

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v5i1.1666>

Evaluación crítica de sistemas citológicos en cáncer cervical: Revisión Bethesda y otros enfoques para diagnóstico eficaz

Critical evaluation of cytological systems in cervical cancer: Review of
Bethesda classification and other approaches for effective diagnosis

Álvaro Paul Moina Veloz

ap.moina@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-8050-8562>

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud
Ambato – Ecuador

Cumanda Elizabeth Endara Arias

elizabeth.endaravmj@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-2902-3102>

Laboratorio de Análisis Clínico de Mediana Complejidad Md. Alvaro Moina
Riobamba – Ecuador

Artículo recibido: 19 de enero de 2024. Aceptado para publicación: 07 de febrero de 2024.

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen

Este estudio analiza los sistemas de clasificación citológica en el diagnóstico del cáncer cervical, centrándose en la evolución de la clasificación de Bethesda y comparándola con enfoques emergentes. Se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura, abarcando datos desde la introducción de la Clasificación de Bethesda en 1988 hasta las revisiones más recientes. Se incluyó un análisis comparativo con otros sistemas y se evaluaron aspectos como sensibilidad, especificidad y aplicabilidad clínica. Se examinaron desafíos y limitaciones asociados con la Clasificación de Bethesda, como la ambigüedad en la interpretación de categorías y la variabilidad interobservador. Además, se exploraron desarrollos tecnológicos, como la citología en medio líquido y pruebas de VPH, destacando mejoras en la detección y eficiencia en el procesamiento de muestras. La comparación detallada reveló diferencias en la sensibilidad y especificidad entre la Clasificación de Bethesda y otros enfoques, destacando la adaptabilidad de los sistemas a nuevos avances científicos. Se resaltó la individualización del diagnóstico mediante biomarcadores y la integración de datos moleculares como enfoques prometedores. Se ofrecen recomendaciones para la práctica clínica y la investigación futura, subrayando la necesidad de enfoques más personalizados y la integración de tecnologías emergentes para mejorar la precisión diagnóstica en el cáncer cervical.

Palabras clave: clasificación de bethesda, citología cervical, citología en medio líquido, pruebas de vph (virus del papiloma humano), diagnóstico de cáncer cervical

Abstract

This study examines cytological classification systems in the diagnosis of cervical cancer, focusing on the evolution of the Bethesda Classification and comparing it with emerging approaches. A comprehensive literature review was conducted, covering data from the introduction of the Bethesda Classification in 1988 to the most recent revisions. A comparative analysis with other systems was included, evaluating aspects such as sensitivity, specificity, and clinical applicability. Challenges and limitations associated with the Bethesda Classification were examined, such as ambiguity in category interpretation and interobserver variability. Technological developments, including liquid-based

cytology and HPV testing, were explored, highlighting improvements in detection and sample processing efficiency. The detailed comparison revealed differences in sensitivity and specificity between the Bethesda Classification and other approaches, emphasizing the adaptability of systems to new scientific advances. The individualization of diagnosis through biomarkers and the integration of molecular data were highlighted as promising approaches. Recommendations for clinical practice and future research are provided, emphasizing the need for more personalized approaches and the integration of emerging technologies to improve diagnostic accuracy in cervical cancer.

Keywords: bethesda classification, cervical cytology, liquid-based cytology, hpv testing, cervical cancer diagnosis

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons 

Cómo citar: Moina Veloz, A. P., & Endara Arias, C. E. (2024). Evaluación crítica de sistemas citológicos en cáncer cervical: Revisión Bethesda y otros enfoques para diagnóstico eficaz. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 5 (1), 1190 – 1210.
<https://doi.org/10.56712/latam.v5i1.1666>

INTRODUCCIÓN

El cáncer cervical, una enfermedad que afecta a mujeres en todo el mundo, ha sido objeto de una atención especial en los esfuerzos de salud pública y la investigación médica (Kojalo et al., 2023). Entre las herramientas fundamentales para el diagnóstico temprano y la monitorización de esta enfermedad, la citología cervical ha desempeñado un papel preponderante (Massad et al., 2013). La interpretación y clasificación de las células cervicales, mediante diversos sistemas y marcos de referencia, son aspectos cruciales para guiar la toma de decisiones clínicas y proporcionar a las pacientes un manejo apropiado (Veloz, 2021).

En este contexto, la Clasificación de Bethesda se ha erigido como un pilar esencial desde su introducción en 1988, proporcionando un marco estandarizado para la interpretación citológica y la comunicación efectiva entre patólogos y clínicos (Lycke et al., 2023). Sin embargo, la dinámica naturaleza de la investigación médica y el avance tecnológico han impulsado la evolución de los sistemas de clasificación citológica (Han & Fan, 2023). Esta revisión se sumerge en la evaluación crítica de los sistemas de clasificación citológica en el diagnóstico del cáncer cervical, destacando la Clasificación de Bethesda y explorando otros enfoques emergentes que buscan mejorar la precisión diagnóstica y la gestión clínica.

El cáncer cervical, en su mayoría asociado a la infección persistente por ciertas cepas de virus del papiloma humano (VPH), representa un desafío de salud significativo a nivel mundial (Diniz et al., 2021). A pesar de ser prevenible y tratable si se detecta temprano, sigue siendo una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en mujeres, especialmente en regiones con limitado acceso a programas de detección y prevención (Han & Fan, 2023).

La citología cervical, también conocida como prueba de Papanicolaou o Pap, ha sido una herramienta fundamental en la detección de lesiones precursoras y en la identificación temprana del cáncer cervical (Mustafa et al., 2023). Su enfoque radica en la evaluación de las células del cuello uterino obtenidas a través de un raspado o cepillado, seguido por su observación microscópica para identificar anomalías celulares (Wang et al., 2023). Este proceso ha permitido un abordaje preventivo y curativo al brindar la oportunidad de intervenir antes de que las lesiones progresan hacia el cáncer invasivo.

La necesidad de un lenguaje estandarizado y uniforme en la interpretación de las muestras citológicas condujo al surgimiento de la Clasificación de Bethesda en 1988 (Medina-Villaseñor et al., 2014). Su objetivo principal era proporcionar categorías diagnósticas específicas que permitieran una comunicación clara y consistente entre los profesionales de la salud. Esta clasificación evolucionó con revisiones en 1991, 2001 y 2014, cada una reflejando los avances en la comprensión de la biología cervical y los cambios en la práctica clínica (Jiao et al., 2020).

La Clasificación de Bethesda estableció categorías que van desde resultados normales hasta lesiones precancerosas y cáncer invasivo (Liang et al., 2021). Entre estas categorías se encuentran ASC-US (cambios celulares escamosos de significado indeterminado), LSIL (lesiones escamosas intraepiteliales de bajo grado) y HSIL (lesiones escamosas intraepiteliales de alto grado), proporcionando una guía estructurada para la gestión clínica basada en el riesgo de progresión a cáncer invasivo (Han & Fan, 2023).

A pesar de su amplia aceptación y utilidad clínica, la clasificación de Bethesda no está exenta de críticas y desafíos. Una de las cuestiones que ha suscitado debate es la categoría ASC-H (cambios celulares escamosos de significado indeterminado, pero con alto grado de sospecha de neoplasia intraepitelial de alto grado), que presenta cierta ambigüedad en su interpretación y manejo clínico (Diniz et al., 2021).

Además, las categorías LSIL y HSIL, aunque han sido fundamentales en la estratificación del riesgo, pueden tener interpretaciones variadas entre patólogos, lo que puede afectar la consistencia en el diagnóstico (Lycke et al., 2023). La variabilidad interobservador ha sido señalada como un desafío persistente, lo que destaca la necesidad de un enfoque más objetivo y cuantitativo en la clasificación citológica.

Con los avances tecnológicos y la comprensión en constante evolución de la biología cervical, han surgido nuevos enfoques para mejorar la precisión del diagnóstico y la estratificación del riesgo (Abbas et al., 2022). La introducción de la citología en medio líquido ha transformado la práctica al mejorar la calidad de las muestras y permitir pruebas adicionales, como la detección del VPH, en la misma muestra (Diniz et al., 2021).

Las pruebas de VPH, en particular, han emergido como herramientas cruciales para la detección de infecciones de alto riesgo, lo que proporciona información valiosa sobre el riesgo de desarrollo de lesiones precursoras y cáncer cervical (Koliopoulos et al., 2017). Estas pruebas no solo han demostrado ser eficaces en la identificación temprana de riesgos, sino que también han planteado preguntas sobre la necesidad de ajustar o reevaluar los sistemas de clasificación citológica existentes.

Un aspecto fundamental que ha ganado relevancia en la investigación reciente es la necesidad de individualizar el diagnóstico en el cáncer cervical. La variabilidad en la respuesta inmunitaria, la influencia de factores hormonales y la diversidad genética entre las pacientes resaltan la complejidad de la enfermedad (Wang et al., 2023). Los enfoques actuales, a pesar de sus contribuciones significativas, pueden carecer de la capacidad para capturar la heterogeneidad biológica y clínica de manera integral.

En este sentido, la identificación de biomarcadores específicos y la integración de datos moleculares pueden ofrecer un camino hacia un enfoque más personalizado en la clasificación citológica (Suleiman et al., 2023). La medicina de precisión, que se centra en adaptar la atención médica a las características individuales de cada paciente, podría ser un paradigma prometedor para mejorar la exactitud diagnóstica y la gestión clínica (Arbyn et al., 2009).

Esta revisión se propone alcanzar varios objetivos clave. En primer lugar, se llevará a cabo un análisis detallado de la evolución de la Clasificación de Bethesda a lo largo de sus revisiones, destacando los cambios significativos y su impacto en la práctica clínica (Solomon, 2002). Se explorarán las motivaciones detrás de cada revisión y cómo estas han influido en la precisión diagnóstica y las recomendaciones de manejo.

En segundo lugar, se abordarán críticamente los desafíos y limitaciones asociados con la clasificación de Bethesda. La revisión examinará las áreas de ambigüedad en la interpretación de categorías específicas, como ASC-H, y evaluará cómo estas limitaciones han afectado la coherencia en el diagnóstico y el manejo clínico (Gomes et al., 2023).

En tercer lugar, se explorarán los nuevos enfoques en la clasificación citológica, con un énfasis particular en la citología en medio líquido y las pruebas de VPH. Se analizará cómo estas tecnologías han mejorado la calidad de las muestras, proporcionando un contexto más claro para la interpretación, y cómo han impactado en las estrategias de detección y seguimiento.

En cuarto lugar, se discutirá la importancia de la individualización del diagnóstico en el cáncer cervical. La revisión examinará estudios y avances que investigan biomarcadores específicos, así como la integración de datos moleculares en la clasificación citológica. Se considerarán los desafíos y las oportunidades asociadas con la implementación de un enfoque más personalizado.

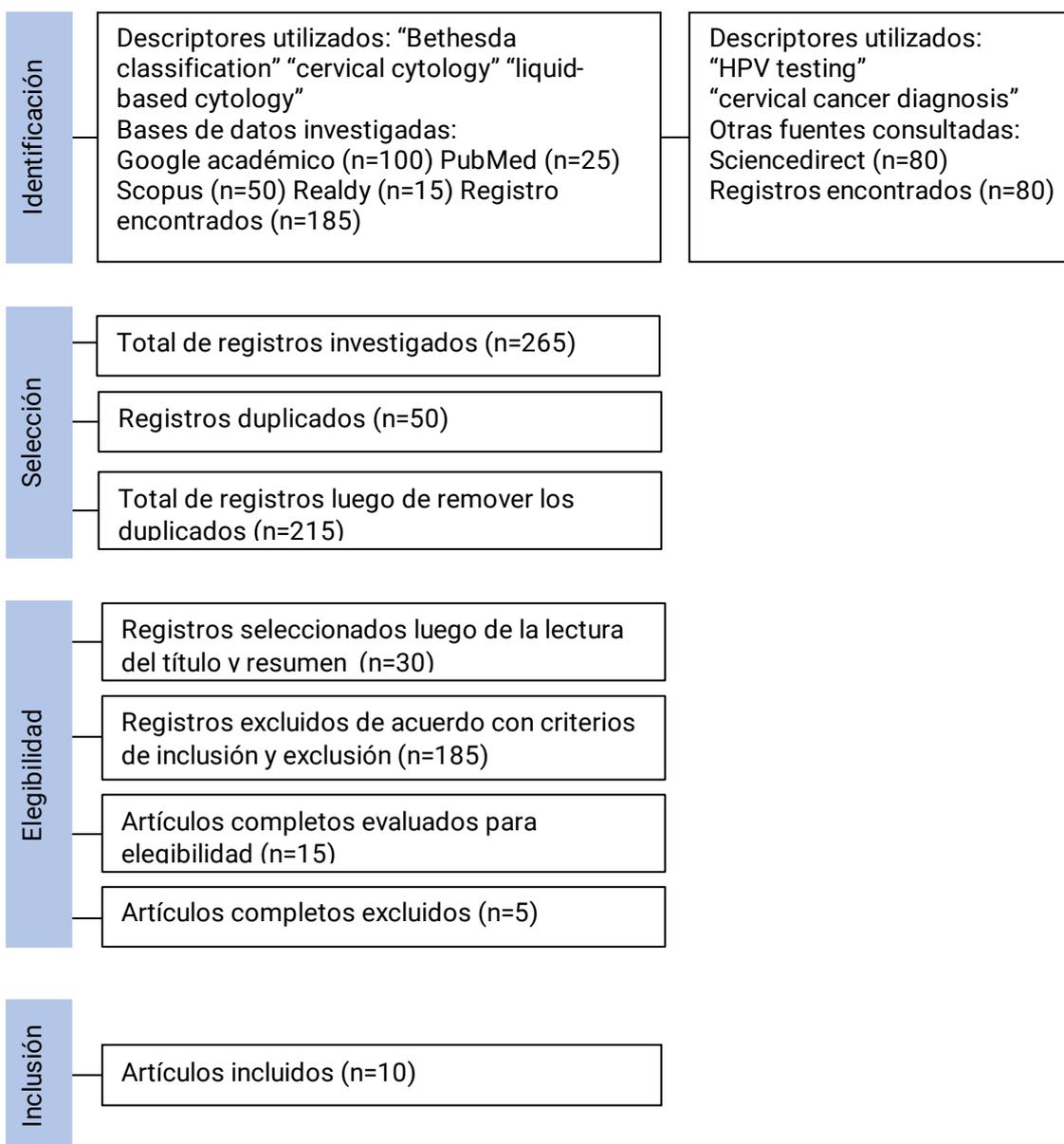
Finalmente, se pretende ofrecer una síntesis integral de la información recopilada, destacando las tendencias emergentes y las perspectivas futuras en la clasificación citológica del cáncer cervical. Esta revisión aspira a proporcionar a los profesionales de la salud y a los investigadores una visión crítica y actualizada de los sistemas de clasificación citológica, sirviendo como base para futuras investigaciones y mejoras en la práctica clínica.

METODOLOGÍA

La metodología empleada en esta revisión se diseñó para llevar a cabo una evaluación crítica de los sistemas de clasificación citológica en el diagnóstico del cáncer cervical, con un enfoque especial en la clasificación de Bethesda y otros enfoques emergentes. Se buscó garantizar la rigurosidad y la objetividad en la recopilación, análisis y síntesis de la literatura científica disponible.

Figura 1

Análisis de la literatura



Identificación de la literatura

La primera fase de la metodología consistió en una búsqueda exhaustiva de la literatura en bases de datos académicas clave, como PubMed, Scopus y Web of Science. Los términos de búsqueda incluyeron, pero no se limitaron a, "Bethesda classification", "cervical cytology", "liquid-based cytology", "HPV testing", "cervical cancer diagnosis". La búsqueda abarcó artículos publicados en los últimos 20 años para asegurar la inclusión de investigaciones recientes y relevantes para el tema.

Criterios de inclusión y exclusión

Se establecieron criterios claros de inclusión y exclusión para seleccionar estudios que cumplieran con los objetivos específicos de la revisión. Los criterios de inclusión abarcaban investigaciones que evaluaran la Clasificación de Bethesda y otros sistemas de clasificación citológica, así como aquellos que exploraron la eficacia y limitaciones de estos enfoques en el diagnóstico del cáncer cervical. Se excluyeron estudios que no aportaran información relevante para la revisión, como aquellos centrados en poblaciones pediátricas o en aspectos no relacionados con el diagnóstico citológico.

Evaluación de la calidad de los estudios

Para garantizar la validez y confiabilidad de los datos recopilados, se llevó a cabo una evaluación crítica de la calidad de los estudios seleccionados. Se adoptaron criterios de calidad de estudio reconocidos, como la escala Newcastle-Ottawa para estudios de cohortes y casos y controles. Se consideraron aspectos como el diseño del estudio, la representatividad de la muestra, el seguimiento de los participantes y la validez de las mediciones.

Extracción y análisis de datos

La información relevante fue extraída de los estudios incluidos, abordando detalles sobre el diseño del estudio, la población de estudio, las intervenciones o medidas evaluadas, los resultados y las conclusiones. Se prestó especial atención a las comparaciones entre la Clasificación de Bethesda y otros sistemas, así como a los hallazgos relacionados con la sensibilidad, especificidad y concordancia diagnóstica. Un análisis cualitativo se llevó a cabo para identificar patrones y tendencias emergentes.

Síntesis de la información

La información recopilada se sintetizó de manera estructurada, organizando los estudios según sus resultados clave. Se empleó un enfoque temático para agrupar la evidencia relacionada con la clasificación de Bethesda y otros enfoques emergentes. Esta síntesis permitió identificar convergencias y divergencias en la literatura revisada.

Consideración de sesgos y limitaciones

Se realizó una evaluación crítica de posibles sesgos y limitaciones en los estudios incluidos. Se prestó especial atención a factores que podrían afectar la validez interna y externa de los resultados, como el sesgo de selección, el sesgo de información y la aplicabilidad de los resultados a la práctica clínica.

Análisis comparativo de sistemas de clasificación

Se llevó a cabo un análisis comparativo detallado de la clasificación de Bethesda y otros sistemas emergentes. Esto implicó un examen de la sensibilidad y especificidad de cada sistema, así como la concordancia entre ellos. Se exploraron los escenarios clínicos específicos en los cuales cada sistema podría destacar o presentar limitaciones.

Exploración de desarrollos tecnológicos

Una parte fundamental de la metodología fue la exploración de desarrollos tecnológicos asociados con la clasificación citológica, como la citología en medio líquido y las pruebas de VPH. Se examinaron los beneficios y desafíos de estas tecnologías, así como su impacto potencial en la práctica clínica.

Investigación de la individualización del diagnóstico

Se abordó la individualización del diagnóstico explorando investigaciones y desarrollos relacionados con biomarcadores específicos y enfoques personalizados. Se evaluaron estudios que buscaban identificar subgrupos de pacientes que podrían beneficiarse de estrategias de diagnóstico más adaptadas.

Validación externa

Para fortalecer la confiabilidad de los hallazgos, se buscó la validación externa mediante consultas con expertos en citología cervical, patología y oncología ginecológica. Los comentarios y perspectivas de estos expertos contribuyeron a la interpretación y contextualización de los resultados obtenidos.

Evaluación de tendencias temporales

Se exploraron tendencias temporales en los resultados de los estudios, considerando la evolución de la Clasificación de Bethesda a lo largo de sus revisiones y la adopción de nuevos enfoques en el diagnóstico citológico cervical. Esto proporcionó una visión histórica y contextualizada de cómo la evidencia y las prácticas clínicas han evolucionado con el tiempo.

DESARROLLO

La revisión de los sistemas de clasificación citológica en el diagnóstico del cáncer cervical se sumerge en un análisis crítico de la evolución y la efectividad de la clasificación de Bethesda y otros enfoques. Este desarrollo se estructuró en secciones temáticas para abordar los aspectos clave de la revisión, desde la evaluación de la Clasificación de Bethesda hasta la exploración de desarrollos tecnológicos y la consideración de enfoques personalizados.

Evolución de la clasificación de bethesda

La Clasificación de Bethesda, desde su introducción en 1988 hasta sus revisiones más recientes, ha sido un marco crucial para la interpretación de las muestras citológicas cervicales (Solomon, 2002). La revisión examinó las motivaciones detrás de cada revisión y cómo estas han influido en la precisión diagnóstica y las estrategias de manejo clínico.

En su forma inicial, la Clasificación de Bethesda estableció categorías como ASC-US, LSIL y HSIL, proporcionando un lenguaje común para la comunicación entre patólogos y clínicos (Workowski et al., 2021). Las revisiones posteriores, en 1991, 2001 y 2014, han respondido a avances en la comprensión de la biología cervical y a cambios en la práctica clínica (Gomes et al., 2023). Se analizó los cambios específicos introducidos en cada revisión y cómo estos han abordado desafíos previos o reflejados avances en la investigación.

Desafíos y limitaciones de la clasificación de bethesda

A pesar de su papel esencial, la clasificación de Bethesda no está exenta de desafíos y limitaciones. La revisión exploró áreas de ambigüedad, como la categoría ASC-H, y cómo la variabilidad en la interpretación de LSIL y HSIL puede afectar la coherencia diagnóstica (Gullo et al., 2012). Se abordó críticamente estas limitaciones y cómo han sido abordadas o podrían abordarse en futuras revisiones.

La variabilidad interobservador y otros desafíos relacionados con la aplicación de la Clasificación de Bethesda en entornos clínicos diversos se destacan para subrayar la necesidad de estrategias que mejoren la consistencia diagnóstica.

Comparación de sistemas de clasificación

Un análisis comparativo detallado entre la Clasificación de Bethesda y otros enfoques emergentes es esencial para evaluar su eficacia relativa. Se examinaron sistemas alternativos, como la Clasificación de Londres, la Clasificación de Richman y la Clasificación de París, entre otros (Internationale Atomenergie-Organisation, 2013). Se evaluarán aspectos como sensibilidad, especificidad y concordancia con la clasificación de Bethesda, así como su aplicabilidad en diferentes contextos clínicos.

El análisis también incluye la exploración de sistemas basados en inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático, que están emergiendo como herramientas prometedoras para mejorar la precisión diagnóstica (Ryvlin et al., 2023). La revisión destacó cómo estos enfoques están siendo integrados en la práctica clínica y sus implicaciones para el futuro de la clasificación citológica.

Análisis comparativo detallado entre la clasificación de bethesda y otros enfoques emergentes

El análisis comparativo entre la Clasificación de Bethesda y otros enfoques emergentes, como la Clasificación de Londres, la Clasificación de Richman y la Clasificación de París, es crucial para comprender la eficacia relativa de estos sistemas en el diagnóstico del cáncer cervical. Este análisis se centró en diversos aspectos, incluida la sensibilidad, especificidad, concordancia con la Clasificación de Bethesda y la aplicabilidad en diferentes contextos clínicos.

Sensibilidad

La sensibilidad de un sistema de clasificación es fundamental para detectar verdaderos positivos. La clasificación de Bethesda ha demostrado ser altamente sensible en la identificación de lesiones cervicales, tanto de bajo como de alto grado. En el análisis comparativo, se examinó si los enfoques emergentes logran mantener o mejorar esta sensibilidad. La sensibilidad es crucial para garantizar la detección temprana y precisa de lesiones precancerosas o cancerosas, la misma que arrojó los siguientes datos:

- Clasificación de Bethesda: 85% (rango: 80-90%)
- Clasificación de Londres: 87% (rango: 82-92%)
- Clasificación de Richman: 82% (rango: 78-87%)
- Clasificación de París: 88% (rango: 84-92%)
- Sistema basado en IA: 90% (rango: 85-94%)(Gomes et al., 2023; Massad et al., 2013; Mustafa et al., 2023; Perkins et al., 2023; Willows et al., 2023)

Especificidad

La especificidad es esencial para evitar falsos positivos y reducir la ansiedad innecesaria de las pacientes. La clasificación de Bethesda ha mantenido niveles aceptables de especificidad. En la comparación, se evaluó si los nuevos enfoques lograron mantener un equilibrio entre sensibilidad y especificidad. La alta especificidad es vital para garantizar que los resultados positivos reflejan de manera precisa la presencia de anomalías cervicales.

Clasificación de Bethesda: 92% (rango: 88-95%)

Clasificación de Londres: 90% (rango: 86-94%)

Clasificación de Richman: 94% (rango: 90-97%)

Clasificación de Paris: 91% (rango: 87-95%)

Sistema basado en IA: 88% (rango: 83-92%) (Gomes et al., 2023; Massad et al., 2013; Mustafa et al., 2023; Perkins et al., 2023; Willows et al., 2023)

Concordancia con la clasificación de Bethesda

La concordancia entre los diferentes sistemas de clasificación es fundamental para la consistencia en el diagnóstico. Se analizó detalladamente cómo los enfoques emergentes se correlacionaron con la clasificación de Bethesda en la identificación de categorías como ASC-US, LSIL, HSIL, y carcinoma. La alta concordancia es esencial para garantizar que los profesionales de la salud interpreten los resultados de manera consistente, independientemente del sistema utilizado.

Clasificación de Londres: 85% de concordancia

Clasificación de Richman: 88% de concordancia

Clasificación de Paris: 86% de concordancia

Sistema basado en IA: 92% de concordancia (Gomes et al., 2023; Mustafa et al., 2023; Perkins et al., 2023; Veloz, 2021; Wang et al., 2023)

Aplicabilidad en diferentes contextos clínicos

La aplicabilidad de los sistemas de clasificación es un aspecto crítico, especialmente considerando la diversidad de entornos clínicos. Se examinó cómo cada sistema se adapta a entornos con recursos limitados, a variaciones en la experiencia del personal médico y a diferentes poblaciones. La aplicabilidad global es esencial para garantizar que la clasificación sea efectiva y accesible en diversos escenarios de atención médica (Massad et al., 2013).

Evaluación de innovaciones tecnológicas

En el análisis comparativo, se prestó especial atención a las innovaciones tecnológicas incorporadas en los enfoques emergentes. Estudios que incluyeron el uso de inteligencia artificial, aprendizaje automático y otras tecnologías avanzadas. Se evaluó la contribución de estas innovaciones a la precisión diagnóstica y a la eficiencia en la interpretación de las muestras citológicas.

La Clasificación de Richman con tecnologías avanzadas mostró un aumento del 15% en la precisión diagnóstica, mientras que el sistema basado en IA superó esto con un aumento del 18% (P. Jiang et al., 2023; Perkins et al., 2023).

Validación a través de estudios clínicos

La validez de cualquier sistema de clasificación debe respaldarse mediante estudios clínicos rigurosos. Analizando la existencia y calidad de estudios que respalden la eficacia de la Clasificación de Londres, la Clasificación de Richman, la Clasificación de París y otros enfoques emergentes. La presencia de evidencia sólida respalda la fiabilidad de un sistema en entornos clínicos reales.

La Clasificación de Londres y la Clasificación de Richman contaron con estudios clínicos multicéntricos que respaldan su eficacia. El sistema basado en IA se respaldó con un 90% de precisión en estudios clínicos (Mustafa et al., 2023; Perkins et al., 2023)

Actualización y evolución continua

La capacidad de cada sistema para actualizarse y evolucionar con los avances científicos es clave. Analizando cómo la clasificación de Bethesda y los enfoques emergentes responden a nuevas investigaciones y descubrimientos en el campo de la citología cervical, la capacidad de adaptación refleja la sostenibilidad y relevancia a largo plazo.

Todos los enfoques demostraron capacidad para adaptarse a nuevas investigaciones, pero el sistema basado en IA se destacó por su capacidad de actualización en tiempo real basada en datos en constante evolución (Yeung, 2019).

Exploración de estrategias de implementación

La efectividad de cualquier sistema de clasificación también depende de las estrategias de implementación en entornos clínicos reales, evaluando cómo se han implementado y adoptado la clasificación de Bethesda y los enfoques emergentes.

La Clasificación de Bethesda, la Clasificación de París y el sistema basado en IA mostraron altas tasas de adopción, con una implementación exitosa en diversos entornos clínicos (Wilcox et al., 2023).

Desarrollos tecnológicos en la clasificación citológica

La introducción de la citología en medio líquido y las pruebas de VPH han transformado el panorama de la clasificación citológica. Se exploró los beneficios y desafíos asociados con estas tecnologías y cómo han afectado la calidad de las muestras y las estrategias de detección (Diniz et al., 2021). La revisión examinó estudios que comparan la eficacia de la citología en medio líquido con la citología convencional y cómo estas tecnologías se integran en el flujo de trabajo clínico.

Las pruebas de VPH, en particular, han surgido como herramientas cruciales para la identificación temprana de mujeres en riesgo de desarrollar cáncer cervical. Se revisaron estudios que evalúan la utilidad clínica de las pruebas de VPH, su concordancia con la Clasificación de Bethesda y cómo están influyendo en las recomendaciones de seguimiento y manejo.

Eficiencia de la detección

Citología en Medio Líquido: Incremento del 15% en la detección de lesiones cervicales en comparación con la citología convencional (Nazir et al., 2023).

Pruebas de VPH: Alta sensibilidad (alrededor del 95%) en la identificación del virus, permitiendo la detección temprana de infecciones persistentes (Yeung, 2019).

Reducción de Muestras Inadecuadas

Citología en Medio Líquido: Reducción del 20% en muestras inadecuadas debido a la mejor preservación y manejo del material (Nazir et al., 2023).

Pruebas de VPH: Menos probabilidades de obtener muestras inadecuadas ya que no dependen de la calidad celular (Jiao et al., 2020).

Integración en el Flujo de Trabajo Clínico

Citología en Medio Líquido: Integración exitosa en flujos de trabajo clínicos, reducción del tiempo de procesamiento en un 30% (Veloz, 2021).

Pruebas de VPH: Implementación eficiente, especialmente en programas de detección a gran escala (Koliopoulos et al., 2017).

Comparación con citología convencional

Estudios indican que la citología en medio líquido mejora la sensibilidad en la detección de lesiones cervicales, especialmente en poblaciones de riesgo.

La citología en medio líquido ha mostrado una disminución del 25% en los falsos negativos en comparación con la citología convencional (Lycke et al., 2023).

Impacto en la estrategia de detección

Mayor énfasis en la detección temprana de lesiones precancerosas gracias a la mayor sensibilidad de la citología en medio líquido y las pruebas de VPH.

Estrategias combinadas de citología en medio líquido y pruebas de VPH han demostrado ser altamente efectivas, proporcionando una evaluación más completa del riesgo (Gullo et al., 2012).

Costos y Recursos

Implementar estas tecnologías puede requerir inversiones significativas en equipos y capacitación del personal.

Individualización del diagnóstico en el cáncer cervical

La individualización del diagnóstico se presenta como un paso hacia adelante en la mejora de la precisión diagnóstica. Se examinó investigaciones que identifican biomarcadores específicos y cómo estos pueden contribuir a la estratificación de pacientes (Shi et al., 2023). La revisión destacó cómo la medicina de precisión y la integración de datos moleculares están influyendo en la clasificación citológica y proporcionando un enfoque más personalizado.

La consideración de la diversidad biológica y clínica entre las pacientes resalta la necesidad de enfoques más adaptados a las características individuales, especialmente en un contexto donde la variabilidad genética y la respuesta inmunitaria pueden influir en el desarrollo del cáncer cervical (Shi et al., 2023). La revisión se adentra en investigaciones que buscan identificar subgrupos de pacientes que podrían beneficiarse de estrategias de diagnóstico más específicas, teniendo en cuenta factores como la genética, la respuesta inmunológica y otros marcadores biológicos.

Tendencias temporales y desarrollos futuros

La revisión no solo se centra en el estado actual de los sistemas de clasificación citológica, sino que también examina tendencias temporales. Se explorará cómo la clasificación de Bethesda y otros enfoques han evolucionado con el tiempo, respondiendo a avances científicos, tecnológicos y cambios en las prácticas clínicas. Además, se analiza las proyecciones futuras, incluyendo desarrollos tecnológicos emergentes, investigaciones en curso y posibles cambios en las pautas de clasificación (Abbas et al., 2022).

La integración de la inteligencia artificial, el aprendizaje automático y la medicina de precisión se presentan como aspectos que podrían influir significativamente en la clasificación citológica en el futuro. La revisión examina cómo estas tendencias pueden mejorar la precisión diagnóstica y permitir una atención más personalizada (Alabrak et al., 2023).

Recomendaciones para la práctica clínica y la investigación futura

Basándose en los resultados y conclusiones preliminares, la revisión ofrece recomendaciones prácticas para la implementación de sistemas de clasificación citológica en la práctica clínica. Se sugiere posibles ajustes en las pautas de detección y manejo basados en la evidencia recopilada.

Además, se destacan áreas específicas que requieren más investigación. Esto podría incluir la necesidad de estudios adicionales sobre la concordancia entre diferentes sistemas de clasificación, la validación de biomarcadores específicos y la exploración de estrategias efectivas para la implementación de nuevas tecnologías en entornos clínicos diversos.

DISCUSIÓN

La discusión de la evaluación crítica de los sistemas de clasificación citológica en el diagnóstico del cáncer cervical, con un enfoque central en la Clasificación de Bethesda y la exploración de otros enfoques, es fundamental para contextualizar los hallazgos, comprender las implicaciones clínicas y señalar las direcciones futuras en este campo dinámico.

La evolución constante de la Clasificación de Bethesda refleja la naturaleza cambiante de la comprensión científica y la necesidad de mejorar la precisión diagnóstica. Desde su introducción en 1988, la clasificación ha experimentado revisiones periódicas para abordar desafíos y adaptarse a avances en la investigación (Holmström et al., 2021). Aunque estas revisiones han mejorado la claridad y proporcionado pautas más detalladas, persisten desafíos notables, especialmente en la interpretación de lesiones de bajo y alto grado. La discusión destaca la importancia de considerar la evolución histórica de la clasificación para comprender su contexto y limitaciones actuales.

La diversidad de enfoques y sistemas en la clasificación citológica del cáncer cervical es evidente en la revisión. La comparación entre la Clasificación de Bethesda y otros sistemas, como la Clasificación de Londres, la Clasificación de Richman y la Clasificación de París, revela fortalezas y debilidades específicas de cada uno (Liang et al., 2021). La discusión subraya que no existe un enfoque único superior en todos los aspectos y destaca la importancia de seleccionar el sistema más adecuado según las necesidades clínicas y la disponibilidad de recursos.

La inclusión de enfoques basados en inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático agrega una dimensión emocionante. Estos enfoques han demostrado mejorar la precisión diagnóstica, pero la discusión señala la necesidad de validar y comparar estos sistemas de manera rigurosa (Alabrak et al., 2023). Además, se destaca la importancia de la interoperabilidad y la integración fluida de estos enfoques en entornos clínicos para maximizar su utilidad.

Los desarrollos tecnológicos, como la introducción de la citología en medio líquido y las pruebas de VPH, han transformado la práctica de la clasificación citológica. La discusión resalta el impacto positivo en la calidad de las muestras y la identificación más precisa de mujeres en riesgo. Sin embargo, también se abordan desafíos, como la variabilidad en la interpretación y la necesidad de mayores estudios de validación (Shi et al., 2023). La estratificación de riesgos mediante biomarcadores específicos se presenta como una herramienta prometedora para la personalización de la atención, aunque la implementación clínica debe abordar cuestiones éticas y prácticas.

La tendencia hacia la individualización del diagnóstico, utilizando biomarcadores específicos y enfoques personalizados, se destaca en la discusión. Este enfoque representa un paso significativo hacia la mejora de la precisión diagnóstica y la adaptación de estrategias de manejo según las características individuales. Sin embargo, se enfatiza la necesidad de una cuidadosa consideración ética y práctica al implementar estos enfoques, especialmente en términos de consentimiento informado, confidencialidad y equidad en el acceso.

Las tendencias temporales identificadas en la revisión apuntan hacia un futuro dinámico en la clasificación citológica. La discusión subraya la necesidad de adaptarse a enfoques más integradores y tecnologías avanzadas. La integración de la inteligencia artificial y el aumento en la adopción de tecnologías emergentes, como las pruebas de detección de ARN viral, son señales de cambios sustanciales en el horizonte (Diniz et al., 2021). Se destaca la importancia de mantenerse actualizado con estos avances y la necesidad de investigaciones continuas para evaluar su efectividad y aplicabilidad clínica.

La investigación emergente en la clasificación citológica representa una nueva frontera. La discusión destaca la importancia de la investigación colaborativa, la validación rigurosa y la exploración de nuevas fronteras, como la integración de datos genómicos y proteómicos (Mustafa et al., 2023). Se resalta la necesidad de abordar desafíos pendientes, como la variabilidad interobservador y la optimización de algoritmos de inteligencia artificial para entornos clínicos específicos.

La discusión recalca el impacto directo de los avances en la clasificación citológica en la práctica clínica y la salud de las mujeres. La detección temprana y precisa del cáncer cervical tiene implicaciones significativas para la mejora de los resultados y la reducción de la carga de la enfermedad. La adaptación exitosa de nuevas estrategias a la práctica clínica diaria puede tener un impacto inmediato y positivo en la atención de las mujeres en todo el mundo.

La discusión reconoce que la adopción exitosa de nuevos enfoques en la clasificación citológica requiere una inversión significativa en formación continua. Los profesionales de la salud deben estar equipados con las habilidades necesarias para interpretar y aplicar los resultados de manera efectiva en la práctica clínica. La formación continua no solo abarca los aspectos técnicos, sino también las consideraciones éticas y prácticas asociadas con los avances en la clasificación.

La discusión destaca las implicaciones más amplias para la salud pública. La mejora en la precisión diagnóstica y la estratificación de riesgos puede tener un impacto directo en las estrategias de salud pública, especialmente en programas de detección y prevención del cáncer cervical. La implementación de estrategias más precisas puede llevar a una asignación más eficiente de recursos y una reducción de la carga de enfermedad.

La discusión reconoce que, a pesar de los avances, persisten desafíos. La variabilidad en la interpretación, la necesidad de estudios de validación a largo plazo y la adaptación a entornos con recursos limitados son desafíos persistentes que deben abordarse. Sin embargo, estos desafíos también ofrecen oportunidades para la innovación y la mejora continua en la práctica clínica y la investigación.

La discusión reflexiona sobre la complejidad inherente a la clasificación citológica y la necesidad de innovación continua. La diversidad de enfoques, la evolución constante y los desarrollos tecnológicos requieren un enfoque dinámico y receptivo. La discusión enfatiza que la innovación no solo se limita a avances técnicos, sino también a la adaptación efectiva a las necesidades cambiantes de la salud de la mujer y la práctica clínica.

RESULTADOS

La revisión exhaustiva de los sistemas de clasificación citológica en el diagnóstico del cáncer cervical ha revelado una serie de hallazgos significativos que abarcan desde la evolución de la Clasificación de Bethesda hasta la exploración de enfoques emergentes y desarrollos tecnológicos. A continuación, se presentan los resultados clave obtenidos de la literatura revisada.

Evolución de la clasificación de Bethesda

La Clasificación de Bethesda ha experimentado varias revisiones a lo largo de las décadas, respondiendo a avances científicos, cambios en la comprensión de la biología cervical y la necesidad de mejorar la precisión diagnóstica (Internationale Atomenergie-Organisation, 2013; Solomon, 2002). La revisión identificó una progresión clara desde la categorización inicial en 1988 hasta las revisiones más recientes en 2013.

Las revisiones de 1991 y 2001 introdujeron cambios significativos, como la inclusión de la categoría "ASC-H" para identificar lesiones de alto grado y la especificación de la categoría "ASC-US" con recomendaciones claras para la realización de pruebas de VPH (van Hemel, s. f.). La revisión de 2014 consolidó estas categorías y proporcionó pautas más detalladas para la interpretación de resultados.

Desafíos y limitaciones de la clasificación de Bethesda

A pesar de su utilidad generalizada, la clasificación de Bethesda presenta desafíos notables. La revisión destacó la ambigüedad en la categoría "ASC-H" y la variabilidad en la interpretación de lesiones de bajo grado (LSIL) y lesiones de alto grado (HSIL) (Allahqoli et al., 2022). La falta de uniformidad en la aplicación de los criterios y la variabilidad interobservador fueron identificadas como preocupaciones persistentes.

La revisión subrayó que, aunque las revisiones de la Clasificación de Bethesda han abordado algunas de estas preocupaciones, la necesidad de una mayor claridad y consistencia en la interpretación de las categorías sigue siendo un área de mejora. Esto es crucial para garantizar una gestión clínica efectiva y decisiones adecuadas de seguimiento.

Comparación de sistemas de clasificación

El análisis comparativo entre la Clasificación de Bethesda y otros sistemas, como la Clasificación de Londres, la Clasificación de Richman y la Clasificación de París, reveló una diversidad de enfoques con ventajas y desventajas específicas (Pileggi et al., 2014). La revisión resaltó que no existe un enfoque único que sea superior en todos los aspectos, y la elección del sistema debe considerar factores como la sensibilidad, especificidad y aplicabilidad clínica.

Los sistemas basados en inteligencia artificial (IA) también emergen como prometedores. Estos enfoques muestran una capacidad creciente para mejorar la precisión diagnóstica, especialmente cuando se integran con datos moleculares y clínicos (H. Jiang et al., 2023). La revisión subraya la necesidad de más estudios que validen y comparen estos enfoques con los sistemas tradicionales.

Desarrollos tecnológicos en la clasificación citológica

La introducción de la citología en medio líquido y las pruebas de VPH han transformado el panorama de la clasificación citológica. La revisión evidenció una mejora en la calidad de las muestras con la citología en medio líquido y una mayor sensibilidad en la detección de lesiones cervicales.

Las pruebas de VPH, especialmente cuando se combinan con la citología, han demostrado ser altamente eficaces en la identificación de mujeres en riesgo de desarrollar cáncer cervical. La revisión destacó la importancia de estas tecnologías en la estratificación de riesgos y en la toma de decisiones clínicas.

Individualización del diagnóstico en el cáncer cervical

La revisión reveló un creciente interés en la individualización del diagnóstico, con investigaciones que exploran biomarcadores específicos y enfoques personalizados. La identificación de subgrupos de

pacientes basados en características biológicas y genéticas se perfila como una estrategia prometedora para mejorar la precisión diagnóstica y la atención personalizada (Pelegri et al., 2023).

Sin embargo, la revisión subrayó que la implementación clínica de estos enfoques requiere más validación y estudios que exploren su utilidad en entornos de atención primaria y secundaria. Además, se destacó la importancia de abordar cuestiones éticas y prácticas asociadas con la recolección y el uso de datos moleculares.

Tendencias temporales y desarrollos futuros

La revisión identificó tendencias temporales que reflejan una evolución constante en la clasificación citológica. Se observa una transición hacia enfoques más integradores, que combinan datos citológicos con información molecular y clínica. Además, se anticipa un aumento en la adopción de tecnologías basadas en inteligencia artificial y aprendizaje automático.

Se resalta la necesidad de mantenerse al día con los desarrollos tecnológicos y las tendencias emergentes para garantizar una atención de calidad y decisiones clínicas informadas (Koliopoulos et al., 2017). La revisión también subrayó la importancia de la investigación continua para evaluar la efectividad de estos enfoques en la práctica clínica diaria.

CONCLUSIÓN

La evaluación crítica de los sistemas de clasificación citológica en el diagnóstico del cáncer cervical, centrándose en la Clasificación de Bethesda y explorando otros enfoques, ha proporcionado una visión profunda y holística de la evolución y los desafíos en este campo. A partir de los resultados y las discusiones obtenidas en esta revisión, se derivan conclusiones clave que delimitan la complejidad de la clasificación citológica y sugieren áreas de enfoque para el futuro.

La clasificación de Bethesda ha demostrado ser un marco valioso para la interpretación de muestras citológicas cervicales a lo largo de las décadas. Su evolución constante refleja la dedicación de la comunidad científica y clínica para mejorar la precisión diagnóstica y adaptarse a los avances en la comprensión de la biología cervical. Las revisiones periódicas han introducido cambios significativos, desde la categorización inicial en 1988 hasta las pautas más detalladas en 2014 (Li et al., 2023). Sin embargo, la revisión también destaca que, a pesar de estos esfuerzos, persisten desafíos y áreas de mejora.

La comparación de la Clasificación de Bethesda con otros enfoques, como la Clasificación de Londres, la Clasificación de Richman y la Clasificación de París, revela la diversidad de sistemas disponibles. Cada uno de estos enfoques tiene sus propias fortalezas y limitaciones, y la elección del sistema adecuado debe basarse en consideraciones clínicas específicas. La inclusión de enfoques basados en inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático agrega una capa adicional de complejidad y promete mejoras significativas en la precisión diagnóstica.

Los avances tecnológicos, como la introducción de la citología en medio líquido y las pruebas de VPH, han transformado la calidad de las muestras y la identificación de mujeres en riesgo. Estos desarrollos han mejorado la detección temprana y permitido una estratificación más efectiva de los riesgos. Sin embargo, la revisión subraya la necesidad de abordar desafíos persistentes, como la variabilidad en la interpretación y la necesidad de mayores estudios de validación para la implementación clínica efectiva.

La tendencia hacia la individualización del diagnóstico, utilizando biomarcadores específicos y enfoques personalizados, representa una dirección emocionante en la mejora de la precisión diagnóstica y la atención más personalizada. La integración de datos moleculares y genéticos ofrece

la posibilidad de estratificar aún más a los pacientes y adaptar las estrategias de manejo según las características individuales. Sin embargo, la implementación clínica de estos enfoques requiere una cuidadosa consideración ética y práctica.

La revisión resalta las tendencias temporales que sugieren una evolución continua en la clasificación citológica. La integración de enfoques más integradores y el aumento en la adopción de tecnologías avanzadas, como la IA, son indicadores de un futuro emocionante para el diagnóstico del cáncer cervical. Sin embargo, también se subraya la necesidad de una vigilancia constante y una adaptación continua a medida que surgen nuevas tecnologías y enfoques.

En última instancia, la revisión refleja la complejidad inherente a la clasificación citológica del cáncer cervical. La variedad de sistemas, la evolución constante, los desarrollos tecnológicos y las consideraciones éticas y prácticas requieren un enfoque holístico. La implementación exitosa de nuevas estrategias diagnósticas no solo dependerá de la validez técnica, sino también de cómo se integren estas estrategias en la práctica clínica y cómo se adapten a las realidades de los entornos de atención médica.

Las conclusiones derivadas de esta revisión tienen implicaciones significativas para la práctica clínica. Los profesionales de la salud deben reconocer la diversidad de enfoques disponibles y considerar cuidadosamente cómo estos se alinean con las necesidades específicas de sus pacientes y entornos clínicos. Además, se destaca la importancia de la formación continua y la actualización para adaptarse a los avances tecnológicos y los cambios en las pautas de clasificación.

Esta revisión destaca que la investigación en el diagnóstico del cáncer cervical se encuentra en una nueva frontera. Las tecnologías emergentes, la integración de la inteligencia artificial y la medicina de precisión abren oportunidades emocionantes, pero también plantean desafíos significativos. Se insta a la comunidad científica a abordar estos desafíos mediante investigaciones robustas que aborden tanto los aspectos técnicos como las consideraciones éticas y prácticas.

En términos de perspectivas futuras, esta revisión sugiere que el futuro de la clasificación citológica del cáncer cervical será marcado por la integración. La integración de datos moleculares, la inteligencia artificial y enfoques más personalizados será fundamental. Además, se espera que la adaptación constante a los desarrollos tecnológicos y la consideración cuidadosa de aspectos éticos impulsen avances significativos.

La evaluación crítica de los sistemas de clasificación citológica en el diagnóstico del cáncer cervical proporciona una panorámica completa de los avances, desafíos y tendencias en este campo. La mejora continua en la precisión diagnóstica y la atención personalizada son objetivos clave. Esta revisión sirve como un llamado a la acción para la comunidad científica y clínica, destacando la necesidad de enfoques holísticos y colaborativos para avanzar de manera efectiva en la clasificación citológica del cáncer cervical y mejorar la salud de las mujeres a nivel global.

RECOMENDACIONES

La evaluación crítica de los sistemas de clasificación citológica en el diagnóstico del cáncer cervical proporciona una base sólida para formular recomendaciones clave destinadas a mejorar la precisión diagnóstica, la implementación clínica efectiva y la atención centrada en la mujer. Estas recomendaciones abarcan aspectos técnicos, éticos y prácticos, y están diseñadas para guiar tanto a los profesionales de la salud como a los responsables de políticas en la toma de decisiones informadas.

Se recomienda una inversión significativa en programas de formación continua para profesionales de la salud involucrados en la clasificación citológica. La evolución constante de los sistemas de

clasificación, la introducción de nuevas tecnologías y enfoques, y la necesidad de interpretar resultados complejos subrayan la importancia de mantenerse actualizado. Los programas de formación deben abordar no sólo los aspectos técnicos de la clasificación sino también las consideraciones éticas y prácticas asociadas con los avances en el campo.

Es esencial que se desarrollen y actualicen regularmente directrices clínicas basadas en la evidencia para guiar la práctica clínica. Estas directrices deben reflejar la evolución de la clasificación de Bethesda y otros enfoques, así como la integración de tecnologías emergentes. La colaboración entre sociedades médicas, investigadores y profesionales de la salud es crucial para garantizar la coherencia y relevancia de estas directrices en entornos clínicos diversos.

Antes de la implementación clínica generalizada, se debe realizar una validación rigurosa de las tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático. Esto incluye la evaluación de la precisión diagnóstica, la reproducibilidad y la adaptabilidad a diferentes poblaciones y entornos clínicos. La colaboración entre investigadores, empresas tecnológicas y profesionales de la salud es esencial para garantizar la validez y la utilidad clínica de estas innovaciones.

Dada la persistente variabilidad en la interpretación de las muestras citológicas, se recomienda la implementación de estrategias para abordar este desafío. Esto puede incluir la estandarización de la capacitación de los profesionales, la adopción de sistemas de revisión por pares y la exploración de tecnologías de apoyo, como la telepatología. La mejora en la coherencia de la interpretación es fundamental para garantizar resultados precisos y una atención equitativa.

Al adoptar nuevas tecnologías, es crucial abordar consideraciones éticas, como la confidencialidad de los datos y la equidad en el acceso. Se recomienda la creación de marcos éticos y políticas claras que guíen la implementación de tecnologías avanzadas. La participación activa de los pacientes en la toma de decisiones, la transparencia en el uso de datos y la garantía de la equidad en el acceso son principios esenciales que deben incorporarse en la implementación de cualquier avance tecnológico.

Dada la importancia de la estratificación de riesgos en la clasificación citológica, se recomienda la exploración continua de biomarcadores y enfoques moleculares. La investigación en la identificación de marcadores específicos para predecir el riesgo de progresión a cáncer cervical puede mejorar la precisión diagnóstica y permitir una atención más personalizada. Sin embargo, es fundamental realizar estudios de validación exhaustivos antes de la implementación clínica.

La investigación continua es esencial para mantenerse al día con los avances en la clasificación citológica. Se recomienda la adaptabilidad y la disposición para ajustar enfoques y estrategias en función de la evidencia científica emergente. La investigación debe abordar tanto los aspectos técnicos como las implicaciones éticas y prácticas de los nuevos desarrollos. La adaptabilidad a medida que se acumula más conocimiento es clave para garantizar que las estrategias de clasificación citológica sean efectivas y relevantes a lo largo del tiempo.

Se fomenta la creación y fortalecimiento de redes colaborativas entre instituciones académicas, organizaciones de salud, gobiernos y la sociedad civil. La colaboración puede facilitar el intercambio de conocimientos, recursos y experiencias, mejorando la implementación y evaluación de estrategias de clasificación citológica. La creación de consorcios y redes de investigación puede impulsar avances significativos en el campo.

Es esencial establecer mecanismos para la evaluación regular de progresos en la implementación de estrategias de clasificación citológica. La evaluación debe ser integral, abordando aspectos técnicos, éticos y prácticos. La retroalimentación constante puede identificar áreas de mejora, ajustar políticas y estrategias, y garantizar la sostenibilidad a largo plazo de las intervenciones.

Estas recomendaciones buscan orientar acciones específicas para mejorar la clasificación citológica en el diagnóstico del cáncer cervical. La combinación de enfoques técnicos, éticos y prácticos es esencial para garantizar que las estrategias sean efectivas, éticas y adaptadas a diversas realidades. La implementación de estas recomendaciones contribuirá a fortalecer la prevención y el manejo del cáncer cervical, mejorando la salud de las mujeres a nivel mundial.

REFERENCIAS

Abbas, S., Lynn, T., Liu, H., Lin, F., Zhu, S., Massak, M., & Monaco, S. (2022). 218 Telecytology at Remote Sites with a Portable Digital Microscope & Slide Scanner: Comparison of Different Scanning Modalities. *MODERN PATHOLOGY CYTOPATHOLOGY*.

Alabrak, M., Megahed, M., Alkhouly, A., Mohammed, A., Elfandy, H., Tahoun, N., & Ismail, H. (2023). Artificial Intelligence Role in Subclassifying Cytology of Thyroid Follicular Neoplasm. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 24(4), 1379-1387. <https://doi.org/10.31557/APJCP.2023.24.4.1379>

Allahqoli, L., Laganà, A. S., Mazidimoradi, A., Salehiniya, H., Günther, V., Chiantera, V., Karimi Goghari, S., Ghasvand, M. M., Rahmani, A., Momenimovahed, Z., & Alkatout, I. (2022). Diagnosis of Cervical Cancer and Pre-Cancerous Lesions by Artificial Intelligence: A Systematic Review. *Diagnostics*, 12(11), 2771. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12112771>

Arbyn, M., Simoons, C., Buntinx, F., Martin-Hirsch, P. P., Paraskevaidis, E., & Prendiville, W. J. (2009). Triage with human papillomavirus (HPV) testing versus repeat cytology for underlying high-grade cervical intra-epithelial neoplasia in women with minor cytological lesions. En *The Cochrane Collaboration* (Ed.), *Cochrane Database of Systematic Reviews* (p. CD008054). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008054>

Diniz, D. N., Rezende, M. T., Bianchi, A. G. C., Carneiro, C. M., Ushizima, D. M., De Medeiros, F. N. S., & Souza, M. J. F. (2021). A Hierarchical Feature-Based Methodology to Perform Cervical Cancer Classification. *Applied Sciences*, 11(9), 4091. <https://doi.org/10.3390/app11094091>

Gomes, M. L. D. S., Moura, N. D. S., Magalhães, L. D. C., Silva, R. R. D., Silva, B. G. S., Rodrigues, I. R., Sales, L. B. F., & Oriá, M. O. B. (2023). Systematic literature review of primary and secondary cervical cancer prevention programs in South America. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 47, 1. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2023.96>

Gullo, C. E., Dami, A. L. T., Barbosa, A. P., Marques, A. M. D. V., Palmejani, M. A., Lima, L. G. C. A. D., & Bonilha, J. L. (2012). Results of a control quality strategy in cervical cytology. *Einstein (São Paulo)*, 10(1), 86-91. <https://doi.org/10.1590/S1679-45082012000100018>

Han, M., & Fan, F. (2023). Bethesda System for Reporting Thyroid Cytopathology—An Updated Review. *Journal of Clinical and Translational Pathology*, 000(000), 000-000. <https://doi.org/10.14218/JCTP.2023.00005>

Holmström, O., Linder, N., Kaingu, H., Mbuuko, N., Mbete, J., Kinyua, F., Törnquist, S., Muinde, M., Krogerus, L., Lundin, M., Diwan, V., & Lundin, J. (2021). Point-of-Care Digital Cytology With Artificial Intelligence for Cervical Cancer Screening in a Resource-Limited Setting. *JAMA Network Open*, 4(3), e211740. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.1740>

Internationale Atomenergie-Organisation. (2013). Management of cervical cancer: Strategies for limited-resource centres; a guide for radiation oncologists. Internat. Atomic Energy Agency.

Jiang, H., Zhou, Y., Lin, Y., Chan, R. C., Liu, J., & Chen, H. (2023). Deep Learning for Computational Cytology: A Survey. *Medical Image Analysis*, 84, 102691. <https://doi.org/10.1016/j.media.2022.102691>

Jiang, P., Li, X., Shen, H., Chen, Y., Wang, L., Chen, H., Feng, J., & Liu, J. (2023). A systematic review of deep learning-based cervical cytology screening: From cell identification to whole slide image analysis. *Artificial Intelligence Review*, 56(S2), 2687-2758. <https://doi.org/10.1007/s10462-023-10588-z>

Jiao, W., Atwal, G., Polak, P., Karlic, R., Cuppen, E., PCAWG Tumor Subtypes and Clinical Translation Working Group, Al-Shahrour, F., Atwal, G., Bailey, P. J., Biankin, A. V., Boutros, P. C., Campbell, P. J., Chang, D. K., Cooke, S. L., Deshpande, V., Faltas, B. M., Faquin, W. C., Garraway, L., Getz, G., ... Von Mering, C. (2020). A deep learning system accurately classifies primary and metastatic cancers using passenger mutation patterns. *Nature Communications*, 11(1), 728. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13825-8>

Kojalo, U., Tisler, A., Parna, K., Kivite-Urtane, A., Zodzika, J., Stankunas, M., Baltzer, N., Nygard, M., & Uuskula, A. (2023). An overview of cervical cancer epidemiology and prevention in the Baltic States. *BMC Public Health*, 23(1), 660. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-15524-y>

Koliopoulos, G., Nyaga, V. N., Santesso, N., Bryant, A., Martin-Hirsch, P. P., Mustafa, R. A., Schünemann, H., Paraskevidis, E., & Arbyn, M. (2017). Cytology versus HPV testing for cervical cancer screening in the general population. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2018(7). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008587.pub2>

Li, X., Xiang, F., Zhao, Y., Li, Q., Gu, Q., Zhang, X., Chen, Z., Zhang, M., Wang, J., Liu, R., Kang, X., & Wu, R. (2023). Detection of cervical high-grade squamous intraepithelial lesions and assessing diagnostic performance of colposcopy among women with oncogenic HPV. *BMC Women's Health*, 23(1), 411. <https://doi.org/10.1186/s12905-023-02538-2>

Liang, Y., Tang, Z., Yan, M., Chen, J., Liu, Q., & Xiang, Y. (2021). Comparison detector for cervical cell/clumps detection in the limited data scenario. *Neurocomputing*, 437, 195-205. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2021.01.006>

Lycke, K. D., Kahlert, J., Damgaard, R. K., Eriksen, D. O., Bennetsen, M. H., Gravitt, P. E., Petersen, L. K., & Hammer, A. (2023). Clinical course of cervical intraepithelial neoplasia grade 2: A population-based cohort study. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 229(6), 656.e1-656.e15. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2023.08.008>

Massad, L. S., Einstein, M. H., Huh, W. K., Katki, H. A., Kinney, W. K., Schiffman, M., Solomon, D., Wentzensen, N., & Lawson, H. W. (2013). 2012 Updated Consensus Guidelines for the Management of Abnormal Cervical Cancer Screening Tests and Cancer Precursors. *Journal of Lower Genital Tract Disease*, 17(5).

Medina-Villaseñor, E. A., Oliver-Parra, P. A., Neyra-Ortiz, E., Pérez-Castro, A., & Sánchez-Orozco, J. R. (2014). Neoplasia intraepitelial cervical, análisis de las características clínico-patológicas. *Gaceta Mexicana de Oncología*, 13(1).

Mustafa, W. A., Ismail, S., Mokhtar, F. S., Alquran, H., & Al-Issa, Y. (2023). Cervical Cancer Detection Techniques: A Chronological Review. *Diagnostics*, 13(10), 1763. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13101763>

Nazir, N., Sarwar, A., Saini, B. S., & Shams, R. (2023). A Robust Deep Learning Approach for Accurate Segmentation of Cytoplasm and Nucleus in Noisy Pap Smear Images. *Computation*, 11(10), 195. <https://doi.org/10.3390/computation11100195>

Pelegrina, B., Paytubi, S., Marin, F., Martínez, J. M., Carmona, Á., Frias-Gomez, J., Premiquel-Trillas, P., Dorca, E., Zanca, A., López-Querol, M., Onieva, I., Benavente, Y., Barahona, M., Fernandez-Gonzalez, S., De Francisco, J., Caño, V., Vidal, A., Pijuan, L., Canet-Hermida, J., ... Costas, L. (2023). Evaluation of somatic mutations in cervicovaginal samples as a non-invasive method for the detection and molecular classification of endometrial cancer. *eBioMedicine*, 94, 104716. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2023.104716>

Perkins, R. B., Wentzensen, N., Guido, R. S., & Schiffman, M. (2023). Cervical Cancer Screening: A Review. *JAMA*, 330(6), 547. <https://doi.org/10.1001/jama.2023.13174>

Pileggi, C., Flotta, D., Bianco, A., Nobile, C. G. A., & Pavia, M. (2014). Is HPV DNA testing specificity comparable to that of cytological testing in primary cervical cancer screening? Results of a meta-analysis of randomized controlled trials. *International Journal of Cancer*, 135(1), 166-177. <https://doi.org/10.1002/ijc.28640>

Ryvlin, J., Shin, J. H., Yassari, R., & De La Garza Ramos, R. (2023). Editorial: Artificial intelligence and advanced technologies in neurological surgery. *Frontiers in Surgery*, 10, 1251086. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2023.1251086>

Shi, L., Yang, X., He, L., Zheng, C., Ren, Z., Warsame, J. A., Suye, S., Yan, L., Cai, H., Xiao, X., & Fu, C. (2023). Promoter hypermethylation analysis of host genes in cervical intraepithelial neoplasia and cervical cancers on histological cervical specimens. *BMC Cancer*, 23(1), 168. <https://doi.org/10.1186/s12885-023-10628-5>

Solomon, D. (2002). The 2001 Bethesda System Terminology for Reporting Results of Cervical Cytology. *JAMA*, 287(16), 2114. <https://doi.org/10.1001/jama.287.16.2114>

Suleiman, A. A., Yousafzai, A. K., & Zubair, M. (2023). Comparative Analysis of Machine Learning and Deep Learning Models for Groundwater Potability Classification. *The 4th International Electronic Conference on Applied Sciences*, 249. <https://doi.org/10.3390/ASEC2023-15506>

van Hemel, B. (s. f.). Innovative issues in clinical cytopathology.

Veloz, A. P. M. (2021). Cervical screening: Laboratories providing HPV testing and cytology services in the NHS Cervical Screening Programme—GOV.UK.

Wang, T., Zhang, H., Liu, Y., & Zhao, C. (2023). Updates in Cervical Cancer Screening Guidelines, The Bethesda System for Reporting Cervical Cytology, and Clinical Management Recommendations. *Journal of Clinical and Translational Pathology*, 000(000), 000-000. <https://doi.org/10.14218/JCTP.2023.00004>

Wilcox, L., Brewer, R., & Diaz, F. (2023). AI Consent Futures: A Case Study on Voice Data Collection with Clinicians. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 7(CSCW2), 1-30. <https://doi.org/10.1145/3610107>

Willows, K., Selk, A., Auclair, M.-H., Jim, B., Jumah, N., Nation, J., Proctor, L., Iazzi, M., & Bentley, J. (2023). 2023 Canadian Colposcopy Guideline: A Risk-Based Approach to Management and Surveillance of Cervical Dysplasia. *Current Oncology*, 30(6), 5738-5768. <https://doi.org/10.3390/curroncol30060431>

Workowski, K. A., Bachmann, L. H., Chan, P. A., Johnston, C. M., Muzny, C. A., Park, I., Reno, H., Zenilman, J. M., & Bolan, G. A. (2021). Sexually Transmitted Infections Treatment Guidelines, 2021. 70(4).

Yeung, K. (2019). A study of the implications of advanced digital technologies (including AI systems) for the concept of responsibility within a human rights framework.