

# Costo-efectividad de pruebas para el diagnóstico de geohelmintiasis: Revisión sistemática de la literatura

Jaiberth Antonio Cardona-Arias<sup>1,\*</sup>, Deisy Cristina Restrepo Posada<sup>2</sup>

## Resumen

**Introducción:** Existen diversas pruebas para el diagnóstico de las geohelmintiasis, con múltiples estudios que demuestran la heterogeneidad en su validez diagnóstica y pocos que aluden su costo-efectividad.

**Objetivo:** Sistematizar las evaluaciones económicas sobre las pruebas aplicadas en el diagnóstico de geohelminthos.

**Métodos:** Revisión sistemática en seis bases de datos con 24 estrategias de búsqueda. Se aplicó un protocolo de selección de estudios, garantizando exhaustividad, reproducibilidad y evaluación de la calidad metodológica. Se realizó síntesis cualitativa de la información.

**Resultados:** En la literatura científica mundial sólo se dispone de cuatro evaluaciones económicas completas para el diagnóstico de geo-helminthos, en la modalidad de estudios de costo-efectividad; en éstas se evaluaron cinco pruebas en 247 adultos y 6.708 niños. En los desenlaces en salud empleados se encontraron la proporción de pacientes positivos y algunos parámetros de validez diagnóstica como la sensibilidad y la especificidad, mientras que los costos se circunscribieron a insumos y salarios. Estos hallazgos ponen de manifiesto la baja aplicación de los recursos teóricos y metodológicos de la economía de la salud en el diagnóstico de las geohelmintiasis.

**Conclusión:** Las evaluaciones económicas de pruebas para el diagnóstico de geohelminthos y parásitos intestinales en general son exiguas en el ámbito mundial y los pocos estudios disponibles presentan limitaciones de validez interna y externa que impiden la aplicación de sus resultados a otros ámbitos.

**Palabras clave:** Evaluación económica, costo-efectividad, geohelminthos, pruebas diagnósticas, revisión sistemática

## Cost-effectiveness of diagnostic tests in soil-transmitted helminth infections: a systematic review of literature

### Abstract

**Introduction:** The tests for diagnosis of the geohelmintiasis are diverse, with multiple studies that demonstrate heterogeneity in its diagnostic validity and few about its cost-effectiveness.

**Objective:** To systematize the economic evaluations on the tests applied in the diagnosis of geohelminthos.

**Methods:** Systematic review in six databases with 24 search strategies. A protocol for the selection of the studies was applied, guaranteeing completeness, reproducibility and evaluation of methodological quality. Qualitative synthesis of the information was made.

**Results:** In the scientific literature there are four complete economic evaluations (cost-effectiveness studies) for the diagnosis of geo-helminthos; in these, five tests were evaluated in 247 adults and 6,708 children. In the health outcomes the studies employed the proportion of positive patients and some diagnostic validity parameters such as sensitivity and specificity, while costs were limited to inputs and salaries. These findings show the low application of the theoretical and methodological resources of health economics in the diagnosis of soil-transmitted helminth infections.

**Conclusion:** The economic evaluations of tests for the diagnosis of geohelminthos and intestinal parasites in general are meager worldwide and the few available studies have limitations of internal and external validity that prevent the application of their results to other areas.

**Keywords:** Economic evaluation, cost-effectiveness, geohelminthos, diagnostic tests, systematic review.

1 Microbiólogo y bioanalista, MSc Epidemiología, MSc Economía aplicada, Estudiante PhD Salud Pública. Profesor Escuela de Microbiología de la Universidad de Antioquia y facultad de Medicina Universidad Cooperativa de Colombia sede Medellín.

2 Microbióloga y bioanalista, Estudiante Maestría en Microbiología, Universidad de Antioquia.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jaiberthcardona@gmail.com

Calle 70 Número 52 – 51, Bloque 5, oficina 103, Medellín, Colombia. Teléfono 2198486. Fax 2195486.

Recibido: 03/02/2018; Aceptado: 21/03/2018

Cómo citar este artículo: J.A. Cardona-Arias, *et al.* Costo-efectividad de pruebas para el diagnóstico de geohelmintiasis: Revisión sistemática de la literatura. *Infectio* 2018; 22(4): 185-191

## Introducción

Los helmintos transmitidos por el suelo (geohelmintos) son los causantes de las parasitosis intestinales más comunes en el mundo; ocasionadas principalmente por *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, uncinarias (*Ancylostoma duodenale* y *Necator americanus*) y *Strongyloides stercoralis*. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), cerca de 1.500 millones de personas están infectadas por geohelmintos (24% de la población mundial) con más de 267 millones de niños en edad preescolar y más de 568 millones en edad escolar viviendo en zonas con intensa transmisión de estos parásitos. Afectan principalmente las regiones más pobres, ampliamente distribuidas en zonas tropicales y subtropicales como África subsahariana, América, China y Asia oriental. En las Américas, las geohelmintiasis están en toda la región y se estima que una de cada tres personas está infectada<sup>1</sup>.

Los geohelmintos en estadio adulto viven en el intestino humano donde excretan miles de huevos o larvas a través de las heces de los infectados, contaminan el suelo y agua de las regiones con sistemas de saneamiento inadecuado, infectando otras personas que consumen dicha agua o alimentos, o a través de la piel (uncinarias y de *S. stercoralis*). Aunque se presentan en toda la población, los grupos más vulnerables son los niños en edad preescolar y escolar, así como las gestantes, presentándose la mayor incidencia en niños de 5 a 15 años. En este grupo, las infecciones graves pueden causar manifestaciones intestinales (diarrea y dolor abdominal), malnutrición, malestar general y debilidad, problemas de desarrollo cognitivo, retardo del crecimiento, anemia, y en infecciones intensas, obstrucción intestinal que requiere tratamiento quirúrgico<sup>2,3</sup>.

Lo expuesto evidencia que este grupo de infecciones constituye un problema clínico, epidemiológico y de salud pública, principalmente en países de bajos ingresos donde existe déficit de atención sanitaria, infraestructura de saneamiento inadecuado, consumo de agua no potable, hacinamiento y altos índices de pobreza<sup>1-3</sup>.

Por otra parte, las decisiones clínicas y de salud pública frente a múltiples problemas, incluidas las parasitosis, se basan en los resultados de las ayudas de laboratorio, siendo las pruebas diagnósticas una de las herramientas que más información aportan en la etiología y el perfil epidemiológico de muchas enfermedades. Por tanto, es imperativo conocer la correlación real entre los resultados de dichas pruebas y el estado patológico del paciente; en este sentido, los estudios de evaluación diagnóstica tienen alta relevancia ya que aportan evidencia científica sobre la validez, la eficiencia y el desempeño de las pruebas en la práctica clínica y en programas de tamización<sup>4</sup>.

No obstante, el déficit en recursos económicos obliga a los sistemas de salud a implementar pruebas diagnósticas válidas, cuya aplicación sea factible frente a los recursos eco-

nómicos existentes. En este orden de ideas, los estudios de costo-efectividad correlacionan los costos con los beneficios obtenidos en la implementación de tecnologías en salud, brindando evidencia científica que permita mejorar el bienestar de la población y optimizar los recursos, bajo el imperativo de lograr la eficiencia en la asignación de los recursos del sector salud. En el caso concreto del diagnóstico de las geohelmintiasis, los estudios de costo-efectividad permiten dar solución a posibles disyuntivas entre utilidad diagnóstica y costos de la implementación de las pruebas<sup>5,6</sup>.

En este contexto, el diagnóstico de la parasitosis intestinal en general, y las geohelmintiasis en particular, se realiza mediante examen directo de las heces, aunque se recomiendan métodos de concentración que aumentan la sensibilidad hasta en un 30% y facilitan la observación de huevos de helmintos. La técnica más utilizada es la sedimentación de Ritchie modificada (formol-éter), por estar disponible en los laboratorios de todos los niveles de atención y ser efectiva en su diagnóstico; inclusive por encima de técnicas de flotación como el método de Willis (cloruro de sodio) y el método de Faust (sulfato de zinc), dado que en éstas, el peso de los huevos pueden provocar su pérdida en el procesamiento de la muestra, dando lugar a falsos negativos<sup>7,8</sup>.

Específicamente para *Strongyloides stercoralis* se realiza coprológico directo o aislamiento de larvas con la técnica de Bearmann, método de Harada Mori y aislamiento en placa de agar<sup>9</sup>. Un metanálisis sobre métodos diagnósticos para este agente reportó que el cultivo en placa de agar es la técnica con mejor validez, desempeño, eficacia y rendimiento diagnóstico, seguido de la técnica de Baermann; mientras que el examen directo presentaba baja capacidad para discriminar individuos infectados y sanos<sup>10</sup>. En el caso de geohelmintos como *Ascaris lumbricoides*, uncinarias y *Trichuris trichiura*, además de determinar su presencia o ausencia, se realiza cuantificación de la carga parasitaria mediante el recuento de huevos con la técnica de Kato Katz recomendada por la OMS, por ser un método sencillo y no necesitar equipos sofisticados. Sin embargo, presenta baja sensibilidad si se analiza una sola muestra, por lo que es necesario realizar lecturas por duplicado y recolección de muestras en días consecutivos, aumentando sus costos<sup>11,12</sup>.

En adición a lo anterior, se han desarrollado otras técnicas como el FLOTAC que, comparado con Kato Katz, sedimentación con éter y el cultivo en placa de agar, tiene una mayor sensibilidad para la detección de helmintos, aunque presenta recuentos más bajos de huevos, requiere equipos que restringen su uso a algunos laboratorios y mayor cantidad de reactivos que aumentan su costo. El mini FLOTAC supera algunas limitaciones de la técnica original y permite su uso en todos los laboratorios<sup>12,13</sup>. Una investigación previa en el 2013 reportó una mayor sensibilidad del mini FLOTAC (90%) para el diagnóstico de helmintiasis, en comparación con la técnica de concentración formol-éter (60%) o el examen directo (30%), mientras que otro estudio comparó dicho mé-

todo con la técnica de Kato Katz y el examen directo, encontrando mayor sensibilidad para el diagnóstico de uncinarias, sin diferencias estadísticamente significativas en el conteo de huevos de helmintos frente al Kato-Katz<sup>14,15</sup>.

Lo expuesto evidencia una alta diversidad de pruebas disponibles para el diagnóstico de las geohelmintiasis y heterogeneidad en su validez diagnóstica según especie infectante, estadio evolutivo, experiencia del personal que realiza el diagnóstico, el tiempo y forma de conservación de la muestra, el método de recolección que utiliza el paciente, entre otros factores. Este contexto se complejiza, al tener presente que en la actualidad es necesario que las pruebas de detección de los parásitos, además de presentar validez diagnóstica, demuestren utilidad o eficiencia económica de acuerdo a su costo y beneficios en salud obtenidos mediante su implementación<sup>16,17</sup>. Pese a la relevancia de las evaluaciones económicas en los programas de tamización de geohelmintiasis, las publicaciones en este campo son escasas.

El objetivo de este estudio fue sistematizar las evaluaciones económicas sobre las pruebas aplicadas en el diagnóstico de geohelmintos, publicadas en la literatura científica mundial.

## Material y métodos

**Tipo de estudio.** Revisión sistemática de la literatura.

### Protocolo de búsqueda y selección de estudio

**Identificación o búsqueda de información:** Se realizó una búsqueda de artículos originales publicados en las bases de datos Pubmed, Scielo, Science direct, en la Biblioteca Cochrane para revisiones sistemáticas (EBM Reviews-Cochrane Database of Systematic Reviews) y en las bases de datos especializadas para evaluaciones económicas Health Technology Assessment y NHS Economic Evaluation Database. Se aplicaron las siguientes estrategias de búsqueda: cost effectiveness AND kato katz, cost effectiveness AND coproscopic techniques, cost effectiveness AND parasitic techniques, cost effectiveness AND direct examination parasitic techniques, cost effectiveness AND Ritchie concentration method, cost effectiveness AND formol ether concentration, cost effectiveness AND faecal flotation techniques, cost effectiveness AND faecal Faust method, cost effectiveness AND Zinc sulphate flotation, cost effectiveness AND Willis flotation, cost effectiveness AND Baermann technique, cost effectiveness AND agar plate culture method, cost effectiveness AND Harada Mori, cost effectiveness AND Helminths, cost effectiveness AND Ascaris, cost effectiveness AND Strongyloides, cost effectiveness AND Trichuris, cost effectiveness AND Ancylostoma, cost effectiveness AND Necator, cost effectiveness AND hookworm, economic evaluation AND helminth, cost assessment AND helminth, cost-utility AND helminth, cost-benefit AND helminth.

**Tamización o aplicación de los criterios de inclusión:** Estudios originales, en humanos, con términos de búsqueda en título, resumen o palabras clave, estudios de evaluación

económica (parcial o completa) de pruebas diagnósticas en geohelmintos, sin restricción por año de publicación ni idioma. En esta etapa se realizó la eliminación de los artículos duplicados en EndNote Web.

**Elección o aplicación de los criterios de exclusión:** Estudios no disponibles en las bases de datos y sin respuesta de autores ante su solicitud, evaluaciones económicas que no hacen explícita la perspectiva de análisis (institucional o social), los costos incluidos ni las medidas de efecto en salud evaluadas, evaluaciones económicas de programas de control o tratamiento antihelmíntico, estudios de economía de la salud en otros parásitos (no intestinales), estudios de prevalencia o sobre el riesgo de infección.

**Inclusión:** Los estudios que cumplieran los criterios de inclusión fueron leídos en su totalidad para determinar el número de investigaciones que se incluirían en la síntesis cualitativa, posterior a la aplicación de los criterios de exclusión. Asimismo, se determinaron las variables a analizar en cada estudio: autor principal, año publicación, tipo de evaluación, lugar de estudio, población, prueba diagnóstica analizada, tipo de costeo, medida de efecto, fuentes de información usadas para el costeo y los desenlaces en salud.

### Reproducibilidad y evaluación de la calidad

Se realizó una búsqueda por sensibilidad, realizando una inicial sin límites y posteriormente aplicando los filtros propios de cada base de datos para disminuir la cantidad de artículos identificados que se podría importar desde el programa End-Note web; esto con el fin de obtener el mayor número de estudios posibles indizados en las bases de datos bibliográficas y garantizar la exhaustividad del protocolo. La búsqueda de estudios, así como la extracción de la información la realizaron dos investigadores de forma independiente para garantizar la reproducibilidad en estas dos etapas. Las discrepancias se resolvieron por consenso. En la evaluación de la calidad metodológica de los estudios se aplicaron las recomendaciones de la guía ISPOR (International Society for Pharmacoeconomics and Outcomes Research) CHEERS (Consolidated Health Economic Evaluation Reporting Standards) 2013<sup>18</sup>.

## Resultados

Con la aplicación de las 24 estrategias de búsqueda se identificaron 24.996, de los cuales se tamizaron 134 y se incluyeron cuatro estudios después de aplicar el protocolo de búsqueda y selección de los artículos (Figura 1).

Un estudio se publicó en 1993 y los tres restantes entre 2010 y 2017; la mayoría de las investigaciones se realizaron en población escolar, los cuatro estudios correspondieron a evaluaciones económicas de costo-efectividad en las cuales se calcularon costos y desenlaces en salud como proporción de pacientes diagnosticados o validez de las pruebas diagnósticas; siendo Kato Katz y FLOTAC las pruebas más estudiadas (Tabla 1).

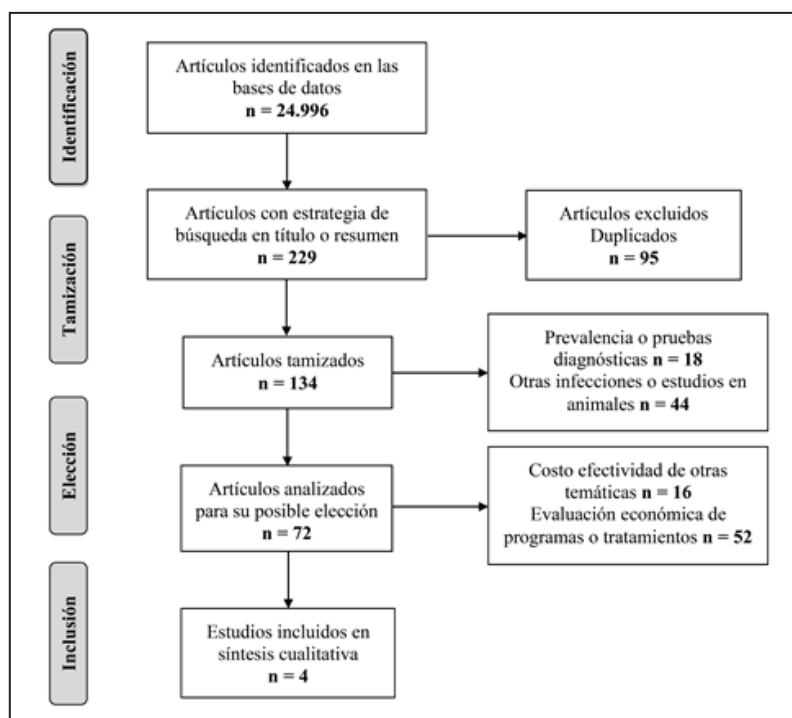


Figura 1. Flujograma de selección de los estudios.

Tabla 1. Descripción de los estudios incluidos en la revisión sistemática.

Estudio	Año	País	Población	Prueba diagnóstica
Kaminsky R <sup>(19)</sup>	1993	Honduras	427 Adultos	Baermann, Directo, Cultivo en agar
Speich B <sup>(12)</sup>	2010	Tanzania	1.066 Escolares	Kato Katz, FLOTAC
Assefa L <sup>(20)</sup>	2014	Kenia	657 Escolares	Kato Katz, miniFLOTAC
Liu C <sup>(21)</sup>	2017	China	4.985 Escolares	Kato Katz

En el estudio de Kaminsky<sup>19</sup> en 1993, se evaluaron los costos y la efectividad del frotis directo, el método de Baermann y el cultivo en agar para la detección de *Strongyloides stercoralis* en 427 muestras, concluyendo que Baermann fue 3,6 veces más eficiente para la detección del agente que el frotis directo, el cultivo en agar aumentó la eficiencia sobre Baermann 0,8 veces, el uso simultáneo de Baermann y el cultivo en agar resulta 6,7 veces más eficiente frente al directo. En relación con los costos de los insumos, fue más económico el frotis directo, y 15 veces más costoso el cultivo.

En Tanzania, Speich B y colaboradores<sup>12</sup> en el 2010 compararon los costos del diagnóstico de geohelminthos con Kato Katz y FLOTAC, mediante el análisis de heces de 1.066 niños, de forma individual y por duplicado. Encontraron que la sensibilidad de Kato Katz por duplicado para la detección de huevos de *T. trichiura*, uncinarias y *A. lumbricoides* fue de 88%, 81% y 68%, respectivamente, frente a 95%, 54% y 88% por FLOTAC. Mediante la estimación de costos debido a salario, materiales e infraestructura, encontraron que Kato katz individual y por duplicado tiene un costo de US\$1.73 y US\$2.06, respectivamente; mientras que analizar una vez una

muestra por FLOTAC cuesta US\$ 2.35 y por duplicado US\$ 2.83. Los autores concluyeron que el mayor costo de FLOTAC se debe principalmente al largo tiempo requerido en la preparación y examen microscopico de la muestra.

Posteriormente, Assefa L y colaboradores<sup>20</sup>, en 2014 evaluaron la costo-efectividad de Kato Katz y miniFLOTAC en el diagnóstico de geohelmintiasis en general, mediante el análisis de 525 muestras recolectadas un día y 132 muestras recolectadas en dos días consecutivos, en escuelas y hogares de niños escolares. Reportaron una sensibilidad de 52% y 76,9% para Kato katz cuando se analiza una muestra y dos muestras en días consecutivos, respectivamente; y de 49,1% y 74,1% para miniFLOTAC. Asimismo, estimaron la especificidad, valores predictivos, precisión y correlación entre los métodos, encontrando que la validez y el desempeño diagnóstico son similares en ambas técnicas. Mediante la estimación de costos debido al personal, materiales, transporte e instalaciones, estimaron tres resultados en cada escenario:

- En el análisis de muestra única, el costo por muestra examinada para Kato katz fue US\$ 10.14 en las muestras de las escuelas, US\$ 11.99 en las recolectadas en los hogares y para muestra en dos días consecutivos en las escuelas fue de US\$ 20.28; para miniFLOTAC fue de US\$ 10.14, US\$ 11.99 y US\$ 26.22, respectivamente.
- El costo por caso de infección detectado para Kato katz fue de US\$ 178.66 con muestra única recolectada en el hogar, US\$ 128.24 con muestra unica recolectada en la escuela y US\$ 124.65 con dos muestras en días consecutivos; y para miniFLOTAC US\$ 234.53, US\$ 152.04 y US\$ 158.31, respectivamente.

- El costo por infección correctamente clasificado para Kato katz fue de US\$ 12.84 con muestra única recolectada en el hogar, US\$ 15.18 con muestra única recolectada en la escuela y US\$ 25.68 con dos muestras en días consecutivos; para miniFLOTAC US\$ 16.64, US\$ 18.98 y US\$ 33.27, respectivamente.

Los autores concluyen que la costo-efectividad fue mejor en Kato Katz para los tres escenarios.

La última evaluación económica identificada en esta revisión, se publicó en 2017, donde Liu C y colaboradores<sup>21</sup>, como un objetivo secundario en su estudio de prevalencia de geohelminintos, evaluaron la costo-efectividad de recolectar una muestra fecal adicional, para el diagnóstico de geohelminintos mediante Kato katz. En éste, reportan que recoger la segunda muestra cuesta US\$4,60 y en general, los resultados sugieren que la inversión de 31% más de capital en la recogida de muestras de heces evita una subestimación de la prevalencia en alrededor de 21%, mejorando la sensibilidad diagnóstica del método Kato Katz.

La calidad metodológica de los estudios fue similar, aunque sólo Speich B<sup>12</sup> y Assefa L<sup>20</sup> hacen alusión a la forma de establecer el precio o la tarifa de los insumos requeridos en las diferentes pruebas, desde la perspectiva del proveedor, el gobierno, opiniones de expertos y mediciones de tiempos para los salarios. Asimismo, estos dos estudios fueron los únicos que aplicaron análisis de sensibilidad para evaluar los escenarios en que los resultados de costos y efectos en salud podría extrapolarse; mientras que los estudios de Kaminsky y Liu presentaron una baja calidad metodológica en general, con limitaciones que impiden la generalización de sus resultados (Tabla 2).

## Discusión

En esta revisión sistemática se analizaron cuatro evaluaciones económicas completas, en la modalidad de estudios de costo-efectividad, con cinco pruebas usadas para el diagnóstico de geohelminintos, en 247 adultos y 6.708 niños. En los desenlaces en salud empleados se encontraron la proporción de pacientes positivos y algunos parámetros de validez diagnóstica como la sensibilidad y la especificidad, mientras que los costos se circunscribieron a insumos y salarios. Estos hallazgos ponen de manifiesto la baja aplicación de los recursos teóricos y metodológicos de la economía de la salud en el diagnóstico de estos agentes.

En relación con los desenlaces en salud hallados en esta revisión (proporción de pacientes positivos, sensibilidad, especificidad), se concluye que éstas resultan insuficientes dado que no dan cuenta de todos los parámetros necesario para determinar la reproducibilidad, la validez, el desempeño y la eficacia de las pruebas diagnósticas, como ejes para una buena evaluación económica, que brinde mayor eficiencia en la gestión de los recursos destinados al diagnóstico y tamiación de las geohelmintiasis<sup>22</sup>.

**Tabla 2.** Evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos.

Criterio de calidad metodológica CHEERS	Estudio incluido en la revisión			
	Kaminsky	Speich	Assefa	Liu
Título y Resumen	Si	Si	Si	Si
Introducción	Si	Si	Si	Si
Población de estudio	Si	Si	Si	Si
Perspectiva del estudio	Si	Si	Si	Si
Comparador	Si	Si	Si	Si
Horizonte temporal	Si	Si	Si	Si
Tasa de descuento	Si	Si	Si	Si
Selección del desenlace en salud	Si	Si	Si	Si
Medición de la efectividad	Si	Si	Si	Si
Estimación de recursos, costos y precio	No	Si	Si	No
Elección del modelo de decisión	No	Si	Si	No
Supuesto del modelo y método analítico	No	Si	Si	No
Resultados de los parámetros	No	Si	Si	No
Costos y efectividad incremental	No	Si	Si	No
Análisis de incertidumbre o sensibilidad	No	Si	Si	No
Discusión de resultados, generalización y limitaciones	No	Si	Si	Ni
Fuente de financiación	No	Si	No	No
Conflicto de intereses	No	Si	No	No

La reproducibilidad alude el grado de concordancia entre dos o más pruebas, es decir, no evalúa la validez de las observaciones respecto a un estándar de referencia, sino cuán acordes están entre sí observaciones sobre el mismo fenómeno<sup>23</sup>. Por su parte, la validez es la capacidad de la prueba de cumplir con su objetivo, es decir, medir lo que debe medir, determinada por la *sensibilidad*, que es la capacidad de detectar la enfermedad (probabilidad de que una persona enferma tenga un resultado positivo) y la *especificidad*, que es la capacidad de detectar sanos (probabilidad de que una persona sin la enfermedad tenga un resultado negativo). Tanto la sensibilidad como la especificidad reflejan características intrínsecas de las pruebas, sin verse afectados por la prevalencia de la enfermedad; aun así, tienen poca utilidad clínica a la hora de tomar una decisión frente a un resultado obtenido, por lo que resulta necesario evaluar otros parámetros como la seguridad y la eficiencia<sup>24</sup>.

El desempeño o seguridad es la capacidad de la prueba de predecir la ausencia o presencia de la enfermedad dado un resultado de laboratorio; está determinada por el *valor predictivo positivo*, que es la probabilidad que un paciente con un resultado positivo esté realmente enfermo y el *valor predictivo negativo* o probabilidad que un resultado negativo corresponda a un verdadero sano. Estos parámetros son útiles para evaluar la prueba en el ámbito clínico pero se ven

afectados por la prevalencia de la enfermedad en la población<sup>(25)</sup>; por tanto, no permiten la comparación de diferentes pruebas diagnósticas o extrapolar resultados de varios estudios, haciendo necesario el uso de otros parámetros que no estén afectados por la prevalencia y que dan cuenta de la eficiencia pronóstica de la prueba<sup>24</sup>.

La eficiencia pronóstica o cocientes de probabilidad son independientes de la prevalencia de la enfermedad y tiene utilidad clínica. Los *cocientes de probabilidades positivo y negativo* miden cuánto más probable es un resultado positivo o negativo según la presencia o ausencia de enfermedad, respectivamente<sup>25</sup>. También se calcula la razón de probabilidades diagnóstica que es la fuerza de asociación entre el resultado de la prueba y la enfermedad, se calcula estableciendo la razón entre la probabilidad de estar enfermo si la prueba es positiva o sano si la prueba es negativa; sin embargo, al obtener un único valor se pierde el valor relativo de los parámetros comparados, por ejemplo esta razón en una prueba con alta sensibilidad y baja especificidad puede ser igual si sus valores se invierten<sup>26</sup>.

En adición, se determina los índices de exactitud diagnóstica mediante un análisis de curvas ROC (*Receiver Operating Characteristic*), una representación gráfica de la sensibilidad frente a la especificidad, que unifica el proceso de evaluación de las pruebas, determinando el punto de corte en el que se alcanza la sensibilidad y especificidad más alta (índice de Youden) y comparando la capacidad discriminativa entre varias pruebas o varios estudios en el caso de los metanálisis<sup>22</sup>.

Por otra parte, en esta revisión todos los estudios correspondieron a evaluaciones de costo-efectividad, los cuales proporcionan información relevante al momento de incorporar las pruebas diagnósticas a los planes de beneficios y los servicios de salud, en la medida que este tipo de análisis revela el costo aproximado que tendría el mejoramiento de la validez, el desempeño, la eficacia pronóstica y la exactitud de las pruebas de detección de parásitos intestinales, y cómo éstos aumentarían la eficiencia de las intervenciones derivadas de un diagnóstico oportuno<sup>27</sup>.

El análisis de costo-efectividad determina los costos en términos monetarios y los beneficios obtenidos se estiman en las unidades naturales que se utilizan en la práctica clínica como los parámetros diagnósticos descritos. De esta forma se establece como principal ventaja sobre otras evaluaciones económicas, el hecho de valorar indicadores "*naturales*" relacionados con la calidad de vida humana y la efectividad de los sistemas de salud<sup>29,30</sup>. Dado que los recursos en salud son muy limitados, este tipo de evaluación económica ofrece otra ventaja en el momento de determinar qué tecnologías tienen mayor prioridad para la población, ya que compara diferentes intervenciones (procedimientos rutinarios y nuevas alter-

nativas diagnósticas o terapéuticas) y permite ordenarlas de acuerdo a la relación existente entre su coste y su efectividad (o ganancias en salud)<sup>5,28,29,31</sup>.

Sin embargo, se debe precisar que la estimación de las razones de costo efectividad en los estudios de esta revisión presentaron múltiples limitaciones metodológicas en la elección del parámetro de validez diagnóstica, la especificación de los costos incluidos, los análisis de sensibilidad probabilística de la evaluación económica, entre otras que impiden la extrapolación de los resultados, al tiempo que evidencian la necesidad de desarrollar evaluaciones económicas en cada lugar y población de interés. En este caso, resulta importante determinar la razón de costo-efectividad como base de la estimación de la inversión monetaria por parte del sistema de salud para mejorar el diagnóstico de las enfermedades parasitarias, principalmente las geohelmintiasis; dado que se trata de infecciones consideradas por la OMS como Enfermedades Tropicales Descuidadas (ETD) y que, pese a que son un problema de salud pública en países de bajos ingresos, los gobiernos les prestan poca atención y la inversión económica frente a éstas es deficiente<sup>27</sup>.

Entre las limitaciones de la revisión destaca el bajo número de estudios disponibles en la literatura científica, la baja calidad metodológica de la mitad de las evaluaciones económicas sistematizadas, la heterogeneidad en las pruebas evaluadas y los agentes etiológicos reportados; aspectos que se constituyen en líneas de trabajo para estudios posteriores.

## Conclusiones

Las evaluaciones económicas en pruebas para el diagnóstico de geohelminos y parásitos intestinales en general, es exigua en el ámbito mundial y los pocos estudios disponibles presentan limitaciones de validez interna y externa que impiden la aplicación de sus resultados a otros ámbitos. Estudios posteriores deberían mejorar la elección de los parámetros de validez diagnóstica a incluir en la evaluación económica, así como el sistema de costeo; de tal forma que sus hallazgos contribuyan a distribuir mejor los recursos del sector, aumentar la cobertura de servicios e identificar las pruebas diagnósticas que maximizan los beneficios en salud generados con los recursos económicos disponibles<sup>5,28</sup>. Esto resulta de mayor importancia en las geohelmintiasis que representan una alta carga de morbilidad en los países de bajos ingresos, y constituyen un evento relegado por los gobiernos, a pesar de que la OMS, las incluyó en los objetivos de eliminación para 2020<sup>(36)</sup>, mediante tratamiento periódico a la población con alta prevalencia, ya que el tratamiento adecuado ha demostrado ser eficaz y reduce las secuelas producidas por la enfermedad; siendo necesario realizar un diagnóstico oportuno y confiable, y seguimiento a los programas de control mediante pruebas válidas y seguras que permitan alcanzar los máximos beneficios en términos sanitarios y económicos.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que han seguido los protocolos de sus centros de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún tipo de conflicto de interés en el presente estudio. La financiación ha sido hecha por los propios autores

## Referencias

- Organización Mundial de la Salud. Helminthiasis transmitidas por el suelo [Online]; 2017. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs366/es/>
- Organización Mundial de la Salud, UNICEF. Prevención y control de la esquistosomiasis [Online].: 2004. Disponible en: [http://www.who.int/intestinal\\_worms/resources/en/ppc\\_unicef\\_finalreport\\_esp.pdf?ua=1](http://www.who.int/intestinal_worms/resources/en/ppc_unicef_finalreport_esp.pdf?ua=1)
- Botero D, Restrepo M. Parasitosis intestinales por nemátodos. In: Parasitosis humanas. Medellín: CIB; 2012. p. 121-86.
- Adana Rd. Eficacia de una prueba diagnóstica: parámetros utilizados en el estudio de un test. Jano. 2009; p. 30-32.
- Prieto L, Sacristán J, Antoñanzas F, Rubio C, Pinto J, Rovira J. Análisis coste-efectividad en la evaluación económica de intervenciones sanitarias. Med Clin (Barc). 2004; p. 505-10.
- Barreiro F. Evaluación económica de coste-efectividad de pruebas diagnósticas. Gest y Eval Cost Sanit. 2014; p. 340-55.
- Barreiro F, Sanjurjo E, Finlay CM. Evaluación económica de coste-efectividad de pruebas diagnósticas. Gest y Eval Cost Sanit. 2014; p. 340-55.
- Cardona J, Bedoya K. Frecuencia de parásitos intestinales y evaluación de métodos para su diagnóstico en una comunidad marginal de Medellín, Colombia. IATREIA Vol 26(3). 2013; p. 257-68.
- López V, Turrientes L. Diagnóstico de parasitosis intestinales. JANO. 2003 Enero; LIX(1458): p. 10-16.
- Campo L, Cardona J. Infección por *Strongyloides stercoralis*: metanálisis sobre evaluación de métodos diagnósticos convencionales (1980-2013). Rev Esp Salud Pública. 2014; p. 581-600.
- World Health Organization. Helminth control in school age children: a guide for managers of control programmes. 2011.
- Speich B, Knopp S, Mohammed K, Khamis S, Rinaldi L, Cringoli G, et al. Comparative cost assessment of the Kato-Katz and FLOTAC techniques for soil-transmitted helminth diagnosis in epidemiological surveys. Parasites Vectors. 2010; 3(71).
- Dominik G, Silue K, Knopp S, Lohourignon L, Yao K, Steinmann P, et al. Comparing Diagnostic Accuracy of Kato-Katz, Koga Agar Plate, Ether-Concentration, and FLOTAC for *Schistosoma mansoni* and Soil-Transmitted Helminths. PLoS Negl Trop Dis. 2010 July; 4(7).
- Barda BD, Rinaldi L, Ianniello D, Zepherine H, Salvo F, Sadutshang T, et al. Mini-FLOTAC, an Innovative Direct Diagnostic Technique for Intestinal Parasitic Infections: Experience from the Field. PLoS Negl Trop Dis. 2013; 7(8).
- Barda B; Zepherine H, Rinaldi L, Cringoli G, Burioni R, Clementi M, et al. Mini-FLOTAC and Kato-Katz: helminth eggs watching on the shore of lake Victoria. Parasites Vectors. 2013; 6(1).
- Castro J, Yovera J, Nuñez F. Control de calidad del diagnóstico coproparasitológico en centros de salud de Lima y Callao. Rev. peru. epidemiol. 1995; 8(2): p. 18-22.
- Fuentes I, Gutiérrez M, Gárate T. Diagnóstico de las parasitosis intestinales mediante detección de coproantígenos. Enferm Infecc Microbiol Clin. 2010; 28(Supl 1): p. 33-39.
- Husereau D, Drummond M, Petrou S, Carswell C, Moher D, Greenberg D, et al. Consolidated Health Economic Evaluation Reporting Standards (CHEERS)—explanation and elaboration: a report of the ISPOR Health Economic Evaluation Publication Guidelines Good Reporting Practices Task Force. Value Health. 2013;16(2):231-50.
- Kamisky R. Evaluation of three methods for laboratory diagnosis of *Strongyloides stercoralis* infection. J Parasitol. 1993 Apr;79(2):277-80.
- Assefa L, Crellen T, Kepha S, Kihara J, Njenga S, Pullan R, et al. Diagnostic Accuracy and Cost-Effectiveness of Alternative Methods for Detection of Soil-Transmitted Helminths in a Post-Treatment Setting in Western Kenya. PLOS NTD . 2014 May; 8(5).
- Liu C, Lu L, Zhang L, Bai Y, Medina A, Rozelle S, et al. More Poop, More Precision: Improving Epidemiologic Surveillance of Soil-Transmitted Helminths with Multiple Fecal Sampling using the KatoKatz Technique. Am J Trop Med Hyg. 2017 Sep; 97(3): p. 870-87.
- Cardona J, Carrasquilla Y, Restrepo D. Validez de tres métodos de inmunodiagnóstico de neurocisticercosis: revisión sistemática de la literatura con meta-análisis 1960-2014. Rev Chilena Infectol. 2017; p. 33-44.
- Cortés E, Rubio JA, Gaitán H. Métodos estadísticos de evaluación de la concordancia y la reproducibilidad de pruebas diagnósticas. Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología. 2010; 61(3): p. 247-255.
- Fernández P, Díaz P. Pruebas diagnósticas. Cad Aten Primaria. 2003; p. 120-124.
- Donis J. Evaluación de la validez y confiabilidad de una prueba diagnóstica. Avances Biomed. 2012; p. 73-81.
- Bravo S, Cruz J. Estudios de exactitud diagnóstica: Herramientas para su interpretación. Rev Chil Radiol. 2015; 21(4), 158-164.
- Organización Panamericana de la Salud. Soil Transmitted Helminthiasis [Online].: Organización Panamericana de la Salud; 2015. Disponible en: [http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5747&Itemid=4138](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=5747&Itemid=4138)
- Zarate V. Evaluaciones económicas en salud: Conceptos básicos y clasificación. Rev Med Chile. 2010; p. 93-97.
- Cardona J. A brief guide of health economics. Curare. 2016; 3(1).
- Guerrero R, Guevara C, Parody E. Guía metodológica para la realización de evaluaciones económicas en el marco de Guías de Práctica Clínica. PROESA. 2014.
- Díaz J EJ. Estudios de evaluación económica de la tecnología en salud. Revista de la Facultad de Medicina. UNAL. 2001; p. 115-118.
- Nuñez F, Sanjurjo E, Finlay C. Comparación de varias técnicas coproparasitológicas para el diagnóstico de geohelmintiasis intestinales.. Rev Inst Med Trop Sao Paulo 403-6. 1991; p. 403-6.
- Saqib A; Saeed K; Rashid M; Ijaz M; Akbar H; Rashid M; Ashraf K, et al. Anthelmintic drugs: their efficacy and cost-effectiveness in different parity cattle. J Parasitol. 2017 Nov; 8: p. 17-4.
- Maskery B; MS, Coleman; M, Weinberg; W, Zhou; L, Rotz; A, Klosovsky; et al. Economic Analysis of the Impact of Overseas and Domestic Treatment and Screening Options for Intestinal Helminth Infection among US-Bound Refugees from Asia. PLoS Negl Trop Dis. 2016 Aug; 10(8): p. 1-14.
- Redekop W; Lenk E; Luyendijk M; Fitzpatrick C; Niessen L; et al. The Socioeconomic Benefit to Individuals of Achieving the 2020 Targets for Five Preventive Chemotherapy Neglected Tropical Diseases. PLoS Negl Trop Dis. 2017; 11(1): p. 1-27.
- Organización Mundial de la Salud. Helminthiasis transmitidas por el suelo. Nota descriptiva. 2017. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs366/es/>.