Diagnóstico de la toxoplasmosis congénita. Estado actual y retos

Congenital toxoplasmosis diagnosis. Current status and challenges

Isabel de Fuentes Corripio [1,2] 0000-0003-3605-6252
Andrea Rivera Solera [1,2] 0009-0005-6717-558X
Begoña Bailo Barroso [1,2] 0000-0002-9453-9431
Cristina Sanz Hurtado [1,2] 0009-0000-3545-6444
Mariola Miguel-Vicedo [1,2] 0009-0008-3689-3468

[1] Unidad de Toxoplasmosis y Protozoosis intestinales, Centro Nacional de Microbiología, Instituto de Salud Carlos III. Majadahonda, Madrid.

[2] Grupo Español de Trabajo en Toxoplasmosis (GET-TOXO).

Correspondencia
Isabel de Fuentes Corripio
ifuentes@isciii.es

Contribuciones de autoría

IFC ha realizado el diseño y supervisión. Todos los autores del presente trabajo han contribuido al desarrollo y redacción de este manuscrito.

Agradecimientos

A todos los integrantes del Grupo Español de Trabajo en Toxoplasmosis (GET-TOXO) e investigadores que colaboran en el estudio de la toxoplasmosis, de forma multidisciplinar y con perspectiva "One Health", ya sea en el ámbito del diagnóstico, la clínica, el tratamiento, la epidemiología y el control y a todos aquellos profesionales que dan apoyo a las autoridades sanitarias para establecer las adecuadas medidas de prevención-control y de Salud Pública en España.

Financiación

Proyecto FIS-AESIPI21CIII/0003. Instituto de Salud Carlos III (ISCIII)

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses que puedan influir en los resultados o la interpretación de este trabajo.

Cita sugerida

de Fuentes Corripio I, Rivera Solera A, Bailo Barroso B, Sanz Hurtado C, Miguel-Vicedo M. Diagnóstico de la toxoplasmosis congénita en la gestante y el recién nacido. Estado actual y retos. Boletín Epidemiológico Semanal. 2026;34(3):190-203. doi: 10.4321/s2173-92772026000300009

Publicado bajo licencia © 4.0 BY-NC-SA

Resumen

Contexto: El diagnóstico de la toxoplasmosis congénita (TC) es complejo por frecuente ausencia de síntomas, limitaciones de las pruebas diagnósticas y la variabilidad de los programas de cribado prenatal.

Objetivo: Revisar el estado actual del diagnóstico prenatal y postnatal incluyendo los métodos de referencia y tecnologías emergentes.

Metodología: Revisión narrativa de las herramientas diagnósticas utilizadas en la práctica clínica y nuevas aproximaciones.

Principales hallazgos: La combinación de serología materna y PCR en líquido amniótico es la estrategia preferente para el diagnóstico prenatal. En el neonato, el *Western blot* apoya el diagnóstico precoz, pero ningún método permite excluir por sí solo la TC, siendo el seguimiento serológico hasta el año el confirmatorio. Como innovación destacan nuevas técnicas moleculares, secuenciación masiva y biomarcadores inmunológicos.

Conclusiones: El diagnóstico requiere la integración de hallazgos clínicos, ecográficos, serológicos y moleculares. La estandarización de técnicas y los programas de cribado son esenciales para mejorar la detección.

Palabras clave: *Toxoplasma gondii*; Toxoplasmosis Congénita; Diagnóstico Prenatal; Diagnóstico Postnatal; Pruebas Serológicas; Técnicas de Diagnóstico Molecular.

Abstract

Background: The diagnosis of congenital toxoplasmosis (CT) remains challenging due to the frequent absence of clinical manifestations, limitations of available diagnostic tests, and variability among prenatal screening programs.

Objective: To review the current status of prenatal and postnatal diagnosis of congenital toxoplasmosis, including reference methods and emerging technologies.

Methodology: Narrative review of diagnostic tools currently used in clinical practice, as well as novel diagnostic approaches under investigation

Main findings/ Results: The combination of maternal serology and polymerase chain reaction (PCR) testing of amniotic fluid is the preferred strategy for prenatal diagnosis. In neonates, *Western blot* supports early diagnosis; however, no single method is sufficient to definitively exclude congenital toxoplasmosis. Therefore, serological follow-up throughout the first year of life remains the confirmatory approach. Emerging innovations include advanced molecular techniques, next-generation sequencing and immunological biomarkers.

Conclusions: Diagnosis of congenital toxoplasmosis requires the integration of clinical, ultrasonographic, serological and molecular findings. Standardization of diagnostic techniques and implementation of screening programs are essential to improve disease detection.

Keywords: Toxoplasma gondii; Congenital Toxoplasmosis; Prenatal Diagnosis; Postnatal Diagnosis; Serologic Tests; Molecular Diagnostic Techniques.

INTRODUCCIÓN

La toxoplasmosis congénita (TC) es una de las infecciones parasitarias de transmisión vertical más relevantes. Se origina cuando la gestante adquiere una primoinfección por *Toxoplasma gondii* y es transmitida por la vía transplacentaria al feto. El diagnóstico adecuado es fundamental para el tratamiento del paciente, pero también para el conocimiento de la situación epidemiológica de la enfermedad en nuestro medio y las medidas de prevención que se deben adoptar, desde los organismos sanitarios y sistemas de salud pública, para establecer y apoyar el control de la enfermedad.

Publicado bajo licencia CC 4.0 BY-NC-SA

Es esencial el diagnóstico precoz de la infección materna, fetal y neonatal. La rápida detección de la infección aguda por *T. gondii* durante el embarazo lleva a la implantación de un tratamiento adecuado en la gestante que reduce la posibilidad de la transmisión vertical y sintomatología, tanto en el feto como en el neonato, y las secuelas posteriores en el niño [1,2].

Sin embargo, a pesar de los avances logrados, el diagnóstico de TC es complejo en determinados casos, debido, principalmente, a limitaciones inherentes a las técnicas diagnósticas, a la ausencia de una técnica considerada como verdadero "patrón oro" universal; a la clínica y respuesta del paciente y a la falta de seguimiento serológico en un adecuado programa de cribado gestacional.

El diagnóstico continúa planteando numerosos desafíos. La infección primaria materna suele cursar de forma subclínica o poco específica. La interpretación de los resultados serológicos en la gestante puede resultar compleja debido a la persistencia prolongada de anticuerpos *IgM*, a la detección de *IgM* inespecíficas, a la existencia de resultados discordantes entre plataformas analíticas y a las dificultades para establecer el momento de adquisición de la infección, sobre todo si no se ha realizado el cribado serológico o un adecuado seguimiento. Por otro lado, hay que considerar que la mayoría de los recién nacidos infectados son asintomáticos al nacer, aunque pueden desarrollar posteriormente secuelas graves, lo que dificulta el diagnóstico clínico y resalta la importancia de las herramientas microbiológicas, requiriéndose, en determinados casos, técnicas complementarias y confirmatorias[3,4].

En la práctica, el diagnóstico definitivo debe basarse en la integración de hallazgos serológicos, moleculares, ecográficos y clínicos, tanto durante la gestación como después del nacimiento [3,4,5].

El objetivo del presente estudio es revisar el estado actual del diagnóstico de la toxoplasmosis en la gestante, el feto y el recién nacido, incluyendo los métodos convencionales y de referencia, las tecnologías diagnósticas emergentes y los principales retos pendientes.

METODOLOGÍA

Se realizó una revisión narrativa de la evidencia científica de las herramientas diagnósticas utilizadas en la práctica clínica, abarcando métodos serológicos, moleculares, técnicas de imagen y nuevas aproximaciones aplicadas al diagnóstico prenatal y postnatal de la TC. Se realizaron búsquedas bibliográficas en la Base de datos PubMed (https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/) hasta mayo 2026, con las palabras claves: "congenital toxoplasmosis", "gestational toxoplasmosis", "diagnosis", "prenatal diagnosis", "postnatal diagnosis", "serological diagnostic techniques" and "molecular diagnostic techniques". Se incluyeron estudios científicos de relevancia, revisiones, guías y consensos de expertos, en inglés y en español. Además, se incluyeron libros y estudios de autores especializados en el tema.

MÉTODOS DIAGNÓSTICOS

Diagnóstico clínico y diagnóstico por imagen

El diagnóstico clínico es poco concluyente, debido en muchos casos a la falta de manifestaciones clínicas e inespecificidad de los síntomas en el feto y en el recién nacido (RN) (hidrocefalia, coriorretinitis, calcificaciones cerebrales, convulsiones, alteraciones sistémicas como ictericia, hepatoesplenomegalia, aborto, etc.) cuando estos se presentan. Las técnicas de imagen, como la ecografía y la resonancia magnética, la tomografía computarizada, o la ultrasonografía, no son específicas, mostrando lesiones sugestivas de TC no confirmatorias, pero pueden facilitar el diagnóstico y monitorizar el efecto terapéutico [6,7].

Diagnóstico inmunológico o serológico

Los métodos inmunológicos para la detección de los isotipos *IgG*, *IgM e IgA* anti-*Toxoplasma* son comúnmente utilizados tanto para el diagnóstico en la embarazada, el prenatal y el postnatal [8,9,10,11]. Son diversas las técnicas empleadas para el screening, como el inmunoensayo enzimático (*ELISA*), el ensayo de inmunocaptura y aglutinación inmunoabsorbente *(ISAGA*) técnica de referencia para *IgM,* pero actualmente descatalogada en proceso de sustitución [12], los formatos de enzimoinmunoensayos

Publicado bajo licencia CC 4.0 BY-NC-SA

(*ELFA)* o inmunoensayos quimioluminiscentes (*CLIA*). Algunos se presentan en plataformas automatizadas.

Otras técnicas, como la Inmunofluorescencia indirecta *(IFI)* o la aglutinación diferencial (*AC/HS*), son menos utilizadas.

La sensibilidad y especificidad de los ensayos es variable e influye la técnica realizada, la fase de la infección y el estado inmunológico del paciente. Se están desarrollando nuevas técnicas diagnósticas complementarias que permitan subsanar los problemas presentados en el diagnóstico convencional.

El test de *avidez de IgG* constituye una técnica complementaria útil para la estimación del tiempo de adquisición de la primoinfección en la gestante. Mide la afinidad funcional o fuerza de unión de los anticuerpos *IgG* al antígeno de *Toxoplasma*. Esta fuerza incrementa a lo largo de la infección, siendo los anticuerpos de *baja avidez* los originados en la fase temprana y los de *alta avidez* los producidos posteriormente [13].

Las técnicas convencionales muestran generalmente una alta sensibilidad y especificidad, pero pueden presentar discrepancias en el resultado en la "zona gris" o dudosa, siendo en ocasiones inconcluyentes. Esto implica la necesidad de técnicas confirmatorias, como la técnica *Dye test* (*DT*), considerada de referencia clásica, pero actualmente sólo se realiza en laboratorios especializados y de investigación por su complejidad, requiriendo procesar parásitos vivos. La técnica de *Western blot,* es un inmunoensayo cualitativo y actualmente se considera una técnica de referencia, con buena correlación con el *DT* [14,15].

Otros métodos de diagnóstico inmunológico

La técnica de inmunocromatografía rápida (*ICT*) para la detección simultanea de *IgM* e *IgG*, en suero o sangre, es una prueba rápida, de bajo coste y de fácil manejo, que muestran una alta sensibilidad y especificidad, con óptima relación costo-efectividad en los estudios realizados [16,17]. Se presenta como una posible herramienta de cribado rápido, pudiendo realizarse en la consulta de control prenatal, pero está condicionada a la validación de implementación en la práctica local y a la confirmación de los resultados positivos, ya que un resultado positivo requiere completar la información con otra prueba para diferenciar los valores de *IgG* y de *IgM*.

Se han descrito otros métodos como el ensayo inmunoenzimático ligado a inmunofiltración (*ELIFA*). La identificación de biomarcadores que puedan ayudar al diagnóstico y pronóstico de la TC y de la toxoplasmosis aguda, mediante inmunoblot, están siendo desarrollados [18].

Se están realizando estudios de detección de *IgG* en saliva y fluidos orales para el diagnóstico y seguimiento en niños, con prometedoras expectativas [19], y el desarrollo de nuevos métodos de serotipado, utilizando antígenos recombinantes como los antígenos de superficie (*SAG1, SAG2 y SAG3*), antígenos de densogránulos (*GRA 1, GRA2, GRA 4*), o de roptrías (*ROP1*), que podrían mejorar el diagnóstico o la identificación del estado de infección [20]. Los antígenos recombinantes y quiméricos son estrategias diagnósticas en desarrollo.

Diagnóstico por aislamiento

El aislamiento de *T. gondii* mediante inoculación al ratón o en cultivo celular, constituye una prueba de demostración de parásitos viables y ha sido empleada históricamente como método de diagnóstico directo [21]. Sin embargo, debido a la utilización de animales y a su complejidad técnica requiriendo bioterio y personal especializado, el largo tiempo de respuesta y la menor aplicabilidad clínica, actualmente no forma parte del diagnóstico rutinario. Se restringe principalmente a laboratorios de referencia e investigación, utilizándose en el estudio de vacunas, resistencias, caracterización molecular de las cepas del parásito y la valoración de la efectividad de tratamientos [22].

Diagnóstico molecular

Las técnicas moleculares, como la *PCR* (reacción en cadena de la polimerasa), son sensibles y específicas. Se han descrito una gran diversidad de protocolos de *PCRs*. Aunque la especificidad observada en diferentes estudios es alta, la sensibilidad diagnóstica es variable, ya que la carga parasitaria en la muestra a analizar suele ser muy baja [23]. La sensibilidad y especificidad depende de

Publicado bajo licencia © 4.0 BY-NC-SA
ISSN-L 2173-9277

diversos factores, tales como la adecuada toma de muestras, el volumen procesado, el tratamiento previo, la técnica utilizada en la extracción de ADN, el tipo de *PCR* y las dianas de amplificación (gen *B1*, *rep529*, *18S* DNA ribosomal, etc.), la utilización o no de controles de extracción y amplificación, y la presencia de inhibidores, entre otros factores. La mayoría de los laboratorios utilizan protocolos de PCR a tiempo real (*qPCRs*), basados en *rep529*, que contiene un número superior de copias en el genoma del parásito y proporciona una mayor sensibilidad diagnóstica[23, 24, 25]. Actualmente se requiere la estandarización interlaboratorios de estas técnicas.

I) DIAGNÓSTICO DE LA INFECCIÓN EN LA GESTANTE

Los métodos inmunológicos son los inicialmente utilizados para el diagnóstico de la enfermedad en la gestante. Se basa en la detección de los anticuerpos *IgG*, *IgM e IgA* específicos. Las *IgM* aparecen 1-2 semanas tras la infección, aumentando el título hasta el mes, disminuyendo hacia los dos meses y, generalmente, desaparecen a los 6-9 meses, por lo que pueden ser indicativos de una fase aguda de la enfermedad, pero en ocasiones la interpretación de los resultados puede ser compleja debido a la persistencia prolongada de los anticuerpos *IgM*, que en algunos casos permanecen detectables durante meses o incluso años tras la infección primaria, por lo que en la gestante sólo sirve de orientación de posible infección reciente, debiendo ser confirmada por otras técnicas[26]. Las *IgG* aparecen entre la 2-3 semana, incrementa el título hasta los 2-3 meses y permanecen detectables durante toda la vida, siendo indicativas de infección crónica. Las *IgA* presentan dinámica similar a las *IgM*, pudiendo detectarse más de un año, no siendo de gran apoyo para el diagnóstico.

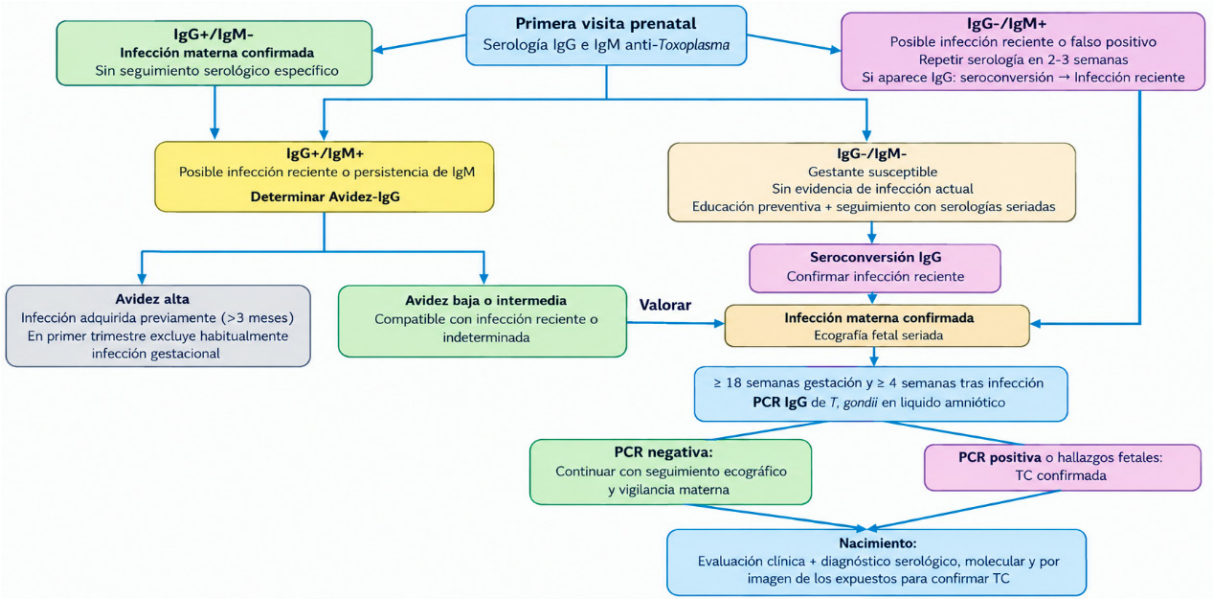
La detección de anticuerpos *IgG* e *IgM* constituye la estrategia inicial en los programas de cribado prenatal y permiten identificar a las mujeres susceptibles o las previamente inmunizadas. Se realiza la determinación de *IgG e IgM* al principio del embarazo, continuando con el seguimiento durante la gestación en aquellos casos de gestantes seronegativas (*IgG* e *IgM* negativo) al considerarse mujer en riesgo. El resultado *IgG* positivo e *IgM* negativo sugiere que la infección fue anterior a la presente gestación, considerándose infección crónica sin necesitar seguimiento al estar protegida. En el caso de *IgG* e *IgM* positiva se considera una posible infección aguda, pero, dada la posibilidad de persistencia de IgM durante años, debe ser confirmada por otras técnicas como el test de *avidez de IgG*. Se ha observado que un índice de *alta avidez* indica una infección de más de cuatro meses de evolución (por lo que si se detecta durante el primer trimestre prácticamente excluye una infección adquirida durante el embarazo) y un índice de *baja avidez* muestra una posible infección reciente, inferior a tres o cuatro meses, aunque en algunos casos puede detectarse en periodos superiores al año de infección, siendo una importante limitación a considerar teniendo que confirmar la infección aguda con otras técnicas [10,13]. Además, la utilidad diagnóstica disminuye conforme avanza el embarazo.

En los casos de detección de resultados dudosos o posibles *IgM* inespecíficas, las técnicas de *Western blot* son de gran utilidad. El test *Western blot IgG confirmatorio* es aplicado para la detección de *IgG* específica cuando la prueba de rutina presenta resultados discordantes o límites [27]. En las seroconversiones algunos estudios detectan *IgG* hasta 20 días antes que el *ELISA* convencional utilizado [12,13]. El test *Western blot IgM confirmatorio* muestra una alta especificidad, suponiendo una importante mejora diagnóstica al permitir identificar las *IgM* específicas [15].

Si se ha seguido la pauta adecuada de seguimiento serológico en la embarazada, se puede diferenciar entre toxoplasmosis aguda y crónica, por lo que el diagnóstico de una primoinfección en la gestante implica el inicio inmediato del tratamiento y el seguimiento del feto y del recién nacido (**Figura 1**).

Publicado bajo licencia CC 4.0 BY-NC-SA

Figura 1. Algoritmo diagnóstico de la infección por *Toxoplasma gondii* en la gestante y manejo de la sospecha de toxoplasmosis congénita.



Fuente: Elaboración propia. De Fuentes Corripio et al.

II) DIAGNÓSTICO PRENATAL DE LA TOXOPLASMOSIS CONGÉNITA

Una vez documentada o sospechada la infección materna reciente, el objetivo principal consiste en determinar si se ha producido transmisión fetal. La ecografía fetal constituye la primera herramienta de evaluación prenatal para observar las posibles alteraciones, igual que la resonancia magnética cuando proceda, pero no es diagnóstica, al ser inespecífica, y la sensibilidad es limitada, ya que una proporción considerable de fetos infectados no presenta alteraciones detectables.

Actualmente, la técnica de referencia para la confirmación prenatal de la infección fetal es la *PCR* en líquido amniótico (LA). Diversos estudios muestran una alta especificidad y sensibilidad variable dependiendo, entre otros factores, del momento de la infección materna, del tratamiento recibido y de los protocolos analíticos utilizados [24,28,29,30]. La amniocentesis debe realizarse después de la semana 18 de gestación y al menos cuatro semanas después del momento de la infección materna sospechada, para minimizar resultados falsamente negativos [31,32]. Un grupo de expertos exponen que no estaría indicada una terminación médica del embarazo en base sólo a un resultado positivo de la amniocentesis sin lesiones clínicas del feto, dado que se establece el tratamiento y seguimiento, aunque podría ser considerada en caso de malformaciones severas [31]. Se debe tener en cuenta que un resultado negativo no descarta la infección congénita.

Las técnicas de *PCR a tiempo real cuantitativa* pueden determinar la carga del parásito en LA, que puede ser muy baja. Existen estudios que sugieren que una alta carga parasitaria podría asociarse a mayor riesgo de síntomas severos, pero se ha observado que este riesgo tiene mayor asociación con la edad gestacional en la que se origina la primoinfección [23, 24]. Actualmente el manejo de la TC no depende de la carga parasitaria detectada.

III) DIAGNÓSTICO POSTNATAL DE LA TOXOPLASMOSIS CONGÉNITA

El diagnóstico postnatal es fundamental para confirmar TC cuando se detecta la seroconversión de la madre durante el embarazo, en la detección de TC inicialmente asintomática o cuando se producen signos clínicos en los primeros meses de vida del niño y sin información del control prenatal de

Publicado bajo licencia CC 4.0 BY-NC-SA

la madre. Continúa siendo uno de los aspectos más complejos, pues la mayoría de los recién nacidos infectados permanecen asintomáticos al nacimiento y presentan resultados iniciales negativos en las pruebas microbiológicas. Los casos sospechosos requieren programas diagnósticos combinando seguimiento clínico, técnicas serológicas y moleculares [32,33,34].

Se debe realizar una valoración clínica y pruebas de imagen como la ecografía transfontanelar, resonancia cerebral y la evaluación oftalmológica y auditiva para detectar posibles lesiones.

Los métodos serológicos estándar no distinguen los anticuerpos *IgG* maternos, transmitidos pasivamente por vía transplacentaria, o las posibles *IgM* e *IgA* trasmitidas de forma accidental por intercambio de sangre durante el parto, de los anticuerpos neosintetizados por el feto o el neonato.

La detección de *IgM* y/o *IgA* en el recién nacido se consideran confirmatorias de TC, pero aproximadamente el 25-30% de los niños infectados no desarrolla niveles detectables de estos anticuerpos, principalmente si la madre ha sido tratada durante la gestación. La sensibilidad de los test se observó menor en niños cuyas madres adquirieron la infección en una fase temprana del embarazo y/o fueron tratadas [35,36].

Es de especial relevancia para el diagnóstico neonatal precoz el estudio de comparación de los perfiles serológicos en el análisis del suero de la madre en paralelo con el hijo, obtenidos por el test *de Comparación de Perfiles Inmunológicos-Western blot IgG e IgM* (*CPI-WBIgG* y *CPI-WBIgM*), ya que permite identificar anticuerpos sintetizados por el neonato mediante la detección de bandas diferentes de las observadas en la madre [37]. Un resultado *CPI-WB* es positivo si se detecta en el perfil del niño al menos una banda diferente al de la madre, indicando neosíntesis de anticuerpos en el niño. El resultado *CPI-WB* es negativo si los perfiles de la madre e hijo son iguales, no pudiéndose indicar una respuesta propia en el niño. El *Western blot* incrementa la sensibilidad diagnóstica cuando se combina con otras pruebas serológicas, contribuyendo a una confirmación temprana de la infección congénita [34,37,38]. Existen casos que no muestran respuesta inmunológica propia, por lo que un resultado negativo del *CPI-WB* no excluye la infección congénita, requiriendo el seguimiento serológico rutinario hasta que desaparezcan los anticuerpos *IgG* (exclusión de TC), o se mantengan al año del nacimiento (confirmación de TC).

Las técnicas moleculares pueden contribuir a complementar el análisis serológico. Una PCR positiva en una muestra clínica adecuada confirma el diagnóstico de TC, pero un negativo no lo excluye. Se han observado estudios que muestran la detección en placenta y sangre de cordón con una sensibilidad baja, aunque incrementa si la primoinfección materna fue en el tercer trimestre [39]. Un resultado positivo en placenta no indica siempre una infección fetal, debiendo ser confirmado posteriormente. En cambio, un positivo en sangre de cordón es indicativo de TC. El líquido amniótico tomado en el parto también es una muestra adecuada [40]. En el recién nacido, las *PCR*s en muestras de sangre, líquido cefalorraquídeo y orina son las más analizadas, aunque muestran una baja sensibilidad diagnóstica, siendo mayor si el niño presenta síntomas [41]. El rendimiento de la PCR es variable según estudios, muestras y contexto clínico, no permitiendo estimar una sensibilidad general. El tratamiento de la madre durante la gestación puede disminuir la sensibilidad de las diferentes técnicas diagnósticas en neonatos [35,36].

El seguimiento de los anticuerpos *IgG* durante el primer año de vida continúa siendo el criterio fundamental para la confirmación de TC [3,8,9,10,31].

Las **Tablas 1** y **2** y la **Figura 1** recogen de manera esquemática los principales aspectos relacionados con el diagnóstico de toxoplasmosis congénita, tanto en la gestante como en el feto y el recién nacido.

Publicado bajo licencia CC 4.0 BY-NC-SA

Tabla 1. Diagnóstico de la infección materna y fetal por *Toxoplasma gondii* durante la gestación.

Etapa clínica	Objetivo diagnóstico	Muestra	Técnica	Momento de realización	Significado de un resultado positivo	Limitaciones de un resultado negativo	Factores que modifican el rendimiento
Gestante: Cribado prenatal inicial	Determinar inmunidad previa e identificar posible infección reciente	Suero materno	IgG e IgM anti-*T. gondii* (ELISA, CLIA, ELFA), otros	Primera visita prenatal al inicio de gestación	IgM positiva: posible infección reciente. Requiere estudio complementario IgG positiva: infección previa o reciente, según contexto	No excluye infección reciente previa a la seroconversión	Sensibilidad de la técnica utilizada, tiempo transcurrido desde la infección y estado inmunitario materno
Seguimiento serológico de gestante susceptible	Detectar seroconversión durante la gestación	Suero materno	Determinaciones seriadas de IgG e IgM	Durante el embarazo según protocolo de cribado	La seroconversión confirma infección adquirida durante la gestación	La infección puede no detectarse tempranamente si el intervalo entre controles es prolongado	Adherencia al programa de cribado, frecuencia de muestras y momento de adquirir la infección
Gestante: Datación de la infección	Estimar el momento de adquisición de la infección	Suero materno	Avidez de IgG	Tras detectar IgM positiva con sospecha de infección reciente	Una alta avidez indica >3 meses de evolución de la infección, prácticamente excluye una primoinfección gestacional	Una baja avidez no confirma necesariamente infección reciente, puede persistir durante meses o incluso más de un año	Edad gestacional, método diagnóstico, toma de muestra, procesamiento y variabilidad inter-laboratorio,
Gestante: Confirmación serológica materna	Resolver resultados dudosos o discrepantes	Suero materno	Western Blot IgG e IgM	Cuando los resultados serológicos son inconcluyentes	Confirma la presencia de anticuerpos específicos frente a *T. gondii*	No excluye completamente una infección muy reciente	Calidad del ensayo, experiencia del laboratorio y fase de la infección
Feto: Evaluación prenatal fetal	Detectar hallazgos compatibles con infección fetal	Feto	Ecografía obstétrica seriada	Tras sospecha o confirmación de primoinfección materna	Hallazgos compatibles (ventriculomegalia, calcificaciones intracraneales, hepatoesplenomegalia, etc.)	Frecuentemente fetos infectados presentan ecografías normales	Edad gestacional, gravedad de la infección, experiencia del operador y calidad del equipo
Feto: Confirmación de transmisión vertical	Confirmar infección fetal	Líquido amniótico	PCR o qPCR para detectar ADN de *T. gondii*	Después de la semana 18 de gestación y preferiblemente ≥4 semanas tras la sospecha de infección materna	Confirma transmisión vertical e infección fetal por detección de ADN del parásito	No excluye infección fetal por baja carga parasitaria, transmisión tardía o toma precoz de la muestra	Momento de la amniocentesis, carga parasitaria, tratamiento materno previo, calidad de la muestra, diana molecular emplead y variabilidad metodológica

Publicado bajo licencia CC 4.0 BY-NC-SA

Etapa clínica	Objetivo diagnóstico	Muestra	Técnica	Momento de realización	Significado de un resultado positivo	Limitaciones de un resultado negativo	Factores que modifican el rendimiento
Feto: Valoración complementaria (diagnóstico fetal complementario)	Evaluar afectación neurológica y sistemática, valorar la evolución	Feto	Resonancia magnética fetal y técnicas de imagen	Casos con alteraciones ecográficas o sospecha clínica	Permite caracterizar mejor la afectación fetal	No excluye infección congénita	Momento de realización, extensión de la afectación y experiencia radiológica

Fuente: Elaboración propia. De Fuentes Corripio et al.

Tabla 2. Diagnóstico postnatal de la toxoplasmosis congénita.

Etapa clínica	Objetivo diagnóstico	Muestra	Técnica	Momento de realización	Significado de un resultado positivo	Limitaciones de un resultado negativo	Factores que modifican el rendimiento
Recién nacido: Evaluación inicial neonatal. Diagnóstico serológico inicial	Demostrar respuesta inmunitaria propia	Suero neonatal	IgM e IgA específica anti-*T. gondii* (inmunoensayos)	Al nacimiento o primeros días de vida	Confirma infección congénita	Hasta un 25-30% de los niños infectados pueden presentar IgM negativa. La IgA puede no detectarse	Momento de la infección materna, madurez inmunológica del niño y tratamiento prenatal
Diagnóstico serológico de referencia	Diferenciar anticuerpos maternos transferidos de anticuerpos propios del neonato	Suero materno y del neonato	CPI-Western Blot IgG e IgM comparativo de perfiles inmunológicos madre-hijo	Al nacimiento y/o durante los primeros meses	La presencia de bandas exclusivas del recién nacido indica síntesis propia de anticuerpos	No todos los recién nacidos infectados desarrollan respuestas detectables	Madurez inmunológica neonatal y tratamiento prenatal
Diagnóstico molecular	Detectar ADN parasitario	Sangre, LCR y orina	PCR o qPCR	Al nacimiento o primeras semanas	Evidencia de infección congénita	Sensibilidad limitada por baja carga parasitaria en la muestra	Tipo y volumen de muestra, carga parasitaria, método de extracción y tratamiento prenatal
Diagnóstico confirmatorio de TC	Confirmar o excluir infección congénita en casos sospechosos sin diagnóstico concluyente	Suero	Seguimiento IgG (inmunoensayos)	Hasta los 12 meses de vida	Persistencia o aumento de IgG confirma infección congénita	Se requiere seguimiento para confirmar el resultado negativo que descarta la TC	Tratamiento del niño, respuesta inmunitaria
Recién nacido: Evaluación clínica complementaria	Determinar afectación orgánica y gravedad	Recién nacido	Exploración clínica, fondo de ojo, neuroimagen	Al nacimiento y durante el seguimiento	Identifica manifestaciones compatibles con TC	La mayoría de los recién nacidos infectados son asintomáticos al nacimiento	Severidad de la infección, edad gestacional y tratamiento prenatal

Fuente: Elaboración propia. De Fuentes Corripio et al.

Publicado bajo licencia CC 4.0 BY-NC-SA

Nuevas tecnologías diagnósticas y técnicas emergentes

Entre las tecnologías en desarrollo esta la PCR digital (*droplet digital PCR, dPCR*) que permite una cuantificación del ADN parasitario en muestras clínicas complejas, indicando la posible mejora de detección de cargas parasitarias muy bajas [42]. No obstante, presenta importantes limitaciones como el elevado coste, la falta de estandarización multicéntrica y la necesidad de personal altamente cualificado y no está demostrado aún la mayor sensibilidad clínica.

Las plataformas moleculares multiplex, capaces de detectar simultáneamente diferentes patógenos (como *T. gondii*, citomegalovirus y rubeola), se están proponiendo como alternativas para mejorar la eficiencia y el diagnóstico diferencial en casos de anomalías ecográficas inespecíficas [8,43].

Otro enfoque es la amplificación isotérmica (*LAMP)* sin necesidad de termocicladores sofisticados, reduciendo costes y el tiempo de procesamiento. Aunque su aplicación y rendimiento diagnóstico en la TC tiene que ser analizado, estudios clínicos en pacientes inmunodeprimidos han demostrado sensibilidades comparables a las técnicas de PCR [44]. Son necesarios estudios multicéntricos de validación antes de su implementación sistemática.

La secuenciación masiva (*NGS)* representa una herramienta emergente con aplicaciones potenciales en genotipado, vigilancia epidemiológica y estudio de factores de virulencia. No se han realizado estudios contrastados para el diagnóstico prenatal o neonatal de TC y su utilización clínica sigue siendo experimental, no formando parte del diagnóstico rutinario. Esta tecnología se ha aplicado al estudio del genoma completo de *T. gondii*, a la detección y epidemiología molecular e identificación de variantes [45,46,47].

Se están investigando nuevos biomarcadores serológicos para mejorar la datación de la infección y la evaluación pronóstica. Diversas investigaciones están evaluando biomarcadores inmunológicos como herramientas complementarias para la identificación precoz de la infección congénita por *T.gondii*. Entre ellos, las respuestas celulares mediadas por *IFN*-γ y las concentraciones séricas de *CXCL9* han mostrado capacidad discriminativa para el diagnóstico y pronóstico de la enfermedad [48], mientras que las vías inmunorreguladoras relacionadas con *IL-12* y *TNF*-α podrían influir en la transmisión vertical y la gravedad clínica [49]. Los perfiles de quimiocinas inducibles por *IFN*-γ, incluidos *CXCL9* y *CXCL10*, constituyen potenciales biomarcadores candidatos de interés biológico. Por otra parte, los *microARNs* circulantes [10]. Los perfiles transcriptómicos materno-fetales representan áreas emergentes de investigación ómica que requieren validación clínica antes de su posible incorporación a la práctica diagnóstica. Su potencial como biomarcadores no invasivos podría permitir la detección precoz de infección fetal y la estratificación pronóstica. Los estudios futuros podrían ayudar a distinguir con mayor precisión las infecciones recientes de las pasadas e identificar embarazos con mayor riesgo de transmisión vertical. A pesar de estos avances, la mayoría de las tecnologías emergentes siguen en fase de investigación o restringidas a centros especializados.

Problemática actual y limitaciones diagnósticas

El principal motivo para aplicar el diagnóstico de la toxoplasmosis congénita es tener una sospecha fundada. Cuando se observa una sintomatología y clínica compatible, tanto en la gestante como en el recién nacido, actualmente tenemos herramientas válidas para el diagnóstico, que presentan limitaciones, pero han mejorado claramente en los últimos años. Además, se están desarrollando nuevas e importantes tecnologías. El problema es que muchos casos de TC son asintomáticos o subclínicos al nacer y, si no se realizó un seguimiento serológico previo en el embarazo con programas de cribado bien dirigidos, no se sospecha la posible existencia de esa TC, por lo que no se aplican los métodos diagnósticos pre y postnatales, ocasionando la perdida de detección de casos y tratamientos que podrían evitar graves consecuencias en el niño. Esto lleva a resaltar la importancia de la actuación desde los organismos sanitarios y el sistema de salud pública, para establecer si se requiere el programa de cribado adecuado y apoyar la detección y el control de la enfermedad.

A pesar de los avances descritos, persisten importantes desafíos. Uno de los más relevantes es la falta de estandarización internacional de las técnicas moleculares. Diferencias en los métodos de extracción, dianas genómicas empleadas, controles internos y criterios de interpretación continúan

Publicado bajo licencia CC 4.0 BY-NC-SA
ISSN-L 2173-9277

generando variabilidad entre laboratorios y dificultan la comparación de resultados entre estudios, aunque se está trabajando activamente en este sentido.

Otro aspecto para tener en cuenta es el posible impacto del tratamiento prenatal sobre el rendimiento diagnóstico, aumentando el riesgo de resultados falsamente negativos por lo que se debe valorar esta situación en el manejo clínico.

Finalmente, hay que indicar que el cribado serológico seriado en las gestantes no es una práctica universal y no existe consenso internacional, teniéndose que valorar los posibles beneficios, limitaciones y costes según la situación epidemiológica y la organización sanitaria del país. Mientras que países como Francia o Austria mantienen estrategias de cribado sistemático durante el embarazo, otros aplican modelos selectivos o carecen de programas estructurados, dificultando la detección de los casos y el establecimiento de recomendaciones universales. En España la TC es enfermedad de declaración obligatoria, con un protocolo de vigilancia establecido, pero actualmente el cribado no está ofertado de forma general. En muchos hospitales se ha dejado de realizar principalmente por problema relacionados con la interpretación de resultados diagnósticos, como la persistencia de IgM y la detección de IgM inespecífica, o considerar una incidencia baja de la enfermedad. La actual mejora de las técnicas diagnósticas y el conocimiento de la incidencia real apoyará las decisiones a tomar.

CONCLUSIÓN

La TC continúa representando un desafío diagnóstico debido a la frecuente ausencia de manifestaciones clínicas durante la etapa prenatal y neonatal y a la falta, en muchos casos, del seguimiento de la embarazada en un programa adecuado de cribado serológico que permita la detección o sospecha de una primoinfección gestacional. Actualmente, la combinación de serología, detectando la seroconversión y pruebas de *avidez de IgG,* para identificar la primoinfección materna y las técnicas de imagen y *PCR* en líquido amniótico constituye el estándar diagnóstico prenatal más eficaz. El diagnóstico postnatal combina los resultados de serología en el niño, incluyendo las técnicas de *Western blot*, junto con las técnicas moleculares y seguimiento clínico. No obstante, el seguimiento de los anticuerpos *IgG* durante el primer año de vida continúa siendo el criterio fundamental para confirmar o descartar una TC. Las tecnologías emergentes muestran potencial para aumentar la sensibilidad diagnóstica y mejorar la detección del riesgo fetal, pero aún requieren desarrollo, validación clínica, estandarización y estudios de impacto.

BIBLIOGRAFÍA

1. Guarch-Ibáñez B, Carreras-Abad C, Frick MA, Blázquez-Gamero D, Baquero-Artigao F, Fuentes I, et al. REIV-TOXO Project: Results from a Spanish cohort of congenital toxoplasmosis (2015-2022). The beneficial effects of prenatal treatment on clinical outcomes of infected newborns. PLoS Negl Trop Dis. 2024;18(10): e0012619.

2. Wallon M, Peyron F. Effect of Antenatal Treatment on the Severity of Congenital Toxoplasmosis. Clin Infect Dis. 2016; 62:811-2.

3. Baquero-Artigao F, et al. Guía de la Sociedad Espanola ˜ de Infectología Pediátrica para el diagnóstico y tratamiento de la toxoplasmosis congénita. An Pediatr (Barc). 2013. http://dx.doi.org/10.1016/j.anpedi.2012.12.001

4. Hatanaka AR, Braga A, Traina E, Teixeira LKA, Longo C, Castro PT, et al. Gestational and Congenital Toxoplasmosis: An Updated Review with Emphasis on High-Prevalence Countries. Women. 2026;6(3):43. doi:10.3390/women6030043.

5. Peyron F, McLeod R, Ajzenberg D, Contopoulos-Ioannidis D, Kieffer F, Mandelbrot L, et al. Congenital Toxoplasmosis in France and the United States: One Parasite, Two Diverging Approaches. PLoS Neglected Tropical Diseases. 2017;11(2): e0005222.

6. Lago EG, Baldisserotto M, Hoefel Filho JR, Santiago D, Jungblut R. Agreement between ultrasonography and computed tomography in detecting intracranial calcifications in congenital toxoplasmosis. Clin Radiol. 2007;62(10):1004-11. doi: 10.1016/j.crad.2007.05.001.

7. Tüzkő N, Bartek V, Simonyi A, Harmath Á, Szabó I, Virok DP, et al. Associations between fetal symptoms during pregnancy and neonatal clinical complications with toxoplasmosis. Children (Basel). 2024;11(9):1111.

Publicado bajo licencia © 4.0 BY-NC-SA

8. Pomares C, Montoya JG. Laboratory Diagnosis of Congenital Toxoplasmosis. J Clin Microbiol. 2016 Oct;54(10):2448-54. doi: 10.1128/JCM.00487-16.

9. Maldonado YA, Read JS; Committee on infectious diseases. Diagnosis, Treatment, and Prevention of Congenital Toxoplasmosis in the United States. Pediatrics. 2017;139(2): e20163860. doi: 10.1542/peds.2016-3860.

10. Bollani L, Auriti C, Achille C, Garofoli F, De Rose DU, Meroni V, Salvatori G, Tzialla C. Congenital Toxoplasmosis: The State of the Art. Front Pediatr. 2022 Jul 6; 10:894573. doi: 10.3389/fped.2022.894573.

11. Fuentes I, coord. Toxoplasmosis congénita en España, presente y futuro. Madrid: Ed. Instituto de Salud Carlos III, Centro Nacional de Microbiología; 2022

12. Arkhis S, Rouges C, Dahane N, Guegan H, Yéra H, Robert-Gangneux F. Could PLATELIA Toxo IgM be the new gold standard for the serological diagnosis of congenital toxoplasmosis: a French multicenter study. J Clin Microbiol. 2024 14;62(2): e0122223. doi: 10.1128/jcm.01222-23.

13. Allam AF, Shehab AY, Ahmed NA, Elshereedy AG, Farag HF, Abdo SM, Ibrahim HS. IgG avidity and placenta real-time PCR in detection of active maternal toxoplasmosis: relation to pregnancy outcomes. Exp Parasitol. 2025; 279:109065.

14. Capobiango JD, Monica TC, Ferreira FP, Mitsuka-Breganó R, Navarro IT, Garcia JL, Reiche EM. Evaluation of the Western blotting method for the diagnosis of congenital toxoplasmosis. J Pediatr (Rio J). 2016;92(6):616-623. doi: 10.1016/j.jped.2016.02.014.

15. Meroni V, Genco F, Scudeller L, Brenier-Pinchart MP, Fricker-Hidalgo H, L'Ollivier C, Paris L, Pelloux H. Diagnostic Accuracy of LDBIO-Toxo II IgG and IgM Western Blot in Suspected Seroconversion in Pregnancy: A Multicentre Study. Pathogens. 2022; 11:665.

16. Mahinc C, Flori P, Delaunay E, Guillerme C, Charaoui S, Raberin H, Hafid J, L'Ollivier C. Evaluation of a New Immunochromatography Technology Test (LDBio Diagnostics) To Detect Toxoplasma IgG and IgM: Comparison with the Routine Architect Technique. J Clin Microbiol. 2017; 55:3395-3404.

17. Lykins J, Li X, Levigne P, Zhou Y, El Bissati K, Clouser F, et al. Rapid, inexpensive, fingerstick, whole-blood, sensitive, specific, point-of-care test for anti-Toxoplasma antibodies. PLoS Negl Trop Dis. 2018;12(8): e0006536. doi: 10.1371/journal.pntd.0006536.

18. Storchilo HR, Teixeira GM, Moreira ALE, Gomes TC, Borges CL, de Castro AM. Identification of Biomarkers for Diagnosis and Prognosis of Congenital and Acute Toxoplasmosis. J Infect Dis. 2021; 223:1965-1972. doi: 10.1093/infdis/jiaa613.

19. Chapey E, Meroni V, Kieffer F, Bollani L, Ecochard R, Garcia P, et al. Use of IgG in oral fluid to monitor infants with suspected congenital toxoplasmosis. Clin Vaccine Immunol. 2015; 22:398-403. doi:10.1128/CVI.00552-14.

20. Uddin AHMM, Hossain D, Ahsan MI, Atikuzzaman M, Karim MR. Review on diagnosis and molecular characterization of Toxoplasma gondii in humans and animals. Trop Biomed. 2021; 38:511-539. doi: 10.47665/tb.38.4.091.

21. Hitt JA, Filice GA. Detection of Toxoplasma gondii parasitemia by gene amplification, cell culture, and mouse inoculation. J Clin Microbiol. 1992;30(12):3181-3184. doi:10.1128/JCM.30.12.3181-3184.1992.

22. Dawant T, Wang W, Spriggs M, de Faria Junior GM, Horton L, Szafranski NM, et al. Isolation of Toxoplasma gondii in cell culture: an alternative to bioassay. Int J Parasitol. 2024;54(3-4):131-137. doi: 10.1016/j.ijpara.2023.12.002.

23. Robert MG, Brenier-Pinchart MP, Garnaud C, Fricker-Hidalgo H, Pelloux H. Molecular diagnosis of toxoplasmosis: recent advances and a look to the future. Expert Rev Anti Infect Ther. 2021; 19:1529-1542.

24. Roux G, Varlet-Marie E, Bastien P, Sterkers Y, on behalf of the French National Reference Center for Toxoplasmosis Network. Evolution of Toxoplasma PCR methods and practices: a French national survey and proposal for technical guidelines. Int J Parasitol. 2018; 48:701-707.

25. Fadel EF, El-Hady HA, Ahmed AM, Tolba MEM. Molecular diagnosis of human toxoplasmosis: the state of the art. J Parasitic Dis. 2024; 48:201-216. doi:10.1007/s12639-024-01667-1.

26. Gras L, Gilbert RE, Wallon M, Peyron F, Cortina-Borja M. Duration of the IgM response in women acquiring Toxoplasma gondii during pregnancy: implications for clinical practice and cross-sectional incidence studies. Epid Infec. 2004; 132:541-548.

27. Franck J, Garin YJ, Dumon H. LDBio-Toxo II immunoglobulin G Western blot confirmatory test for anti-toxoplasma antibody detection. J Clin Microbiol. 2008; 46:2334-8.

Publicado bajo licencia CC 4.0 BY-NC-SA

28. de Oliveira Azevedo CT, do Brasil PE, Guida L, Lopes Moreira ME. Performance of polymerase chain reaction analysis of the amniotic fluid of pregnant women for diagnosis of congenital toxoplasmosis: a systematic review and meta-analysis. PLoS One. 2016;11(4): e0149938. doi: 10.1371/journal.pone.0149938.

29. Villar BLF, Gomes LHF, Portari EA, Ramos CNP, Rocha DN, Pereira JP, et al. Real-time PCR in the diagnosis of congenital toxoplasmosis. Braz J Infect Dis. 2023;27(5):102804. doi: 10.1016/j.bjid.2023.102804

30. Abedian R, Esboei BR, Kordi S, Roshan HS, Hezarjaribi HZ, Rahmani Z, Montazeri M, Fakhar M. Efficacy of amniotic fluid, blood and urine samples for the diagnosis of toxoplasmosis in pregnant women candidates for amniocentesis using serological and molecular techniques. BMC Pregnan Child. 2024 22;24(1):771. doi: 10.1186/s12884-024-06979-x.

31. Peyron F, L'Ollivier C, Mandelbrot L, Wallon M, Piarroux R, Kieffer F, et al. Maternal and congenital toxoplasmosis: diagnosis and treatment recommendations of a French multidisciplinary working group. Pathogens. 2019; 8:24. doi:10.3390/pathogens8010024.

32. Losa A, Carvalho I, Sousa B, Ashworth J, Guedes A, Carreira L, et al. Diagnosis of congenital toxoplasmosis: challenges and management outcomes. Cureus. 2024;16(1): e52971. doi:10.7759/cureus.52971.

33. Márquez-Mauricio A, Caballero-Ortega H, Gómez-Chávez F. Congenital Toxoplasmosis Diagnosis: Current Approaches and New Insights. Acta Parasitol. 2023;68(3):473-480. doi: 10.1007/s11686-023-00693-y.

34. Franco PS, Scussel ACMO, Silva RJ, Araújo TE, Gonzaga HT, Marcon CF, et al. Systematic Review and Meta-Analysis of Congenital Toxoplasmosis Diagnosis: Advances and Challenges. J Trop Med. 2024; 2024:1514178.

35. Olariu TR, Press C, Talucod J, Olson K, Montoya JG. Congenital toxoplasmosis in the United States: clinical and serologic findings in infants born to mothers treated during pregnancy. Parasite. 2019; 26:13. doi: 10.1051/parasite/2019013.

36. Guegan H, Stajner T, Bobic B, Press C, Olariu RT, Olson K, Srbljanovic J, Montoya JG, Djurković- Djaković O, Robert-Gangneux F. Maternal Anti-Toxoplasma Treatment during Pregnancy Is Associated with Reduced Sensitivity of Diagnostic Tests for Congenital Infection in the Neonate. J Clin Microbiol. 2021; 59: e01368-20.

37. Bonetti A, Vola A, Lilleri D, Lo Grasso L, Furione M, Arossa A, et al. Comparative IgG-IgM Western blot in the diagnosis of congenital toxoplasmosis: a valid diagnostic tool. Pathog 2026; 15:225. doi: 10.3390/pathogens15020225.doi:10.1155/2024/1514178.

38. Denis J, Lemoine J-P, L'ollivier C, Deleplancque A-S, Fricker Hidalgo H, Pelloux H, Pomares C, Cimon B, Paris L, Houzé S, Villena I, Villard O. Contribution of serology in congenital toxoplasmosis diagnosis: results from a 10-year French retrospective study. J Clin Microbiol. 2023 24;61(10): e0035423. doi: 10.1128/jcm.00354-23.

39. Sterkers Y, Pratlong F, Albaba S, Loubersac J, Picot MC, Pretet V, et al. Novel interpretation of molecular diagnosis of congenital toxoplasmosis according to gestational age at the time of maternal infection. J Clin Microbiol. 2012;50(12):3944-3951. doi:10.1128/JCM.00918-12.

40. Filisetti D, Yera H, Villard O, Escande B, Wafo E, Houfflin-Debarge V, Delhaes L, Bastien P. Contribution of neonatal amniotic fluid testing to diagnosis of congenital toxoplasmosis. J Clin Microbiol. 2015; 53:1719-21. doi: 10.1128/JCM.02358-14.

41. Olariu TR, Remington JS, Montoya JG. Polymerase chain reaction in cerebrospinal fluid for the diagnosis of congenital toxoplasmosis. Pediatr Infect Dis J. 2014; 33:566-70.

42. Recalt E, Lespagnol A, Hamet L, Guegan H, Gangneux JP, Galibert MD, et al. Evaluation of droplet digital PCR for the clinical diagnosis of toxoplasmosis. Microbiol Spectr. 2025;13(12): e02984-25. doi:10.1128/spectrum.02984-25.

43. de Almeida RMS, Ogawa GM, Siqueira Custódio PR, Socorro Sampaio MA, da Silva NS, et al. Performance of Multiplex Detection Method of IgM Class Antibodies against Toxoplasma gondii, Rubella and Human Cytomegalovirus. Ann Pediatr Child Health 2022; 10(7): 1295.

44. Soltani Tehrani B, Mirzajani E, Fallahi S, Manouchehri Naeini K, Mahmoudi MR, Safari Kavishahi M, Eskandari V, Zebardast N. Challenging TaqMan probe-based real-time PCR and loop-mediated isothermal amplification (LAMP): the two sensitive molecular techniques for the detection of toxoplasmosis, a potentially dangerous opportunistic infection in immunocompromised patients. Arch Microbiol. 2020; 202:1881-1888.

45. Yucesan B, Guldemir D, Babur C, Kilic S, Cakmak A. Whole-genome sequencing of a Toxoplasma gondii strain from a Turkish isolate using next-generation sequencing technology. Acta Trop. 2021; 218:105907. doi: 10.1016/j.actatropica.2021.105907.

Publicado bajo licencia CC 4.0 BY-NC-SA

46. Zhu Y, Zhao W, Yang X, Zhang Y, Lin X, Weng X, Wang Y, Cheng C, Chi Y, Wei H, Peng Z, Hu Z. Metagenomic next-generation sequencing for identification of central nervous system pathogens in HIV-infected patients. Front Microbiol. 2022 15; 13:1055996. doi: 10.3389/fmicb. 2022.1055996.

47. Kowalczyk M, Sroka J, Wojcik-Fatla A. Evolution of Toxoplasma gondii detection and genotyping methods. J Parasitol Res. 2026; 2026:5586858.

48. Araújo TE, dos Santos LI, Gomes AO, Carneiro ACAV, Machado AS, Coelho-dos-Reis JG, et al. Putative biomarkers for early diagnosis and prognosis of congenital ocular toxoplasmosis. Sci Rep. 2020;10(1):16757. doi:10.1038/s41598-020-73265-z.

49. Rico-Torres CP, Reyes-León A, Figueroa-Damián R, Vela-Amieva M, Macias-Parra M, Ruiz-García M, et al. SNPs at the IL-2, IL-12, TNF-α and TGF-β1 regulatory gene regions are probably important for Toxoplasma gondii congenital transmission and disease severity in humans. Microbes Infect. 2025;27(8):105565. doi: 10.1016/j.micinf.2025.105565.

Publicado bajo licencia CC 4.0 BY-NC-SA