lenguaje accesible.

- Metodología: Producción grupal multimedia.
- Instrucciones:
 - Graban un audio/video de 3-5 minutos sobre: qué es Áscaris, cómo se transmite, consecuencias, y cómo prevenirlo.
 - Enfocado a público general (niños, padres de familia, promotores de salud).
- Producto esperado: Podcast/video con difusión en plataforma educativa o comunitaria.

Actividad 10

Análisis de políticas de salud y Programas de control de helmintos con el objetivo de relacionar la teoría con programas de control nacionales o internacionales.

- Metodología: Lectura crítica y discusión grupal.
- Instrucciones:
 - Se analiza un documento (ej. guía de la OMS o Ministerio de Salud).
 - Se responden preguntas: ¿qué estrategias se aplican? ¿cómo se evalúa el impacto? ¿cuáles son los retos?
- Producto esperado: Informe corto y exposición oral.

Bibliografía

- Abo-Zaid, M. A., & Hamdi, A. A. (2022). Evaluation of immune response and haematological parameters in infected male albino rats by giardiasis. *Parasite Immunology*, 44(4-5), e12908. <https://doi.org/10.1111/pim.12908>
- Adam, R. D. (2021). Giardia duodenalis: Biology and pathogenesis. *Clinical Microbiology Reviews*, 34(4), e0002419. <https://doi.org/10.1128/CMR.00024-19>
- Akelew, Y., Whitehead, B., & Nejsum, P. (2022). Longevity of Trichuris trichiura infection in the human host. *Journal of Travel Medicine*, 29(7). <https://doi.org/10.1093/jtm/taac087>
- Aleshnick, M., Ganusov, V. V., Nasir, G., Yenokyan, G., & Sinnis, P. (2020). Experimental determination of the force of malaria infection reveals a non-linear relationship to mosquito sporozoite loads. *PLoS Pathogens*, 16(5), e1008181. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1008181>

- Al-Khlifeh, E., Tarawneh, A. S., Almohammadi, K., Alrashidi, M., Hassanat, R., & Hassanat, A. B. (2025). Decision tree-based learning and laboratory data mining: an efficient approach to amebiasis testing. *Parasites & Vectors*, 18(1), 33. <https://doi.org/10.1186/s13071-024-06618-6>
- Alves, D. A., Trêpa, J., Sousa-Baptista, J., Pereira-Vaz, J., & Tomé, R. (2025). Disseminated histoplasmosis as a presentation of advanced HIV-1 infection in a non-endemic country. *Cureus*, 17(2), e78581. <https://doi.org/10.7759/cureus.78581>
- Amann, S. O., Lewis, J. T., Desai, M. A., & Lewis, M. D. (2020). Common variable immunodeficiency enteropathy with chronic giardiasis. *Mayo Clinic Proceedings*. *Mayo Clinic*, 95(6), 1293-1294. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2020.02.024>
- Anders, J., König, C., Lender, C., Hellhund, A., Nehls, S., Shalabi, I., Honecker, B., Lorenzen, S., Meyer, M., Matthiesen, J., Cadar, D., Roeder, T., Galal Metwally, N., Lotter, H., & Bruchhaus, I. (2023). Genes differentially expressed between pathogenic and non-pathogenic *Entamoeba histolytica* clones influence pathogenicity-associated phenotypes by multiple mechanisms. *PLoS Pathogens*, 19(12), e1011745. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1011745>
- Ankri, S. (2021). *Entamoeba histolytica*-gut Microbiota interaction: More than meets the eye. *Microorganisms*, 9(3), 581. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9030581>
- Antonio-Campos, A., Farfán-Pira, K. J., Díaz-Fonseca, A. D., Ochoa-Velasco, C., Hernández-Carranza, P., & Torres-Cifuentes, D. M. (2025). Amebiasis in

- Mexico, 2014-2023. *Emerging Infectious Diseases*, 31(2), 359-362.
<https://doi.org/10.3201/eid3102.241507>
- Arredondo Montero, J., & Bronte Anaut, M. (2022). Acute appendicitis and Enterobius Vermicularis: A rare association? *Annales de Pathologie*, 42(6), 497-498. <https://doi.org/10.1016/j.annpat.2021.11.003>
- Barda, B. (2022). Ivermectin and albendazole against Trichuris trichiura: a long and winding road [Review of *Ivermectin and albendazole against Trichuris trichiura: a long and winding road*]. *The Lancet Infectious Diseases*, 22(1), 10-12. Elsevier BV. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(21\)00498-9](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(21)00498-9)
- Basnuevo, J. G., & Figares, E. (1956). Diagnosis & treatment of the dysentery caused by Trichuris trichiura, Entamoeba histolytica & Balantidium coli. *Revista Kuba de medicina tropical y parasitologia*, 12(7-12), 60-67.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13453999>
- Behniafar, H., Sepidarkish, M., Tadi, M. J., Valizadeh, S., Gholamrezaei, M., Hamidi, F., Pazoki, H., Alizadeh, F., Kianifard, N., Nooshabadi, M. S., Bagheri, K., Hemmati, F., Hemmati, T., Tori, N. A., Siddiq, A., & Rostami, A. (2024). The global prevalence of Trichuris trichiura infection in humans (2010-2023): A systematic review and meta-analysis. *Journal of Infection and Public Health*, 17(5), 800-809. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2024.03.005>
- Bowman, D. D. (2021). Ascaris and Toxocara as foodborne and waterborne pathogens. *Research in Veterinary Science*, 135, 1-7.
<https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.12.017>
- CABI. (2022). Ascaris. *CABI Compendium*, CABI Compendium.
<https://doi.org/10.1079/cabicompendium.103902>

- Cai, W., Ryan, U., Xiao, L., & Feng, Y. (2021). Zoonotic giardiasis: an update. *Parasitology Research*, 120(12), 4199–4218. <https://doi.org/10.1007/s00436-021-07325-2>
- Chai, J.-Y., Jung, B.-K., & Hong, S.-J. (2021). Albendazole and mebendazole as anti-parasitic and anti-cancer agents: An update. *The Korean Journal of Parasitology*, 59(3), 189–225. <https://doi.org/10.3347/kjp.2021.59.3.189>
- Chaurasia, V., & Bhoi, S. (2020). Ascaris in the stomach. *The New England Journal of Medicine*, 383(22), e122. <https://doi.org/10.1056/NEJMicm2007312>
- Chen, C.-H., Cheng, W.-H., Syue, L.-S., Li, M.-C., & Tsai, C.-S. (2025). Entamoeba histolytica and Cryptosporidium co-infections in an HIV-infected, viral suppressed patient with a normal CD4 count. *Wei Mian Yu Gan Ran Za Zhi [Journal of Microbiology, Immunology, and Infection]*, 58(1), 154–155. <https://doi.org/10.1016/j.jmii.2024.12.008>
- Chen, H., Zhou, X., Ren, B., & Cheng, L. (2020). The regulation of hyphae growth in Candida albicans. *Virulence*, 11(1), 337–348. <https://doi.org/10.1080/21505594.2020.1748930>
- Chen, X., & Wang, Z. (2025). Trichuris trichiura infection in children: Two case reports and literature review. *Medicine*, 104(16), e42114. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000042114>
- Chhetri, S., Al Mamari, A. H., Al Awfi, M. M., Al Khaldi, N. H. N., Abed, N. M., Pandak, N., Khamis, F., Balushi, Z. A., Alalawi, R. M. K., Al Lawati, S., Ba’Omar, M., Shukaili, N., & Al-Abri, S. (2023). Enterobius vermicularis related acute appendicitis: A case report and review of the literature. *Infectious Disease Reports*, 15(4), 417–424. <https://doi.org/10.3390/idr15040042>

- Coffey, C. M., Collier, S. A., Gleason, M. E., Yoder, J. S., Kirk, M. D., Richardson, A. M., Fullerton, K. E., & Benedict, K. M. (2021). Evolving epidemiology of reported giardiasis cases in the United States, 1995-2016. *Clinical Infectious Diseases: An Official Publication of the Infectious Diseases Society of America*, 72(5), 764-770. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa128>
- Coyne, J. D., Charan, V., & Ganjifrockwala, A. (2020). Enterobius vermicularis in a tubulovillous adenoma. *International Journal of Surgical Pathology*, 28(6), 651-652. <https://doi.org/10.1177/1066896919888586>
- Cruz, K., Marcilla, A., Kelly, P., Vandenplas, M., Osuna, A., & Trelis, M. (2021). Trichuris trichiura egg extract proteome reveals potential diagnostic targets and immunomodulators. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 15(3), e0009221. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009221>
- Culleton, R., Pain, A., & Snounou, G. (2023). Plasmodium malariae: the persisting mysteries of a persistent parasite. *Trends in Parasitology*, 39(2), 113-125. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2022.11.008>
- De Kostha, Y. B. N. S., Pathirana, S. L., Handunnetti, S. M., & Gunawardena, S. (2022). Characterization of antigens of Enterobius vermicularis (pinworm) eggs. *Scientific Reports*, 12(1), 14414. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18303-8>
- de Lima Corvino, D., Fernandez, A., & Romero, M. V. (2024). Ascariasis. En *Encyclopedia of Food Safety* (pp. 547-555). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-822521-9.00038-1>

- Dick, C. W., Verrett, T. B., Webala, P. W., & Patterson, B. D. (2023). Nycteribiid bat flies (Arthropoda, Insecta, Diptera, Nycteribiidae) of Kenya. *ZooKeys*, 1169, 65–85. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1169.102800>
- Dixon, M. W. A., & Tilley, L. (2021). Plasmodium falciparum goes bananas for sex. *Molecular and Biochemical Parasitology*, 244(111385), 111385. <https://doi.org/10.1016/j.molbiopara.2021.111385>
- Duque, S., Arévalo, A., & Nicholls, R. S. (2021). Parasitology in Colombia: An overview. *Biomedica: Revista Del Instituto Nacional de Salud*, 41(Supl. 1), 5–7. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34111335>
- Edward, S., & Shaban, N. (2025). Deterministic compartmental model for optimal control strategies of Giardiasis infection with saturating incidence and environmental dynamics. *Healthcare Analytics*, 7(100383), 100383. <https://doi.org/10.1016/j.health.2025.100383>
- Else, K. J., & Gibbs, J. E. (2022). Parasites-The importance of time. *Parasite Immunology*, 44(3), e12906. <https://doi.org/10.1111/pim.12906>
- Ergüden Gürbüz, C., Gülmez, A., Özkoç, S., Inceboz, T., Miman, Ö., Aksoy, Ü., & Bayram Delibaş, S. (2020). Distribution of intestinal parasites detected between September 2011-2018 at Dokuz Eylül university medical faculty hospital. *Türkiye Parazitoloji Dergisi [Acta Parasitologica Turcica]*, 44(2), 83–87. <https://doi.org/10.4274/tpd.galenos.2020.6662>
- Fantinatti, M., & Da-Cruz, A. M. (2023). Enterobius vermicularis in Brazil: An integrative review. *Revista Da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 56, e00732023. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0073-2023>

- Ferrer-Inaebnit, E., Metzger, A., Naef, M., & Fringeli, Y. (2022). Taenia saginata: unexpected finding during laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass. *The British Journal of Surgery*, 109(10), 903. <https://doi.org/10.1093/bjs/znac115>
- Fuentes-Valenzuela, E., Carbajo, A. Y., Fernández-Prada, S. J., Martínez Lara, C., & García-Pajares, F. (2022). Cecal ameboma and a liver abscess mimicking metastatic colonic cancer. An autochthonous infectious disease in Spain? *Revista Espanola de Enfermedades Digestivas: Organo Oficial de La Sociedad Espanola de Patologia Digestiva*, 114(10), 634-635. <https://doi.org/10.17235/reed.2022.8854/2022>
- Gao, H., Bai, L., Jiang, Y., Huang, W., Wang, L., Li, S., Zhu, G., Wang, D., Huang, Z., Li, X., Cao, J., Jiang, L., Jacobs-Lorena, M., Zhan, S., & Wang, S. (2021). A natural symbiotic bacterium drives mosquito refractoriness to Plasmodium infection via secretion of an antimalarial lipase. *Nature Microbiology*, 6(6), 806-817. <https://doi.org/10.1038/s41564-021-00899-8>
- Giarratana, F., Nalbone, L., Napoli, E., Lanzo, V., & Panebianco, A. (2021). Prevalence of Balantidium coli (Malmsten, 1857) infection in swine reared in South Italy: A widespread neglected zoonosis. *Veterinary World*, 14(4), 1044-1049. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.1044-1049>
- Goswami, P., Samanta, S. K., Agarwal, T., & Ghosh, S. K. (2022). Stress-responsive AMP Kinase like protein regulates encystation of Entamoeba invadens. *Molecular and Biochemical Parasitology*, 251(111507), 111507. <https://doi.org/10.1016/j.molbiopara.2022.111507>
- Guérin, A., Strelau, K. M., Barylyuk, K., Wallbank, B. A., Berry, L., Crook, O. M., Lilley, K. S., Waller, R. F., & Striepen, B. (2023). Cryptosporidium uses multiple

- distinct secretory organelles to interact with and modify its host cell. *Cell Host & Microbe*, 31(4), 650-664.e6. <https://doi.org/10.1016/j.chom.2023.03.001>
- Guillén, N. (2023). Pathogenicity and virulence of *Entamoeba histolytica*, the agent of amoebiasis. *Virulence*, 14(1), 2158656. <https://doi.org/10.1080/21505594.2022.2158656>
- Gunaratna, G. P., Dempsey, S., Ho, C., & Britton, P. N. (2020). Diagnosis of *Enterobius vermicularis* infestations. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 56(12), 1994. <https://doi.org/10.1111/jpc.15188>
- Gupta, P., Singh, K. K., Balodhi, A., Jain, K., Deeba, F., & Salam, N. (2022). Prevalence of amoebiasis and associated complications in India: A systematic review. *Acta Parasitologica*, 67(2), 947-961. <https://doi.org/10.1007/s11686-022-00547-z>
- Guzmán-Téllez, P., Martínez-Castillo, M., Flores-Huerta, N., Rosales-Morgan, G., Pacheco-Yépez, J., la Garza, M. de, Serrano-Luna, J., & Shibayama, M. (2020). Lectins as virulence factors in *Entamoeba histolytica* and free-living amoebae. *Future Microbiology*, 15(10), 919-936. <https://doi.org/10.2217/fmb-2019-0275>
- Haston, J. C., & Cope, J. R. (2023). Amebic encephalitis and meningoencephalitis: an update on epidemiology, diagnostic methods, and treatment. *Current Opinion in Infectious Diseases*, 36(3), 186-191. <https://doi.org/10.1097/QCO.0000000000000923>
- Histolytica, E., & Dispar, E. (s/f). *Entamoeba histolytica* and *Entamoeba dispar*: Morphological and Behavioral Differences Induced by Fibronectin through GTPases Activation and Actin-Binding Proteins.

- Hocke, E. F., Jamy, M., Burki, F., Clark, C. G., & Stensvold, C. R. (2022). Unravelling the phylogeny of a common intestinal protist: Intrageneric diversity of *Endolimax*. *Protist*, 173(5), 125908. <https://doi.org/10.1016/j.protis.2022.125908>
- Holland, C., Sepidarkish, M., Deslyper, G., Abdollahi, A., Valizadeh, S., Mollalo, A., Mahjour, S., Ghodsian, S., Ardekani, A., Behniafar, H., Gasser, R. B., & Rostami, A. (2022). Global prevalence of *Ascaris* infection in humans (2010-2021): a systematic review and meta-analysis. *Infectious Diseases of Poverty*, 11(1), 113. <https://doi.org/10.1186/s40249-022-01038-z>
- Hommes, F., Dörre, A., Behnke, S. C., Stark, K., & Faber, M. (2024). Autochthonous and imported giardiasis cases: An analysis of two decades of national surveillance data, Germany, 2002 to 2021. *Euro Surveillance : Bulletin Europeen Sur Les Maladies Transmissibles [Euro Surveillance : European Communicable Disease Bulletin]*, 29(20). <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2024.29.20.2300509>
- Huang, G., & Peng, X. (2024). Genus *Bithynia*: morphological classification to molecular identification. *Parasites & Vectors*, 17(1), 496. <https://doi.org/10.1186/s13071-024-06591-0>
- Ihara, S., Miyamoto, Y., Le, C. H. Y., Tran, V. N., Hanson, E. M., Fischer, M., Hanevik, K., & Eckmann, L. (2022). Conserved metabolic enzymes as vaccine antigens for giardiasis. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 16(4), e0010323. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010323>
- Inoue, M., Ishikawa, M., Tanaka, S., Zhang, X., Okada, H., & Miyagishima, T. (2023). Infection with male and female *Trichuris trichiura* diagnosed in a non-

- endemic area. *Clinical Case Reports*, 11(4), e7250.
<https://doi.org/10.1002/ccr3.7250>
- Ishizaki, Y., Kawashima, K., Gunji, N., Onizawa, M., Hikichi, T., Hasegawa, M., & Ohira, H. (2022). *Trichuris trichiura* incidentally detected by colonoscopy and identified by a genetic analysis. *Internal Medicine (Tokyo, Japan)*, 61(6), 821–825. <https://doi.org/10.2169/internalmedicine.8012-21>
- Jackson, D. J., & Wechsler, M. E. (Eds.). (2022). *Eosinophilic Lung Diseases*. European Respiratory Society. <https://doi.org/10.1183/2312508x.erm9522>
- Janthu, P., Dumidae, A., Subkrasae, C., Ardpairin, J., Nateeworanart, S., Thanwisai, A., & Vitta, A. (2022). Prevalence and genetic analysis of *Enterobius vermicularis* in schoolchildren in lower northern Thailand. *Parasitology Research*, 121(10), 2955–2965. <https://doi.org/10.1007/s00436-022-07626-0>
- Jasni, N., Saidin, S., Kin, W. W., Arifin, N., & Othman, N. (2022). *Entamoeba histolytica*: Membrane and non-membrane protein structure, function, immune response interaction, and vaccine development. *Membranes*, 12(11), 1079. <https://doi.org/10.3390/membranes12111079>
- Kalas, M. A., Alduaij, A., & Alkhatib, A. A. (2021). Incidental diagnosis of duodenal giardiasis. *Cureus*, 13(6), e15499. <https://doi.org/10.7759/cureus.15499>
- Kamdem, C. N., Tiofack, A. A. Z., Mewamba, E. M., Tchounkeu, E. Y., Tatang, J. R. A., Mengoue, E. L. T., Mbagnia, C. M. T., Fogue, P. S., Womeni, H. M., & Simo, G. (2022). Fine mapping of *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* and hookworm infections in sub-districts of Makenene in Centre Region of Cameroun. *Scientific Reports*, 12(1), 13935. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18285-7>

- Karakuş, İ., Taş Cengiz, Z., & Ekici, A. (2022). Evaluation of intestinal parasites and some clinical symptoms in children with diarrhea. *Turkiye Parazitoloji Dergisi [Acta Parasitologica Turcica]*, 46(1), 39-44.
<https://doi.org/10.4274/tpd.galenos.2021.65375>
- Kataria, S., Singla, A., & Sharma, C. (2024). Unveiling *Balantidium coli* : A rare protozoan causing a series of cases of dysentery in Rajasthan and review of literature. *Journal of Postgraduate Medicine*, 70(4), 242-244.
https://doi.org/10.4103/jpgm.jpgm_509_24
- Kaur, D., Agrahari, M., Bhattacharya, A., & Bhattacharya, S. (2022). The non-LTR retrotransposons of *Entamoeba histolytica*: genomic organization and biology. *Molecular Genetics and Genomics: MGG*, 297(1), 1-18.
<https://doi.org/10.1007/s00438-021-01843-5>
- Kawashima, A., Yanagawa, Y., Shimogawara, R., Yagita, K., Gatanaga, H., & Watanabe, K. (2023). Amebiasis as a sexually transmitted infection: A re-emerging health problem in developed countries. *Global Health & Medicine*, 5(6), 319-327. <https://doi.org/10.35772/ghm.2023.01064>
- Kepha, S., Mazigo, H. D., Odiere, M. R., Mcharo, C., Safari, T., Gichuki, P. M., Omondi, W., Wakesho, F., Krolewiecki, A., Pullan, R. L., Mwandawiro, C. S., Oswald, W. E., & Halliday, K. E. (2024). Exploring factors associated with *Trichuris trichiura* infection in school children in a high-transmission setting in Kenya. *IJID Regions (Online)*, 11(100352), 100352.
<https://doi.org/10.1016/j.ijregi.2024.03.007>

- Khu, Y. L. C., Goire, N., McIntyre, A., Mahony, A., Baldwa, V., & Dreyer, L. (2025). Peritoneal *Enterobius vermicularis* infestation associated with endometriosis. *Pathology*, 57(3), 393-395. <https://doi.org/10.1016/j.pathol.2024.09.004>
- Kumar, S., Mishra, S., & Gourinath, S. (2020). Structural and functional diversity of *Entamoeba histolytica* calcium-binding proteins. *Biophysical Reviews*, 12(6), 1331-1341. <https://doi.org/10.1007/s12551-020-00766-6>
- Lee, M.-R., Shin, H.-E., Back, S.-O., Lee, Y.-J., Ju, J.-W., Park, C. S., & Lee, H.-I. (2023). Positive rates for *Enterobius vermicularis* eggs among preschool children in Yeosu-si, Jeollanam-do, Korea (2017-2021). *Parasites, Hosts and Diseases*, 61(1), 84-88. <https://doi.org/10.3347/PHD.22121>
- Leung, A. K. C., Lam, J. M., Barankin, B., Wong, A. H. C., Leong, K. F., & Hon, K. L. (2024). Pinworm (*Enterobius vermicularis*) infestation: An updated review. *Current Pediatric Reviews*. <https://doi.org/10.2174/0115733963283507240115112552>
- Li, J., Cui, Z., Li, X., & Zhang, L. (2021). Review of zoonotic amebiasis: Epidemiology, clinical signs, diagnosis, treatment, prevention and control. *Research in Veterinary Science*, 136, 174-181. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2021.02.021>
- Li, Q., Feng, M., Zhang, H., Zhou, H., & Cheng, X. (2024). *Entamoeba moshkovskii* as a potential model organism for Gal/GalNAc lectin intermediate subunit exhibition and functional identification. *Drug Discoveries & Therapeutics*, 18(3), 178-187. <https://doi.org/10.5582/ddt.2024.01031>
- Mahdavi, J., Motavallihaghi, S., & Ghasemikhah, R. (2022). Evaluation of clinical and paraclinical findings in patients with reactive arthritis caused by giardiasis: A

- systematic review. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, 57(152094), 152094. <https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2022.152094>
- Makino, T., Sugiyama, H., Oshima, M., Mizawa, M., & Shimizu, T. (2022). Cutaneous gnathostomiasis caused by *Gnathostoma spinigerum*. *The British Journal of Dermatology*, 186(5), e198–e199. <https://doi.org/10.1111/bjd.21007>
- Marconato, D. G., Paiva Nogueira, B., de Souza, V. C., Grenfell E Queiroz, R. F., Nakaie, C. R., Vasconcelos, E. G., & de Faria Pinto, P. (2025). Evaluation of synthetic peptides from *Schistosoma mansoni* ATP diphosphohydrolase 1: In silico approaches for characterization and prospective application in diagnosis of schistosomiasis. *ACS Infectious Diseases*, 11(2), 463–473. <https://doi.org/10.1021/acsinfecdis.4c00697>
- Mathison, B. A., Bradbury, R. S., & Pritt, B. S. (2021). Medical parasitology taxonomy update, January 2018 to May 2020. *Journal of Clinical Microbiology*, 59(2). <https://doi.org/10.1128/JCM.01308-20>
- Matthews, J., Bethel, A., & Osei, G. (2020). An overview of malarial *Anopheles* mosquito survival estimates in relation to methodology. *Parasites & Vectors*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04092-4>
- Maurelli, M. P., Alves, L. C., Aggarwal, C. S., Cociancic, P., Levecke, B., Cools, P., Montresor, A., Ianniello, D., Gualdieri, L., Cringoli, G., & Rinaldi, L. (2021). *Ascaris lumbricoides* eggs or artefacts? A diagnostic conundrum. *Parasitology*, 148(13), 1554–1559. <https://doi.org/10.1017/S0031182021001256>
- Mewara, A., Kanaujia, R., & Malla, N. (2023). Extra-intestinal complications of *Ascaris lumbricoides* infections in India: A systematic review and meta-analysis.

- Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 117(11), 765-772. <https://doi.org/10.1093/trstmh/trad033>
- Michaels, S. A., Hulverson, M. A., Whitman, G. R., Tran, L. T., Choi, R., Fan, E., McNamara, C. W., Love, M. S., & Ojo, K. K. (2022). Repurposing the kinase inhibitor mavelertinib for giardiasis therapy. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 66(7), e0001722. <https://doi.org/10.1128/aac.00017-22>
- Morán, P., Serrano-Vázquez, A., Rojas-Velázquez, L., González, E., Pérez-Juárez, H., Hernández, E. G., Padilla, M. de L. A., Zaragoza, M. E., Portillo-Bobadilla, T., Ramiro, M., & Ximénez, C. (2023). Amoebiasis: Advances in diagnosis, treatment, immunology features and the interaction with the intestinal ecosystem. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(14), 11755. <https://doi.org/10.3390/ijms241411755>
- Mørch, K., & Hanevik, K. (2020). Giardiasis treatment: an update with a focus on refractory disease. *Current Opinion in Infectious Diseases*, 33(5), 355-364. <https://doi.org/10.1097/qco.0000000000000668>
- Moura-Oliveira, V., Oliveira, F. M. S., Moreno, O. L. M., Ferreira, J. R., Szawka, R. E., Campideli-Santana, A. C., Teles, J., Capettini, L. S. A., Martins, F. S., & Gomes, M. A. (2025). Amebicidal Activity of Escherichia coli Nissle 1917 Against Entamoeba histolytica. *Microorganisms*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/microorganisms13040828>
- Müller-Wille, S., & Charmantier, I. (2012). Natural history and information overload: The case of Linnaeus. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 43(1), 4-15. <https://doi.org/10.1016/j.shpsc.2011.10.021>

- Nasrallah, J., Akhoundi, M., Haouchine, D., Marteau, A., Mantelet, S., Wind, P., Benamouzig, R., Bouchaud, O., Dhote, R., & Izri, A. (2022). Updates on the worldwide burden of amoebiasis: A case series and literature review. *Journal of Infection and Public Health*, 15(10), 1134-1141. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2022.08.013>
- Navarrete-Mena, A., Pacheco-Yépez, J., Hernández-Ramírez, V. I., Escalona-Montaño, A. R., Gómez-Sandoval, J. N., Néquiz-Avendaño, M., Chávez-Munguía, B., Tesoro-Cruz, E., Talamás-Rohana, P., & Aguirre-García, M. M. (2021). Protein Phosphatase PP2C Identification in *Entamoeba* spp. *BioMed Research International*, 2021, 5746629. <https://doi.org/10.1155/2021/5746629>
- O'Brien, S., Ahmed, S., Hayes, B., & O'Riordain, M. (2022). Large-bowel obstruction secondary to *Enterobius vermicularis* pseudotumour. *BMJ Case Reports*, 15(11), e252676. <https://doi.org/10.1136/bcr-2022-252676>
- Palkowski, I. N. (2024). An ascaris twist. *South African Journal of Surgery*, 62(4), 49-51. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/39886828>
- Pannu, A., & Kumari, P. (2025). A review of traditional anthelmintic approaches: Exploring medicinal plants and polyherbal formulations for effective and safe gastrointestinal parasite treatment. *Anti-Infective Agents*, 23(1). <https://doi.org/10.2174/0122113525304411240528074154>
- Phuphisut, O., Poodeepiyasawat, A., Yoonuan, T., Watthanakulpanich, D., Chotsiri, P., Reamtong, O., Mousley, A., Gobert, G. N., & Adisakwattana, P. (2022). Transcriptome profiling of male and female *Ascaris lumbricoides*

- reproductive tissues. *Parasites & Vectors*, 15(1), 477.
<https://doi.org/10.1186/s13071-022-05602-2>
- Ponce-Gordo, F., & García-Rodríguez, J. J. (2021). *Balantioides coli*. *Research in Veterinary Science*, 135, 424-431. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.10.028>
- Ramírez, J. D., Castañeda, S., Weatherhead, J., & Poveda, C. (2025). Parasite-microbiota interactions: a pathway to innovative interventions for Chagas disease, leishmaniasis, and ascariasis. *Future Microbiology*, 20(2), 149-161.
<https://doi.org/10.1080/17460913.2024.2431417>
- Ramos, A. C. S., Oliveira, L. M., Santos, Y. L. D. C. O., Dantas, M. C. S., Walker, C. I. B., Faria, A. M. C., Bueno, L. L., Dolabella, S. S., & Fujiwara, R. T. (2025). Corrigendum to "The role of IgA in gastrointestinal helminthiasis: A systematic review" [Immunology Letters (2022) 12-22, Volume: 249]. *Immunology Letters*, 107011. <https://doi.org/10.1016/j.imlet.2025.107011>
- Rivero, J., Cutillas, C., & Callejón, R. (2020). *Trichuris trichiura* (Linnaeus, 1771) from human and non-human primates: Morphology, biometry, host specificity, molecular characterization, and phylogeny. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 626120. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.626120>
- Rocha Torres Gonçalves, B., & Carvalho Horta Barbosa, E. (2025). *Ascaris lumbricoides* em vesícula biliar - um relato de caso. *Revista Sociedade Científica*, 8(1), 779-785. <https://doi.org/10.61411/rsc2025103718>
- Rojas, A., Bass, L. G., Campos-Camacho, J., Dittel-Meza, F. A., Fonseca, C., Huang-Qiu, Y. Y., Olivares, R. W. I., Romero-Vega, L. M., Villegas-Rojas, F., & Solano-Barquero, A. (2025). Integrative taxonomy in helminth analysis: protocols and

- limitations in the twenty-first century. *Parasites & Vectors*, 18(1), 87.
<https://doi.org/10.1186/s13071-025-06682-6>
- Romero Cedeño, C. A., Contreras-Yametti, J., Ramírez Durini, L. J., Cabrera Cepeda, F. P., Crespo Martinez, J. K., Merchan Dueñas, T. C., Tapia Calvopiña, M. P., & Contreras-Yametti, F. (2023). Acute fulminant amoebic colitis: A Case report. *SAGE Open Medical Case Reports*, 11, 2050313X231205127.
<https://doi.org/10.1177/2050313X231205127>
- Roshidi, N., & Arifin, N. (2022). Disease biomarkers of giardiasis. *Journal of Parasitology Research*, 2022, 1932518.
<https://doi.org/10.1155/2022/1932518>
- Rousseau, J., Castro, A., Novo, T., & Maia, C. (2022). Dipylidium caninum in the twenty-first century: epidemiological studies and reported cases in companion animals and humans. *Parasites & Vectors*, 15(1), 131.
<https://doi.org/10.1186/s13071-022-05243-5>
- Roy, M., Chakraborty, S., Kumar Srivastava, S., Kaushik, S., Jyoti, A., & Kumar Srivastava, V. (2023). Entamoeba histolytica induced NETosis and the dual role of NETs in amoebiasis. *International Immunopharmacology*, 118(110100), 110100. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2023.110100>
- Saleh, N. E., Sharaf, H. M., Elnemr, H. I., Elzeiny, S. M., Ali, K. M., & Nabih, N. (2023). Intestinal giardiasis in children undergoing upper endoscopy for unexplained gastrointestinal symptoms: Implication for diagnosis. *Fetal and Pediatric Pathology*, 42(1), 18-29. <https://doi.org/10.1080/15513815.2022.2053013>

- Santos, H. J., Hanadate, Y., Imai, K., Watanabe, H., & Nozaki, T. (2022). Entamoeba histolytica EHD1 is involved in mitosome-endosome contact. *MBio*, 13(2), e0384921. <https://doi.org/10.1128/mbio.03849-21>
- Schindler-Piontek, M., Chaubal, N., Dehmani, S., Cui, X. W., Dong, Y., Sharma, M., & Dietrich, C. F. (2022). Ascariasis, a review. *Medical Ultrasonography*, 24(3), 329-338. <https://doi.org/10.11152/mu-3343>
- Servián, A., Helman, E., Iglesias, M. D. R., Panti-May, J. A., Zonta, M. L., & Navone, G. T. (2022). Prevalence of human intestinal Entamoeba spp. In the Americas: A systematic review and meta-analysis, 1990-2022. *Pathogens*, 11(11), 1365. <https://doi.org/10.3390/pathogens11111365>
- Suzuki, Y. (2020). The immune system utilizes two distinct effector mechanisms of T cells depending on two different life cycle stages of a single pathogen, Toxoplasma gondii, to control its cerebral infection. *Parasitology International*, 76(102030), 102030. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2019.102030>
- Tenaglia, A. H., Luján, L. A., Ríos, D. N., Molina, C. R., Midlej, V., Iribarren, P. A., Berazategui, M. A., Torri, A., Saura, A., Peralta, D. O., Rodríguez-Walker, M., Fernández, E. A., Petiti, J. P., Serradell, M. C., Gargantini, P. R., Sparwasser, T., Alvarez, V. E., de Souza, W., & Luján, H. D. (2023). Antibodies to variable surface antigens induce antigenic variation in the intestinal parasite Giardia lamblia. *Nature Communications*, 14(1), 2537. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-38317-8>
- Tian, C. L., Zhu, F., Li, X. Y., Zhang, J. H., Půža, V., Shapiro-Ilan, D., Zhao, D., Liu, J. W., Zhou, J. J., Ding, Y., Wang, J. C., Ma, J., Zhu, X. F., Li, M. H., & Li, J. P.

- (2022). *Steinernema populi* n. sp. (Panagrolaimomorpha, Steinernematidae), a new entomopathogenic nematode species from China. *Journal of Helminthology*, 96, e57. <https://doi.org/10.1017/S0022149X22000426>
- Tiulentino Sy-Go, J. P., Wegehaupt, A. K., Sethi, S., Lieske, J. C., & D'Costa, M. R. (2022). Microsporidium infection-associated acute kidney injury in a patient with HIV. *Kidney Medicine*, 4(1), 100390. <https://doi.org/10.1016/j.xkme.2021.10.004>
- Uddin, M. J., Leslie, J. L., & Petri, W. A., Jr. (2021). Host protective mechanisms to intestinal amebiasis. *Trends in Parasitology*, 37(2), 165-175. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2020.09.015>
- Uribe-Querol, E., & Rosales, C. (2020). Immune response to the Enteric parasite *Entamoeba histolytica*. *Physiology (Bethesda, Md.)*, 35(4), 244-260. <https://doi.org/10.1152/physiol.00038.2019>
- Wang, J. (2021). Genomics of the parasitic nematode *Ascaris* and its relatives. *Genes*, 12(4), 493. <https://doi.org/10.3390/genes12040493>
- Yamamoto, S., & Kalepouris, A. (2020). *Trichuris trichiura* in the colon. *Clinical Gastroenterology and Hepatology: The Official Clinical Practice Journal of the American Gastroenterological Association*, 18(10), e116. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2019.06.015>

ISBN: 978-9942-53-072-1



Compás
capacitación e investigación