



*Análisis y evaluación de practica de laboratorio: Pruebas
inmunocromatográficas en el diagnóstico rápido de infecciones*

*Analysis and evaluation of laboratory practice: Immunochromatographic tests in
the rapid diagnosis of infections*

*Análise e Avaliação de Práticas Laboratoriais: Testes Ensaio
imunocromatográficos para diagnóstico rápido de infeções*

Kenia Katiuska Flores-Guaranda ^I
Flores-kenia8557@unesum.edu.es
<https://orcid.org/0009-0002-8401-6810>

Angélica Monserrate Tubay-Suárez ^{II}
tubay-angelical808@unesum.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0004-8315-7093>

Daleska Fernanda Villigua-Pincay ^{III}
villigua-daleska0500@unesum.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0000-5453-8912>

José Clímaco Cañarte-Velez ^{IV}
jose.canarte@unesum.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3843-1143>

Correspondencia: Flores-kenia8557@unesum.edu.es

Ciencias de la Salud
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 19 de noviembre de 2024 * **Aceptado:** 27 de diciembre de 2024 * **Publicado:** 14 de enero de 2025

- I. Estudiante Investigador de la Carrera de Laboratorio Clínico, Jipijapa, Ecuador.
- II. Estudiante Investigador de la Carrera de Laboratorio Clínico, Jipijapa, Ecuador.
- III. Estudiante Investigador de la Carrera de Laboratorio Clínico, Jipijapa, Ecuador.
- IV. Estudiante Investigador de la Carrera de Laboratorio Clínico, Jipijapa, Ecuador.

Resumen

Introducción: El método de inmunocromatografía es un método de prueba de laboratorio, desarrollado hace mucho tiempo como inmunoensayo de flujo lateral y ampliamente utilizado para enfermedades infecciosas que necesitan un diagnóstico rápido. El objetivo de este estudio fue analizar y evaluar la importancia de las pruebas inmunocromatográficas en el diagnóstico clínico.

Metodología: Se realizó un análisis documental Narrativo, basado principalmente en una revisión sistemática. **Resultados:** Existe una gran variedad de países y patógenos, tanto bacterianos y víricos tales como el dengue, la brucelosis y el VIH. La sensibilidad suele ser alta, pero varía en función del patógeno, mientras que la especificidad muestra más discrepancias. Algunos patógenos como el VIH y el VNV muestran una sensibilidad y especificidad elevadas, mientras que otros como la Brucella y el Dengue muestran una mayor variabilidad. **Conclusión:** Estos resultados subrayan la importancia de adaptar las características de las pruebas al patógeno específico en cuestión para mejorar la precisión del diagnóstico. Además, diversos factores influyen en la precisión de las pruebas inmunocromatográficas como la calidad de los reactivos, las condiciones de almacenamiento y la calidad de las muestras.

Palabras clave: Patógeno; Infección; Factores; Sensibilidad y Especificidad.

Abstract

Introduction: The immunochromatographic method is a laboratory test method, developed long ago as a lateral flow immunoassay and widely used for infectious diseases that need rapid diagnosis. The aim of this study was to analyze and evaluate the importance of immunochromatographic tests in clinical diagnosis. **Methodology:** A narrative documentary analysis was performed, based mainly on a systematic review. **Results:** There is a wide variety of countries and pathogens, both bacterial and viral such as dengue, brucellosis and HIV. Sensitivity is usually high, but varies depending on the pathogen, while specificity shows more discrepancies. Some pathogens such as HIV and VNV show high sensitivity and specificity, while others such as Brucella and Dengue show greater variability. **Conclusion:** These results underline the importance of adapting test characteristics to the specific pathogen in question to improve diagnostic accuracy. In addition, several factors influence the accuracy of immunochromatographic tests, such as reagent quality, storage conditions, and sample quality.

Keywords: Pathogen; Infection; Factors; Sensitivity and Specificity.

Resumo

Introdução: O método imunocromatográfico é um método de teste laboratorial, desenvolvido há muito tempo como imunoensaio de fluxo lateral e amplamente utilizado para doenças infecciosas que necessitam de um diagnóstico rápido. O objetivo deste estudo foi analisar e avaliar a importância dos testes imunocromatográficos no diagnóstico clínico. **Metodologia:** Foi realizada uma análise documental narrativa, baseada sobretudo numa revisão sistemática. **Resultados:** Existe uma grande variedade de países e agentes patogénicos, tanto bacterianos como virais, como a dengue, a brucelose e o VIH. A sensibilidade é geralmente elevada, mas varia consoante o agente patogénico, enquanto a especificidade apresenta mais discrepâncias. Alguns agentes patogénicos, como o VIH e o VNV, apresentam elevada sensibilidade e especificidade, enquanto outros, como a Brucella e a Dengue, apresentam maior variabilidade. **Conclusão:** Estes resultados realçam a importância de adaptar as características do teste ao agente patogénico específico em questão para melhorar a precisão do diagnóstico. Além disso, vários fatores influenciam a precisão dos testes imunocromatográficos, como a qualidade do reagente, as condições de armazenamento e a qualidade da amostra.

Palavras-chave: Patógeno; Infecção; Fatores; Sensibilidade e Especificidade.

Introducción

El descubrimiento de los anticuerpos desempeñó un papel importante en el desarrollo de los métodos de diagnóstico in vitro. El conocimiento de sus propiedades y su hábil uso se convirtieron en la base de las técnicas inmunoquímicas modernas. Las técnicas inmunoquímicas, por otro lado, han revolucionado el diagnóstico de laboratorio, lo que en consecuencia se traduce en una amplia aplicación clínica (1).

La inmunocromatografía (combina dos técnicas básicas: (i) la separación de moléculas en función de su capacidad para migrar sobre soportes sólidos por flujo capilar; (ii) la identificación de las moléculas diana en función de la reacción antígeno-anticuerpo. Dado que los ensayos de IC son fáciles de usar, se emplean ampliamente, como pruebas de autodiagnóstico para monitorear el estado de salud (embarazo o infección por SARS-CoV-2, por ejemplo) (2).

El método de inmunocromatografía es un método de prueba de laboratorio, desarrollado hace mucho tiempo como inmunoensayo de flujo lateral y ampliamente utilizado para enfermedades infecciosas que necesitan un diagnóstico rápido. El resultado se juzga visualmente a partir de la línea de juicio que aparece por la inmunorreacción antígeno-anticuerpo. entre el reactivo y la muestra, extraída de la nariz o la garganta del paciente. Esto es muy útil para prevenir el agravamiento del paciente y las infecciones secundarias, ya que el tiempo de ensayo es corto y es posible un diagnóstico rápido (3).

Los siguientes factores son cruciales para reducir los efectos de estas infecciones: 1: invasión tardía de la infección en el país debido a las medidas fronterizas y la cuarentena, 2: estrategias de contención temprana, 3: diagnóstico temprano que permita un tratamiento adecuado, y 4: pruebas amplias de anticuerpos (IgM, IgG) y/o antígenos contra el virus para evaluar la propagación del virus. Por lo tanto, las pruebas de diagnóstico rápido son cruciales para la prevención de enfermedades, el tratamiento y la contención en una pandemia (4).

La sensibilidad, la especificidad y los valores predictivos son parámetros esenciales que deben calcularse simultáneamente para diversas pruebas diagnósticas, incluidas las inmunocromatográficas. Estas medidas son cruciales para garantizar la exactitud y precisión de los resultados, lo que permite a los laboratorios clínicos ofrecer diagnósticos fiables. Además, el uso de tecnología avanzada en el proceso de diagnóstico mejora la exactitud de la presentación de los resultados (5).

Un falso positivo es un resultado de una prueba que indica incorrectamente que una persona tiene una determinada enfermedad o afección. Los falsos positivos, que pueden ser potencialmente estresantes, costosos e incluso peligrosos para el paciente, también pueden distorsionar los datos médicos y suponer una carga adicional para los centros de atención sanitaria. Por eso las pruebas deben ser precisas y fiables (6).

Estos ejemplos demuestran que los operadores de laboratorio deben tener cuidado al tomar decisiones. Intentan minimizar los errores y recopilar información adicional o realizar una prueba varias veces. Esto es difícil porque reducir un tipo de error a menudo aumenta el otro tipo de error. Según las consecuencias de su decisión, un tipo de error puede ser más preferible que el otro (7).

A escala mundial y en Ecuador las pruebas de diagnóstico rápido basadas en la inmunocromatografía, como las utilizadas para detectar las infecciones por SRAS-CoV-2, HIV, Hepatitis, entre otras, son fundamentales para la prevención y el tratamiento precoces de la

enfermedad. Sin embargo, la fiabilidad de estas pruebas depende de su sensibilidad, especificidad y valores predictivos. Los falsos positivos y los falsos negativos plantean problemas importantes, que conducen a diagnósticos incorrectos con consecuencias potencialmente graves.

En Ecuador, el acceso limitado a tecnologías de diagnóstico avanzadas y la formación inadecuada para interpretar correctamente los resultados agravan el riesgo de errores, lo que socava la eficacia de estas pruebas en el control de enfermedades. Esto pone de relieve la necesidad de mejorar la precisión de los diagnósticos y garantizar su uso adecuado en los entornos de salud pública.

Metodología

Diseño y tipo de estudio: Este estudio tuvo un diseño de análisis documental descriptivo, basado principalmente en una revisión sistemática de la información a través de la lectura minuciosa y exhaustiva de fuentes como artículos originales y fuentes confiables.

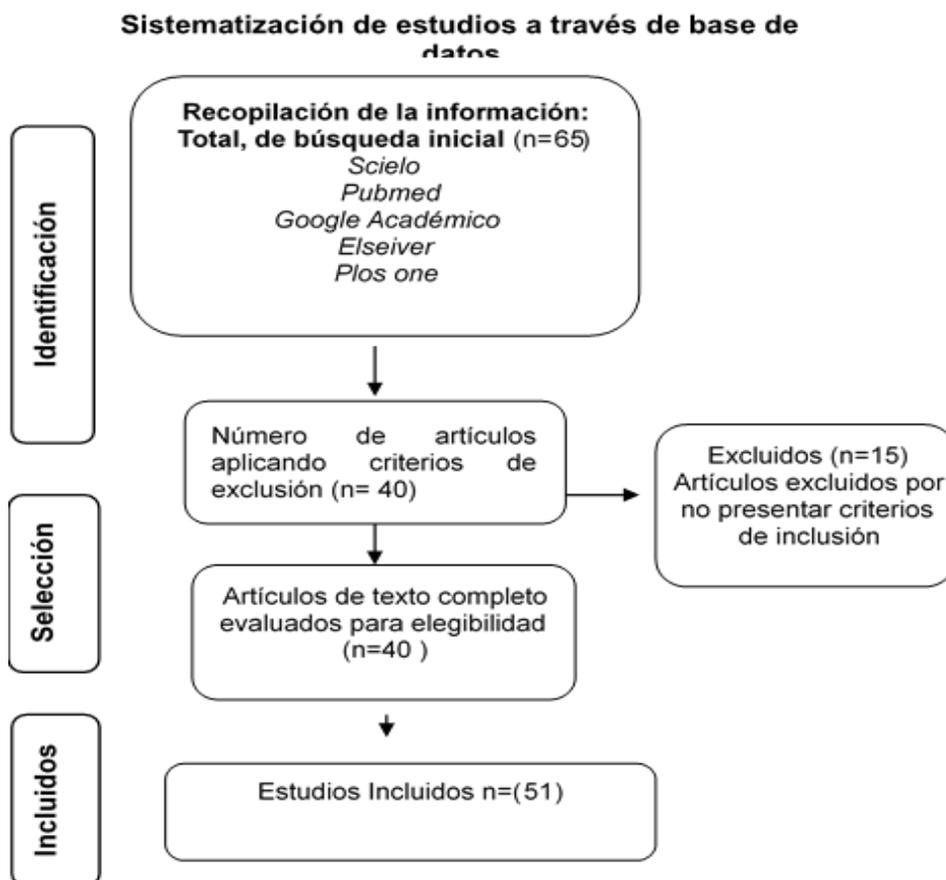
Criterios de elegibilidad: Los criterios de inclusión incluyeron: artículos originales, documentos e investigaciones publicadas en los últimos 5 años, fuentes indexadas, reportes de casos clínicos, estudios nacionales e internacionales en inglés y español. Criterios de exclusión: tesis, informes, cartas al editor, simposios, guías, sitios web no oficiales, opiniones de expertos y estudios de laboratorio con animales.

Búsqueda de información: La información se obtuvo de bases de datos científicas como PubMed, Elsevier, Scielo, Dialnet y Google Scholar en varios idiomas como español, inglés, croata y japones.

Estrategias de búsqueda: La investigación empleó la recopilación de datos de publicaciones científicas publicadas entre 2020 y diciembre del 2024, utilizando diversas bases de datos como PubMed, Scopus, Google Scholar, Science Direct y NCBI. Se utilizaron palabras clave como «Serología», «Inmunología», «Inmunocromatografía», «Infecciones», junto con operadores booleanos como AND, OR, NOT, así como términos MeSH. También se incluyeron combinaciones como «Inmunocromatografía» AND «Inmunología», «Diagnostico» OR «Evaluación», y «Infecciones» AND «Seroprevalencia».

Selección de estudio: Tras una búsqueda exhaustiva de información relevante, se realizó una evaluación crítica de los datos para identificar aquellos más relevantes para el tema, aplicando el marco PRISMA como referencia para garantizar la calidad e integridad del proceso donde se detalla todo.

Consideraciones Éticas: Se respeta y establece cada palabra de cada autor citado en el documento con la debida citación en el formato Vancouver, revisadas por el Consejo Científico de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.



Resultados

Tabla 1: Evaluar la precisión diagnóstica de las pruebas inmunocromatográficas en la detección rápida de infecciones.

Autor/Ref	Año de publicación	Metodología	País	Agente patógeno	Sensibilidad	Especificad
N. Navvabi et al (8)	2022	Experimental	Chequia	HBs-Ag	97%	91%
P.G. Souza et al (9)	2024	Experimental	Brasil	Brucella	73.91%	97.14%
Qi Wu et al (10)	2024	Experimental	China	Brucella melitensis	99%	98,40%

Jung-Yoon Choe et al (11)	2020	Estudio Transversal	Corea	<i>Covid-19</i>	92	96,20%
Verónica Elizabeth Mata et al (12)	2020	metaanálisis	Brasil	<i>Dengue</i>	91%	96%
Jéssica V.L. Macêdo et al (13)	2024	Metaanálisis	Brasil	<i>Dengue</i>	90%	No refiere
Mughees Haider et al (14)	2022	Metaanálisis	Pakistán	<i>Dengue</i>	78,62%	88,47%
Robert Andreato Santos et al (15)	2020	Estudio Transversal	Brasil	<i>Dengue</i>	94,60%	98,60%
Paula Da Cunda et al (16)	2024	Experimental	Uruguay	<i>E. coli</i>	74,50%	88,80%
Braulio Josue Mendez Sotelo et al (17)	2023	Estudio Transversal	México	<i>Enterobacterales</i>	98%	72%
Ahmed S. Keshta et al (18)	2021	Experimental	Qatar	<i>Enterobacterales Klebsiella yEscherichia coli</i>	100%	100%
Yusaku tsugami et al (19)	2024	Estudio Transversal	Japón	<i>Streptococos</i>	80%	87,50%
Yue Wang et al (20)	2023	Experimental	China	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	90,00%	85,70%
F. Yang et all (21)	2020	Experimental	China	<i>NDV</i>	92,49%	100%
Jiajia Yin et al (22)	2024	Experimental	China	<i>PRV</i>	96,40%	98,40%
Lydia González Serrano et al (23)	2020	Estudio Transversal	España	<i>Rotavirus/Adenovirus</i>	80%	57%

Andirwana Andirwana et al (24)	2024	Estudio Transversal	Indonesia	VIH	100%	100%
Boris K. Tchounga et al (25)	2023	Estudio Transversal	Camerún	VIH	75.4%	89%
Daniela Cristina Soares et al (26)	2023	Estudio Transversal	Brasil	VIH	100.0%	100.0%
Aiping Wang et al (27)	2023	Experimental	China	VZV	100%	98%

Análisis e Interpretación

Los estudios analizados incluyen una gran variedad de países y patógenos, tanto bacterianos y víricos tales como el dengue, la brucelosis y el VIH. La sensibilidad suele ser alta, pero varía en función del patógeno, mientras que la especificidad muestra más discrepancias. Algunos patógenos como el VIH y el VNV muestran una sensibilidad y especificidad elevadas, mientras que otros como la Brucella y el Dengue muestran una mayor variabilidad. En general, los estudios experimentales demuestran una alta sensibilidad, mientras que los estudios transversales tienden a tener una mayor especificidad.

Tabla 2: Investigar los factores que afectan la precisión de las pruebas inmunocromatográficas.

Autor/Ref	Año de publicación	Metodología	Agente patógeno	Factores
Yingjie Han et al (28)	2020	Caso Clínico	Helicobacter pylori	Calidad de Reactivos, condición de almacenamiento
Seo Hee Yoon et al (29)	2020	Revision Sistemática	Mycoplasma pneumoniae	Calidad de Reactivos, condición de almacenamiento
Dmitriy V. Sotnikov et al (30)	2020	Estudio Analítico	No refiere	Tiempo de lectura, elevación de proteínas o medicamentos
Jamil M.A.S. Obaid et al (31)	2021	Estudio prospectivo	Helicobacter pylori	Calidad de Reactivos, condición de almacenamiento
Seo Hee Yoon et al (32)	2021	Revision Sistemática	Norovirus	Calidad de la muestra, condiciones de almacenamiento, calidad del reactivo
Panwad Tongchai et al (33)	2021	Experimental	P. insidiosum	Calidad de muestra, condiciones de almacenamiento de las pruebas, mala praxis
Mayron Antonio Candia-Puma et al (34)	2021	Metaanálisis	Rabia	Calidad de Reactivos, condición de almacenamiento

Jéssica V. L. Macêdo et al (35)	2022	Revision Sistemática	Dengue	Condición de almacenamiento
Benjie M. Clemente et al (36)	2022	Revision Sistemática	leptospirosis	Calidad de muestra tomada, condiciones de almacenamiento
Liya Ye et al (37)	2022	Experimental	Covid-19	Calidad de la muestra, tecnica de muestreo, sensibilidad y especificidad
Julie Hoermann et al (38)	2022	Revision Sistemática	Schistosoma	Calidad de los reactivos, Condiciones de almacenamiento, medicamentos, sensibilidad y especificidad
Rutchanee Rodpai et al (39)	2022	Experimental	Schistosoma	Calidad de Reactivos, condidicion de almacenamiento
Zhongwei Lu et al (40)	2023	Revision Sistemática	Salmonella	Calidad de Reactivos, condidicion de almacenamiento
Cheng-Qi Zhang et al (41)	2023	Revision Sistemática	parvovirus	Condición de almacenamiento
Qingwen Sun et al (42)	2023	Experimental	Covid-19	Calidad de la muestra, técnica de muestreo, tiempo de lectura
Yanna Shao et al (43)	2023	Experimental	E. coli	Calidad de los reactivos, Condiciones de almacenamiento, medicamentos
Shu-Lian Li et al (44)	2024	Estudio Transversal	Chlamydia trachomatis	Tiempo de lectura, medicamentos, calidad de almacenamiento
Mariana Lourenço Freire et al (45)	2024	Metaanálisis	brucellosis	Condición de almacenamiento
Teerapat Nualnoi et al (46)	2024	Metaanálisis	leptospirosis	Condición de almacenamiento
Xingsheng Yang et al (47)	2024	Revision Sistemática	Covid-19	Calidad de muestra, condiciones de almacenamiento de las pruebas, técnica de forma incorrecta

Análisis e Interpretación

El análisis de los estudios indica que la calidad de los reactivos y las condiciones de almacenamiento son factores recurrentes que afectan a la precisión de las pruebas de diagnóstico, mencionados en 14 estudios. Además, la calidad de la muestra, la técnica de muestreo y el tiempo de lectura también influyen significativamente en la fiabilidad de los resultados, especialmente en el caso de infecciones como Covid-19, Schistosoma y Helicobacter pylori. Estos factores son cruciales para garantizar diagnósticos precisos y coherentes.

Discusión

El ensayo inmunocromatográfico es un nuevo bioensayo que se destaca por su relación costo-beneficio, facilidad de montaje, simplicidad y rapidez de operación. Basándose en la acción de la

fuerza capilar, la muestra se introduce en la zona de prueba del ICA, los objetivos se capturan a través de la unión específica de antígeno y anticuerpos (Abs), luego se presentan cambios de señal para lograr un análisis cualitativo y cuantitativo (48).

A pesar de la alta carga de enfermedad, principalmente en América Latina, la enfermedad de Chagas, Zika, entre otra, está subdiagnosticada y subtratada. Las pruebas de diagnóstico rápido (PDR) podrían mejorar el acceso al diagnóstico (49). Es por ello la necesidad del estudio abordado, se plantea variables de estudio para demostrar la importancia del uso de las pruebas inmunocromatográficas para detección temprana de un agente patógeno.

De entre las cuales dieron como resultado gran variedad de países y patógenos, tanto bacterianos y víricos tales como el dengue, la brucelosis y el VIH. La sensibilidad suele ser alta, pero varía en función del patógeno, mientras que la especificidad muestra más discrepancias.

La comparación de los autores con variables similares revela una amplia gama de sensibilidades y especificidades entre los distintos patógenos. Por ejemplo, los estudios sobre *Brucella* de P.G. Souza y Qi Wu muestran una alta sensibilidad (73,91% frente a 99%) pero especificidades variables (97,14% frente a 98,40%). (9,10). Sin embargo, Huseyin Agah Terzi (50) afirma que la especificidad en ciertas pruebas es menor a la sensibilidad.

Los estudios de Yingjie Han y Jamil M.A.S. Obaid, ambos centrados en *Helicobacter pylori*, destacan la importancia de la calidad de los reactivos y las condiciones de almacenamiento como factores críticos para un diagnóstico preciso (28,31). Sin embargo, Boris G Andryukov destaca que importa más el tipo de marca que se usa para las pruebas inmunocromatográficas (51).

Se propone realizar estudios adicionales centrados en la evaluación comparativa de diferentes marcas de reactivos inmunocromatográficos y su impacto en la sensibilidad y especificidad de los resultados, especialmente en enfermedades infradiagnosticadas como Chagas, Zika e infecciones parasitarias. Además, es crucial investigar cómo las condiciones de transporte y almacenamiento de las muestras pueden afectar a la precisión del diagnóstico, ya que se ha demostrado que estas variables influyen significativamente en los resultados. Estos estudios son clave para mejorar la fiabilidad de las pruebas inmunocromatográficas y facilitar el diagnóstico precoz en zonas epidemiológicas de alta carga.

Conclusión

La precisión de las pruebas inmunocromatográficas varía en función del patógeno y de las variables implicadas mientras que la sensibilidad suele ser elevada, la especificidad muestra una mayor variabilidad en función de la enfermedad. Patógenos como el VIH y el VVZ muestran tanto una sensibilidad como una especificidad elevada, mientras que otros como la brucelosis y el dengue muestran una sensibilidad elevada, pero especificidades más inconsistentes. Estos resultados subrayan la importancia de adaptar las características de las pruebas al patógeno específico en cuestión para mejorar la precisión del diagnóstico.

Además, diversos factores influyen en la precisión de las pruebas inmunocromatográficas como la calidad de los reactivos, las condiciones de almacenamiento y la calidad de las muestras. Estos aspectos se destacaron en la mayoría de los estudios demostrando su impacto directo en la fiabilidad de los resultados. Es esencial realizar las pruebas en condiciones controladas para garantizar resultados consistentes.

Referencias

1. Lis. From Cereal Grains to Immunochemistry—What Role Have Antibodies Played in the History of the Home Pregnancy Test. *Antibodies*. 2023; 12(3): p. 56.
2. Cuttaia C, al e. Immunochromatographic Detection of Human Blood: A Forensic Review. *Separations*. 2024; 11(3): p. 66.
3. Tsuboi I, Iinuma K. Immunochromatography—Application Example and POCT Type Genetic Testing. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*. 2021; 69(10).
4. Kawasaki H, al e. Sensitive quantitative and rapid immunochromatographic diagnosis of clinical samples by scanning electron microscopy - preparing for future outbreaks. *Med Rxiv*. 2020.
5. Lino Villacreses L, al e. Aplicación, cálculo e importancia de la sensibilidad, especificidad y valor predictivo de las pruebas de diagnóstico en el laboratorio clínico. *Dom Cien*. 2021; 7(3): p. 685-709.
6. Healy B, Khan A, al e. The impact of false positive COVID-19 results in an area of low prevalence. *Clin Med (Lond)*. 2021; 21(2): p. e54-e56.

7. Share and Connect. [Online]; 2024. Acceso 4 de Diciembre de 2024. Disponible en: <https://manoa.hawaii.edu/exploringourfluidearth/chemical/matter/properties-matter/practices-science-false-positives-and-false-negatives>.
8. Navvabi N, al e. Comparative assessment of immunochromatography and ELISA diagnostic tests for HBsAg detection in PCR-confirmed HBV infection. *Revista de Gastroenterología de México*. 2022; 87(2): p. 176-180.
9. Souza P, al e. Analytical performance evaluation of a rapid immunochromatographic test for the diagnosis of bovine brucellosis based on a recombinant BP26 protein. *Veterinary Medicine*. 2024; 76(5).
10. Wu Q, al e. Development of a colloidal gold immunochromatographic test strip for detecting the smooth Brucella. *Scientific Reports* volume. 2024; 14.
11. Jung Yoon C, al e. Development of a colloidal gold immunochromatographic test strip for detecting the smooth Brucella. *Scientific Reports* volume. 2024; 14.
12. Mata V, al e. Diagnostic performance of immunochromatography assay for rapid detection of IgM and IgG in coronavirus disease 2019. *Journal Medical Virology*. 2020; 92(11): p. 2567-2572.
13. Macêdo J, al e. Rapid immunochromatographic tests for the diagnosis of dengue: a systematic review and meta-analysis. *Cad. Saúde Pública*. 2020; 6(8).
14. Mughees H, al e. Systematic review and meta-analysis: assessing the accuracy of rapid immunochromatographic tests in dengue diagnosis. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*. 2024; 109(2).
15. Andreato Santos R, al e. Diagnostic Accuracy of Various Immunochromatographic Tests for NS1 Antigen and IgM Antibodies Detection in Acute Dengue Virus Infection. *Int J Environ Res Public Health*. 2022; 19(14): p. 8756.
16. Da Cunda P, al e. In house-development of a rapid immunochromatographic test for the detection of Escherichia coli in urine samples. *Revista Argentina de Microbiología*. 2024; 56(2): p. 140-146.
17. Mendez B, al e. Comparison of Lateral Flow Immunochromatography and Phenotypic Assays to PCR for the Detection of Carbapenemase-Producing Gram-Negative Bacteria, a Multicenter Experience in Mexico. *Antibiotics*. 2023; 12(1).

18. Keshta A, al e. Evaluation of Rapid Immunochromatographic Tests for the Direct Detection of Extended Spectrum Beta-Lactamases and Carbapenemases in Enterobacterales Isolated from Positive Blood Cultures. *ASM Journals*. 2021; 10.
19. tsugami Y, al e. Performance evaluation of a rapid immunochromatographic test kit in detecting bovine mastitis-causing streptococci. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2024; 86(5).
20. Wang Y, al e. Comparing the broth enrichment-multiplex lateral flow immunochromatographic assay with real time quantitative PCR for the rapid detection of carbapenemase-producing organisms in rectal swabs. *BMC Infectious Diseases*. 2023; 23(413).
21. Yang F, al e. Immunosensor-based rapid quantitative detection of Newcastle disease virus antibodies using innovative gold immunochromatographic assay. *Journal of Applied Microbiology*. 2020; 119(6): p. 1751–1757.
22. Yin J, al e. Development and application of a high-sensitivity immunochromatographic test strip for detecting pseudorabies virus. *Front. Microbiol*. 2024; 15.
23. González Serrano L, al e. Viral gastroenteritis in hospitalized patients: Evaluation of immunochromatographic methods for rapid detection in stool samples. *Journal of Clinical Virology*. 2020; 128.
24. Andirwana A, al e. The Unseen Threat: Evaluating the Efficacy of Immunochromatographic HIV Screening in a Low-Resource Setting. *Archives of The Medicine and Case Reports*. 2024; 5(4): p. 943-953.
25. Tchounga B, al e. Molecular confirmation of HIV-1 and HIV-2 coinfections among initially serologically dually-reactive samples from patients living in West Africa. *Plos One*. 2023.
26. Soares D, al e. Assessment of the Accuracy, Usability and Acceptability of a Rapid Test for the Simultaneous Diagnosis of Syphilis and HIV Infection in a Real-Life Scenario in the Amazon Region, Brazil. *Diagnostics*. 2023; 13(4): p. 810.
27. Wang A, al e. Rapid detection of varicella-zoster virus based on an immunochromatographic strip. *Virology*. 2023; 583: p. 35-42.
28. Han Y, al e. Diagnosis of *Helicobacter pylori* infection in the elderly using an immunochromatographic assay-based stool antigen test. *Microbioly Open*. 2020; 9(9).

29. Hee Yoon S, al e. Immunochromatography for the diagnosis of *Mycoplasma pneumoniae* infection: A systematic review and meta-analysis. *Plos one*. 2020.
30. Sotnikov D, al e. Mathematical modeling of immunochromatographic test systems in a competitive format: Analytical and numerical approaches. *Biochemical Engineering Journal*. 2020; 164.
31. Obaid J, al e. Evaluation of antibody immunochromatography testing for diagnosis of current *Helicobacter pylori* infection. *Practical Laboratory Medicine*. 2021.
32. Hee Yoon S, al e. Diagnostic Accuracy of Immunochromatographic Tests for the Detection of Norovirus in Stool Specimens: a Systematic Review and Meta-Analysis. *ASM Journals*. 2021; 9(1).
33. Tongchai P, al e. Development of Lateral Flow Immunochromatographic Assay with Anti-*Pythium insidiosum* Antibodies for Point-of-Care Testing of Vascular Pythiosis. *Scientific Reports*. 2021.
34. Candia Puma M, al e. Rabies Test Accuracy: Comprehensive Systematic Review and Meta-Analysis for Human and Canine Diagnostics. *Med Rxiv*. 2024.
35. Macêdo J, al e. A systematic review and meta-analysis on the accuracy of rapid immunochromatographic tests for dengue diagnosis. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*. 2022; 41: p. 1191–1201.
36. Clemente B, al e. Evaluating immunochromatographic test kits for diagnosis of acute human leptospirosis: A systematic review. *50 Heliyon*. 2022; 8(11).
37. Ye L, al e. Rapid colloidal gold immunochromatographic assay for the detection of SARS-CoV-2 total antibodies after vaccination. *Journal of Materials Chemistry B*. 2022; 11.
38. Hoermann J, al e. Performance of a rapid immuno-chromatographic test (*Schistosoma* ICT IgG-IgM) for detecting *Schistosoma*-specific antibodies in sera of endemic and non-endemic populations. *Plos one*. 2022.
39. Rodpai R, al e. Development and Accuracy Evaluation of Lateral Flow Immunoassay for Rapid Diagnosis of Schistosomiasis Mekongi in Humans. *Borne and Zoonotic Diseases*. 2022; 22(1).
40. Lu Z, al e. A spatial color co-recognition immunochromatographic assay based on the hue-saturation-brightness color space to classify *Salmonella* serogroups. *Sensors and Actuators B: Chemical*. 2023; 383.

41. Cheng Qi Z, al e. Colloidal gold and fluorescent immunochromatographic test strips for canine parvovirus detection. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2023; 107: p. 4903–4915.
42. Qingwen S, al e. Immunochromatographic enhancement strategy for SARS-CoV-2 detection based on nanotechnology. *Nanoscale*. 2023; 37.
43. Shao Y, al e. Dual-mode immunochromatographic assay based on dendritic gold nanoparticles with superior fluorescence quenching for ultrasensitive detection of *E. coli* O157:H7. *Food Chemistry*. 2023; 424.
44. Shu Lian L, al e. Evaluation of the diagnostic performance of an immunochromatographic test for *Chlamydia trachomatis*. *Practical Laboratory Medicine*. 2024.
45. Lourenço Freire M, al e. Diagnosis of human brucellosis: Systematic review and meta-analysis. *Plos one*. 2024.
46. Nualnoi T, al e. Accuracy of rapid lateral flow immunoassays for human leptospirosis diagnosis: A systematic review and meta-analysis. *Plos One*. 2024.
47. Yang X, al e. PDA-mediated colorimetric-fluorescence co-enhanced immunochromatography assay for the simultaneous and rapid detection of SARS-CoV-2 and HAdV. *Chemical Engineering Journal*. 2024; 481.
48. Bai F, al e. Integration of a new generation of immunochromatographic assays: Recent advances and future trends. *nanotoday*. 2024.
49. Angheben A, al e. Rapid immunochromatographic tests for the diagnosis of chronic Chagas disease in at-risk populations: A systematic review and meta-analysis. *Plos One*. 2019.
50. Agah Terzi H, al e. Investigation of the rapid immunochromatographic test performance in the diagnosis of syphilis; comparison of four serological methods. *Journal of Laboratory Medicine*. 2020.
51. Andryukov. Six decades of lateral flow immunoassay: from determining metabolic markers to diagnosing COVID-19. *AIMS Microbiol*. 2020; 6(3): p. 280–304.