

INTELIGENCIA ARTIFICIAL: PRECISIÓN DIAGNÓSTICA DE LESIONES PRENEOPLÁSICAS DE CÉRVIX UTERINO

LUIS MEDINA RUIZ¹, ROSSANA E. CHAHLA², ITALIA M. VEGA³, EUGENIA S. ORTEGA⁴,
GUILLERMO G. BARRENECHEA^{4, 5}, MIGUEL FERRE CONTRERAS¹

¹Ministerio de Salud Pública de Tucumán, Sistema Provincial de Salud SI.PRO.SA, ²Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Tucumán, ³Programa Provincial de Prevención de Cáncer de Cuello Uterino, Dirección General de Programas Integrados de Salud (PRIS), Ministerio de Salud Pública de Tucumán SI.PRO.SA, ⁴Dirección de Investigación en Salud, SI.PRO. SA., Ministerio de Salud Pública de Tucumán, Tucumán, Argentina, ⁵Programa de Pós-Graduação de Epidemiologia em Saúde Pública - Programa Educacional VigiFronteiras, Brasil, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brasil

Dirección postal: Italia Vega, Instituto de Maternidad y Ginecología Ntra. Sra. De las Mercedes, Av. Mate de Luna 1535, 4000 San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina

E-mail: italiav29@gmail.com

Recibido: 14-VI-2023

Aceptado: 30-XI-2023

Resumen

Introducción: Objetivo: comparar sensibilidad diagnóstica de videocolposcopia con inteligencia artificial (IA) auxiliar, con la videocolposcopia común realizada por colposcopistas.

Métodos: Estudio descriptivo de corte transversal retrospectivo, en 782 historias clínicas anonimizadas del Sistema Informático para el Tamizaje (SITAM), de mujeres a las cuales se les efectuaron videocolposcopia con IA y colposcopías con videocolposcopio común realizadas por especialistas, con sus biopsias (*gold standard*). Se evaluó la relación entre los resultados de videocolposcopia con IA y videocolposcopia común con resultados de las biopsias. Se calculó precisión global de cada procedimiento diagnóstico. Se determinó sensibilidad y concordancia de los resultados de la videocolposcopia con IA, con el *gold standard*.

Resultados: Se analizaron 395 historias clínicas de pacientes con videocolposcopia con IA y 387 con videocolposcopia común. La precisión diagnóstica de resultados fue 80% (IC 95%: 75-83%) en videocolposcopias con IA y 65% (IC 95%: 60-69%) en videocolposcopia común ($p < 0.001$). Los resultados de videocolposcopia con IA y colposcopia común se correlacionaron significativamente con los resultados de las biopsias, $r_s = 0.75$ vs. $r_s = 0.57$ respectivamente ($p < 0.001$). La sensibilidad de videocolposcopia con IA fue 96% (IC 95%: 94-98%), y 93% (IC 95%: 89-95%) en colposcopías comunes. La

concordancia general de las impresiones colposcópicas clasificadas por videocolposcopia con IA y enfermedad fue mayor que la de la interpretación colposcópica de los colposcopistas (90% frente a 83%, Kappa 0.59 frente a 0.47, $p < 0.001$).

Conclusión: La alta precisión diagnóstica de videocolposcopia con IA permite aumentar la sensibilidad del estudio y mejorar la detección precoz de lesiones precursoras de neoplasias cervicouterinas.

Palabras clave: neoplasias cervicouterinas, inteligencia artificial, colposcopia, biopsia, diagnóstico precoz

Abstract

Artificial Intelligence: accuracy for the diagnosis of precancerous lesions of the cervix

Introduction: To compare the diagnostic sensitivity of artificial intelligence (AI) assisted videocolposcopy with standard videocolposcopy performed by specialist colposcopists.

Methods: A descriptive retrospective cross-sectional study, 782 anonymized medical records from the Computerized System for Screening (SITAM) of women who underwent videocolposcopy with AI and colposcopy with common videocolposcopy performed by specialists, with their corresponding biopsies (*gold standard*) were

analyzed. The relationship between the results of IA videocolposcopy and regular videocolposcopy and the results of biopsies was evaluated. The overall accuracy of each diagnostic procedure was calculated. The sensitivity and concordance of the results of AI videocolposcopy with the gold standard (biopsy) were determined.

Results: A total of 395 patient records of patients with IA videocolposcopy and 387 with regular videocolposcopy were analyzed. The accuracy of results was 80% (IC 95%: 75-83%) in IA videocolposcopy and 65% (IC 95%: 60-69%) in regular videocolposcopy ($p < 0.001$). Videocolposcopy results with IA and common colposcopy were significantly correlated with biopsy results, $r_s = 0.75$ vs. $r_s = 0.57$ respectively ($p < 0.001$). The sensitivity of videocolposcopy with AI was 96% (95% CI: 94-98%), and 93% (95% CI: 89-95%) for regular colposcopy. The overall agreement of colposcopic impressions classified by videocolposcopy with AI and disease was higher than that of colposcopic interpretation by colposcopists (90% vs. 83%, Kappa 0.59 vs. 0.47, $p < 0.001$).

Conclusion: The high diagnostic accuracy of AI videocolposcopy allows obtaining highly sensitive studies that help in the early detection of precursor lesions of cervical neoplasia.

Key words: uterine cervical neoplasms, artificial intelligence, colposcopy, biopsy, early diagnosis

PUNTOS CLAVE

Conocimiento actual

- El diagnóstico de cáncer de cuello uterino y de lesiones precancerosas se basan en resultados obtenidos bajo guía colposcópica que depende de la experiencia del ginecólogo colposcopista, por lo que existe variación en la precisión diagnóstica entre los hallazgos colposcópicos. La incorporación de la inteligencia artificial permitió aumentar la sensibilidad del estudio.

Contribución del artículo

- La alta precisión diagnóstica de la videocolposcopia con inteligencia artificial permite aumentar la sensibilidad del estudio, favoreciendo la detección precoz de lesiones precursoras de neoplasias cervico-uterinas.

De esta forma, un ginecólogo no especializado en colposcopias puede realizar este tipo de estudio aumentando el acceso al diagnóstico de dicha enfermedad.

El cáncer de cérvix uterino (CCU) es una de las neoplasias más frecuentes en las mujeres. Anualmente se diagnostican 600 000 nuevos casos y fallecen 340 000 mujeres en el mundo por esta causa¹.

El CCU es altamente prevenible mediante la vacunación profiláctica (vacuna contra VPH) y la realización de estudios de *screening* poblacional². Según las guías de manejo internacionales se recomienda que las mujeres que presenten un test de VPH positivo y/o una citología posterior alterada deben ser derivadas para colposcopia y biopsia diagnóstica³. El resultado de la biopsia representa el *gold standard* para el diagnóstico del CCU y de lesiones precancerosas. Sin embargo, la precisión de la colposcopia y consecuentemente de la biopsia depende de la experiencia del colposcopista⁴. Existe una gran variación en la precisión diagnóstica y la reproducibilidad de los estudios entre colposcopistas; y entre los hallazgos colposcópicos y la histología correspondiente a neoplasia intraepitelial cervical (CIN)^{5,6}. Por lo que es necesario mejorar la precisión diagnóstica de la colposcopia con el fin de reducir los costos en salud que implican tanto el sobre-diagnóstico como el sub-diagnóstico de las lesiones en el cuello uterino⁷.

El uso de la inteligencia artificial (IA) ha ganado terreno en la industria médica^{8,9}. En el campo de la prevención del CCU un sistema de categorización diagnóstica computarizada mediante el uso de la IA fue propuesto con el fin de aumentar la precisión diagnóstica de la citología¹⁰⁻¹³.

En el año 2020, se demostró que un sistema de colposcopia diagnóstica con IA auxiliar permite clasificar las impresiones colposcópicas y efectuar biopsias guiadas, aumentando la sensibilidad del estudio en comparación con las colposcopias efectuadas por colposcopistas sin uso de IA¹⁴.

La IA en la colposcopia también permitiría que profesionales médicos que no cuentan con la experiencia de un colposcopista especialista, puedan efectuar diagnósticos colposcópicos alcanzando una sensibilidad diagnóstica similar o superior.

En Tucumán, el Ministerio de Salud dio inicio al Programa Provincial de Prevención y Diagnóstico Precoz del Cáncer Ginecológico “Nodos Rosa”¹⁵. Una de las prioridades del programa es garantizar la igualdad en el acceso de las mujeres a los estudios de diagnóstico de lesiones preneoplásicas y neoplásicas de cérvix uterino (videocolposcopia y biopsias), y de tratamiento de las mismas. Para esto se adquirieron equipos de colposcopia equipados con IA auxiliar, por lo que surgió la necesidad de valorar la calidad diagnóstica de los estudios efectuados con estos equipos, es por esto que el objetivo principal del presente estudio fue comparar la sensibilidad diagnóstica de la videocolposcopia equipada con IA auxiliar (VCIA), con la colposcopia efectuada por colposcopistas especialistas utilizando un videocolposcopio común.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio observacional descriptivo de corte transversal retrospectivo, analizando las historias clínicas (HC) de mujeres que asistieron para control ginecológico de rutina en los Nodos Rosa (centros asistenciales públicos distribuidos por todo el territorio de la provincia de Tucumán) y en el servicio de Patologías del Tracto Genital Inferior y Colposcopia (TGI) del Instituto de Maternidad y Ginecología Ntra. Sra. de Las Mercedes de Tucumán, entre enero y octubre del año 2022.

Se seleccionaron aquellas HC con resultados de videocolposcopia con aparatos equipados con IA (EVA System®, MobileODT, Israel)¹⁶, colposcopías efectuadas con un videocolposcopio común llevadas a cabo por especialistas, y sus resultados de biopsias (*gold standard*) correspondientes. Las HC fueron seleccionadas por conveniencia, seleccionando aquellas que cumplían con los criterios de selección.

El Sistema EVA es un videocolposcopio portátil, con un *software* autorizado por la FDA, que permite comparar las imágenes colposcópicas obtenidas, con una base que contiene miles de imágenes y efectuar un diagnóstico colposcópico según la categorización diagnóstica del *software*. Los sistemas EVA están conectados con óptica de alta calidad, imagen y captura de video con seguridad y tienen como objetivo optimizar la forma en que se realizan, registran y revisan los casos de los pacientes en los exámenes ginecológicos.

En este estudio se trabajó con una fuente de datos secundaria, la cual fue obtenida del Sistema Informático para el Tamizaje (SITAM). La información personal de las

historias clínicas fue totalmente anonimizada mediante codificación, por lo que no se requirió formulario de consentimiento informado.

El protocolo de investigación de este estudio fue aprobado por el Comité de Ética Independiente (CEI), Dirección de Investigación en Salud, Ministerio de Salud, Gobierno de Tucumán (Dictamen: 05/2023). El CEI no exigió consentimiento informado por tratarse de un estudio retrospectivo con archivo de datos y la información personal totalmente anonimizada.

Criterio de Selección

Se seleccionaron de manera consecutiva HC de mujeres a las cuales se les realizaron videocolposcopia mediante el dispositivo con IA y videocolposcopia común realizadas por profesionales especialistas con resultados anormales y con tomas de biopsias concomitante.

Se excluyeron las pacientes que carecían de resultados histopatológicos definitivos y con videocolposcopias normales.

El estándar de referencia o *gold standard* (biopsia) se obtiene de la extracción de un pequeño fragmento (3-4 mm) de tejido de cérvix bajo guía colposcópica con un instrumento específico para tal fin (pinza de biopsia). La elección del fragmento a seccionar se decide de acuerdo a la imagen colposcópica obtenida del cérvix en la cual las áreas anormales se observan de color blanco luego de la colocación sobre la superficie de un líquido (ácido acético al 5%) que permite dicha tinción. Las variaciones en la tinción de esas áreas permiten la clasificación de las impresiones colposcopias descriptas en la Tabla 1. Luego las muestras de biopsia son teñidas mediante la técnica de hematoxilina-eosina y posteriormente observadas con microscopio por médicos patólogos que según el grado de alteración citoarquitectural del tejido emiten un resultado acorde a la clasificación de BETHESDA.

Para los hallazgos colposcópicos se utilizó la Nomenclatura de la Federación Internacional de Patología Cervical y Colposcopia (IFCPC) propuesta en el Congreso Internacional de Río de Janeiro 2011: Hallazgos Colposcópicos Normales, Anormales (grado 1 y 2), Sospecha de Invasión, Hallazgos Varios¹⁷; y para los resultados de las biopsias se utilizó la clasificación de BETHESDA¹⁸ (Tabla 1).

Las muestras de las biopsias fueron analizadas por patólogos especializados del Instituto de Maternidad y Ginecología Nuestra Señora de las Mercedes (Tabla 1).

Se compararon los hallazgos de VCIA y hallazgos de videocolposcopias comunes con los resultados de las biopsias y se midió la precisión diagnóstica de la vi-

Tabla 1 | Correspondencia entre hallazgos colposcópicos y resultado de las biopsias

Hallazgos colposcópicos (FIGO)		Biopsia (BETHESDA)
Normales		No se efectúa
Anormales	Grado 1	LSIL (lesión escamosa intraepitelial de bajo grado incluyendo CIN 1 ,condiloma viral, displasia leve)
	Grado 2	HSIL (lesión escamosa intraepitelial de alto grado incluyendo CIN 2 y CIN 3, carcinoma in situ adenocarcinoma in situ)
Sospecha de invasión		Cáncer (incluyendo carcinoma o adenocarcinoma de cérvix)
Hallazgos varios	Estenosis cicatriz por cx LEEP, inflamación, endometriosis	Pólipo, endometriosis, cervicitis

FIGO: International Federation of Gynecology and Obstetrics; BETHESDA: Clasificación de Bethesda de citología cervical

deocolposcopia según el grado de concordancia de los resultados entre ambos estudios.

Análisis de datos

Se realizó estadística descriptiva utilizando distribución de frecuencias y porcentajes. Se compararon proporciones a través del Test de Independencia (Chi²). Se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman para evaluar la relación entre los resultados de colposcopia con VCIA y de videocolposcopia común con los resultados de las biopsias. Se calculó la precisión en el resultado global de la VCIA y la videocolposcopia común comparada con el *gold standard*, que fueron evaluadas utilizando intervalos de confianza (IC) del 95% mediante el método de Wilson. Para cumplir el objetivo propuesto definimos la medida principal a la concordancia de los resultados de la VCIA, con el *gold standard* patológico (biopsia), medido a través del valor Kappa. En todos los casos se consideró significativo un valor de p<0.05. Para el análisis estadístico se utilizó el software R 4.1.0.

Se preservó el anonimato de los pacientes, resguardando todo dato relacionado con su identidad (Ley 25 326 de Protección de los datos personales).

Resultados

En total se incluyeron 782 HC desde enero a octubre de 2022, registradas en SITAM. A 395 (50.5%) se le realizaron colposcopia con videocolposcopio equipado con IA auxiliar y a 387 (49.5%) con el equipo tradicional utilizado por colposcopistas especialistas. Las características clínicas fueron detalladas en la Tabla 2.

La precisión de los resultados con VCIA, teniendo en cuenta los resultados de las categorías de Grado 1, Grado 2, Sospecha de Invasión y Hallazgos varios de las VCIA en relación a los resultados de patología (biopsia), fue mayor que la precisión de los resultados por videocolposcopia común, 80% (IC 95%: 75-83%) y 65% (IC 95%: 60-69%) respectivamente, (p<0.001).

Los resultados de VCIA y de colposcopia común se correlacionaron de manera positiva y significativamente con los resultados de las biopsias. En el caso de las VCIA dicha correlación fue mayor que la obtenida por los colposcopistas que utilizaron un colposcopio común (rs=0.75 vs. rs=0.57 respectivamente, p<0.001)

La sensibilidad de los hallazgos de las VCIA fue del 96% (IC 95%: 94-98%), mientras que la sensibilidad de las colposcopías comunes realizadas por médicos especialistas fue del 93% (IC 95%: 89-95%).

De las 387 pacientes que fueron diagnosticadas mediante el sistema de videocolposcopia común, el 83% alcanzó una concordancia con los resultados de diagnóstico de patología (Kappa ponderado: 0.47; p<0.001).

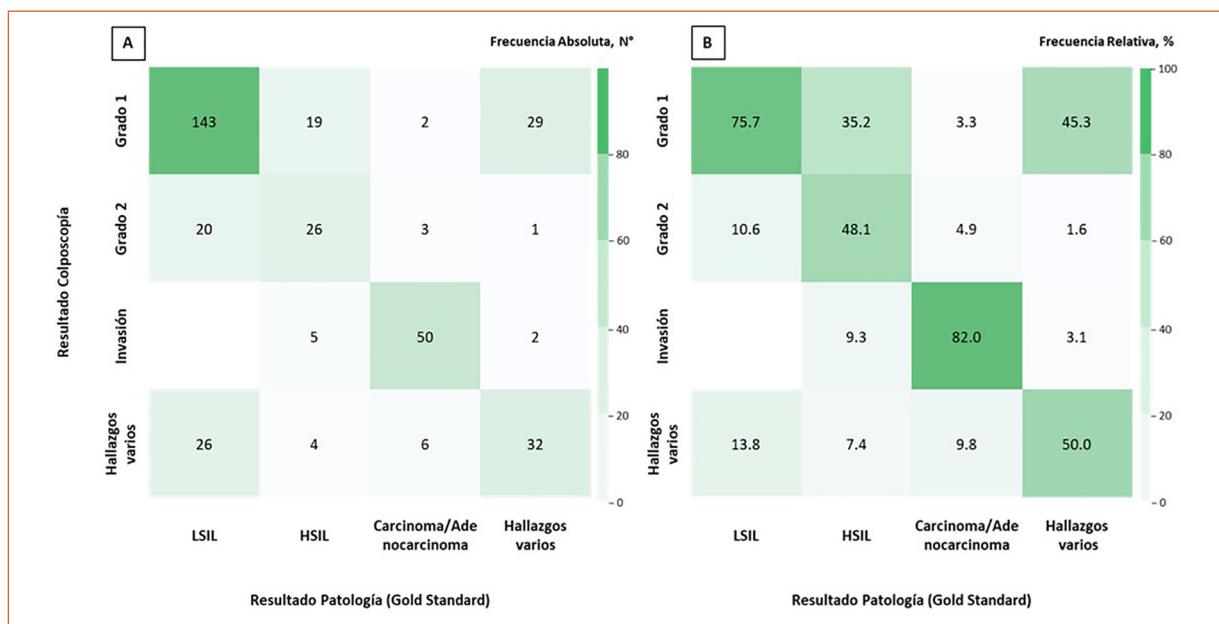
En el caso de las pacientes confirmadas patológicamente como LSIL, HSIL, cáncer y hallazgos varios, la concordancia entre los resultados de videocolposcopia común y la patología fueron del 76%, 48%, 82% y 50%, respectivamente (Fig. 1).

Tabla 2 | Características clínicas de las mujeres según método de colposcopia realizada

Características	VCIA	Videocolposcopia común
Pacientes	395	387
Edad (en años)	39 (Q ₂₅ : 32; Q ₇₅ : 46)	41 (Q ₂₅ : 34; Q ₇₅ : 47)
Resultado colposcopia	N° (%)	
Normal	20 (5.1)	19 (4.9)
Grado 1	238 (60.3)	193 (49.9)
Grado 2	81 (20.5)	50 (12.9)
Sospecha de invasión	28 (7.1)	57 (14.7)
Hallazgos varios	28 (7.1)	68 (17.6)
Resultado patología		
LSIL	247 (62.5)	202 (52.2)
HSIL	59 (15.0)	60 (15.5)
Carcinoma	28 (7.1)	61 (16.0)
Hallazgos varios	61 (15.4)	64 (16.5)

VCIA: videocolposcopia equipada con Inteligencia Artificial

Figura 1 | Matriz de Confusión de la distribución de clasificación colposcopia. Videocolposcopia común, N = 368



En la Figura 1 se presenta la matriz de confusión de la distribución de los resultados de videocolposcopia común en función de los resultados del *gold standard*. Los cuadros más oscuros representan una mayor concordancia entre los resultados de videocolposcopia común y los resultados de la biopsia.

De las 395 pacientes que fueron diagnosticadas con el nuevo dispositivo de VCIA, la concordancia general con los resultados de diagnóstico de patología fue del 90 % (Kappa ponderado: 0.59; $p < 0.001$).

En el caso de las pacientes confirmadas patológicamente como LSIL, HSIL, cáncer y hallazgos varios, la concordancia entre los resultados de la videocolposcopia y la patología fueron del 89%, 93%, 96% y 44%, respectivamente.

Además, observamos que la concordancia general de las impresiones colposcópicas clasificadas por la VCIA y la patología era mayor que la de la interpretación colposcópica de los colposcopistas que utilizaron el equipo tradicional (90% frente a 83%, Kappa 0.59 frente a 0.47, $p < 0.001$) (Fig. 2).

En la Figura 2 se presenta la matriz de confusión de la distribución de los resultados de videocolposcopia con IA en función de los resul-

tados del *gold standard*. Los cuadros más oscuros representan una mayor concordancia entre los resultados de videocolposcopia con IA y los resultados de la biopsia.

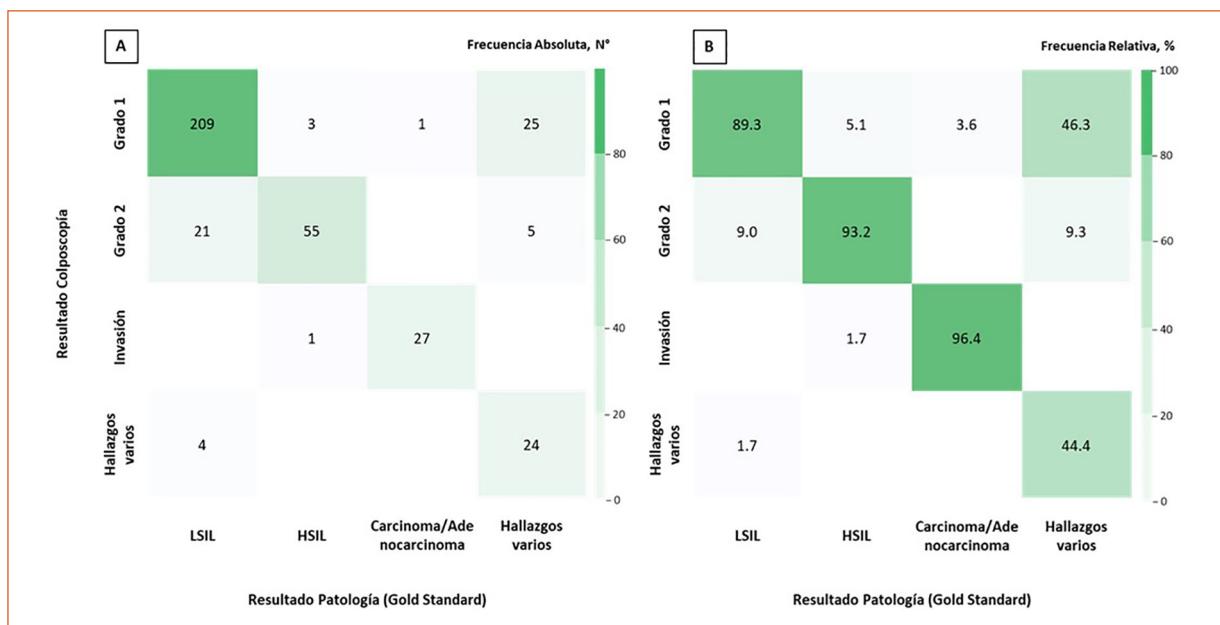
Discusión

Los resultados de este trabajo mostraron que las colposcopias realizadas con VCIA eran tan precisas como los realizados por colposcopistas humanos a la hora de detectar lesiones precancerosas del cuello uterino.

La precisión de los resultados de las VCIA en relación a los resultados de patología (biopsia) fue un 23% mayor. Estos resultados son comparables a los obtenidos en trabajos efectuados en China (concordancia del 82% para equipos con IA vs. 66% para profesionales entrenados utilizando un equipo común)¹⁴. Hu y col., en 2019¹⁹, demostraron una mayor precisión de la evaluación visual automatizada (AVE) de imágenes cervicales mediante un algoritmo de aprendizaje profundo, que la evaluación ginecólogo experto o la citología, para el diagnóstico del precáncer cervical.

Con respecto a la concordancia entre la colposcopia y la biopsia para efectuar diagnóstico de lesiones de alto grado (HSIL) de cérvix se

Figura 2 | Matriz de Confusión de la distribución de clasificación colposcópica. VCIA, N = 375



encontró que con VCIA fue del 67.9%, mientras que la colposcopia con equipos tradicionales fue del 52% obteniendo de esta manera un aumento significativo de la sensibilidad de la videocolposcopia al utilizar la IA. En otro trabajo también se observó un aumento de la sensibilidad para la IA en lo que a diagnóstico de CIN2+ se refiere, aunque con una diferencia porcentual un poco menor (97% vs. 89%)¹⁸.

Las VCIA alcanzaron un alto nivel de concordancia (90%) con los resultados de las biopsias, y fue mayor a la concordancia obtenida por la colposcopia común (83%)¹⁸.

Las VCIA presentaron mayor concordancia con los resultados de LSIL y HSIL de las biopsias (89% y 93% respectivamente) en relación a la concordancia de las imágenes colposcópicas comunes para estas dos categorías de biopsia (75% y 48%).

En el trabajo llevado a cabo por Goldstein y col., 2020²⁰, sobre la implementación de un nuevo programa de *screening* para la detección y tratamiento de cáncer cervical, utilizando colposcopia digital (EVA System) para la detección de lesiones precancerosas, se encontró que el 87% de las lesiones CIN1 y el 94% de \geq CIN2 diagnosticadas mediante colposcopia digital, fueron confirmadas por patología. Estos resultados también coincidieron con los encontrados anteriormente por Thay y col., 2019²¹, donde se pudo determinar que las imágenes de colposcopia digital (EVA System) como método de detección de lesiones precancerosas, permitió distinguir con precisión entre CIN1 y CIN2+ en las mujeres que se sometieron a biopsias confirmatorias.

En conclusión, el cáncer de cuello uterino es una afección totalmente erradicable, para ello no solamente se necesita lograr una alta cobertura de tamizaje con un método altamente sensible como lo es el test de VPH, sino también que todas aquellas mujeres con resultados patológicos tanto del test de VPH como del Papanicolaou puedan acceder a estudios de *triage* como lo es la colposcopia, la biopsia y posteriormente de ser necesario el tratamiento o seguimiento adecuado.

El mayor impacto de los programas en prevención del cáncer de cuello uterino se logrará al poder cumplir las metas propuestas por la

OMS¹⁷ para el año 2030. Particularmente la meta que insta a las poblaciones a lograr el 90% de lesiones preneoplásicas y neoplásicas tratadas, respecto a ello la creación de nuevos nodos de diagnóstico y tratamiento en la figura de los “Nodos Rosa”, será la clave para lograr la cobertura deseada.

Luego de 11 meses de la puesta en marcha del Programa Provincial de Prevención y Diagnóstico Precoz del Cáncer Ginecológico (Nodos rosa) Tucumán, logró aumentar un 60% la realización de colposcopías, un 20% el diagnóstico de enfermedades preneoplásicas y neoplásicas de cuello uterino y 25% la realización de tratamientos comparado con años anteriores.

La alta precisión diagnóstica de la VCIA permite obtener estudios de una precisión igual o superior a la efectuada por profesionales especializados que por lo general representan un recurso escaso y trabajan en centros de alta complejidad ubicados en las capitales de las provincias. Un VCIA permite que un ginecólogo general pueda satisfacer la demanda de este estudio en cualquier región de la provincia logrando la igualdad en el acceso de todas las mujeres.

Tucumán cuenta con videocolposcopios equipados con sistema de IA. Al ser una tecnología innovadora en nuestro país se evaluó la concordancia diagnóstica entre los estudios efectuados con este equipo y el resultado de la biopsia guiada a partir del uso de los mismos y se los comparó con la concordancia diagnóstica entre los estudios efectuados con un videocolposcopio común y las biopsias obtenidas a partir de los mismos a fin de valorar la sensibilidad de las videocolposcopias realizadas con uno u otro equipo.

Una de las limitaciones de este trabajo es el no contar con biopsias realizadas a las pacientes con resultados de colposcopia normal. Esto permitiría hacer cálculos correspondientes a la especificidad de cada una de las metodologías diagnósticas que se comparan en este trabajo. A su vez, esto permitiría graficar una curva ROC y calcular el área debajo de la curva, combinando la sensibilidad y especificidad de cada procedimiento diagnóstico para obtener una precisión global de cada procedimiento.

Agradecimientos: Al Ministerio de Salud Pública de Tucumán por el compromiso y el interés en crear estrategias de salud pública que permitan erradicar el cáncer de cuello uterino de la provincia. Al equipo de la Dirección de Investigación en Salud del SIPROSA, en especial a su Directora Dra. Cristina Bazán de Casella, por su excelente predisposición poniendo a disposición todas las herramientas de la Dirección de Investigación que ayuden en el armado del presente trabajo. Al equipo del Programa Provin-

cial de Prevención de Cáncer de Cuello Uterino de Tucumán: Lic. Leguizamón Rosas Damián y Lic. Sáez Noelia por la participación activa en la creación de la base de datos. Al equipo de profesionales y no profesionales de los servicios de salud de Tucumán, ya que sin el trabajo que realizan día a día no podríamos efectuar este estudio.

Conflicto de intereses: Ninguno para declarar

Bibliografía

1. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin* 2021; 71: 209-49.
2. Schiffman M, Castle PE, Jeronimo J, Rodriguez AC, Wacholder S. Human papillomavirus and cervical cancer. *Lancet* 2007; 370: 890-907.
3. Schiffman M, Wentzensen N. Issues in optimising and standardising the accuracy and utility of the colposcopic examination in the HPV era. *Ecancer-medicalscience* 2015; 9: 530.
4. Abdul-Karim FW, Yang B. Cytologic-histologic discrepancies in pathology of the uterine cervix: analysis of the clinical and pathologic factors. *Adv Anat Pathol* 2017; 24: 304-9.
5. Bifulco G, De Rosa N, Lavitola G, et al. A prospective randomized study on limits of colposcopy and histology: the skill of colposcopist and colposcopy-guided biopsy in diagnosis of cervical intraepithelial lesions. *Infect Agent Cancer* 2015; 10: 47.
6. Ghosh I, Mittal S, Banerjee D, et al. Study of accuracy of colposcopy in VIA and HPV detection-based cervical cancer screening program. *Aust N Z J Obstet Gynaecol* 2014; 54: 570-5.
7. Mustafa RA, Santesso N, Khatib R, et al. Systematic reviews and meta-analyses of the accuracy of HPV tests, visual inspection with acetic acid, cytology, and colposcopy. *Int J Gynaecol Obstet* 2016; 132: 259-65.
8. Luo H, Xu G, Li C, et al. Real-time artificial intelligence for detection of upper gastrointestinal cancer by endoscopy: a multicentre, case-control, diagnostic study. *Lancet Oncol* 2019; 20: 1645-54.
9. Kudo SE, Misawa M, Mori Y, et al. Artificial intelligence-assisted system improves endoscopic identification of colorectal neoplasms. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2020; 18: 1874-81.
10. Kyrgiou M, Pouliakis A, Panayiotides JG, et al. Personalised management of women with cervical abnormalities using a clinical decision support scoring system. *Gynecol Oncol* 2016; 141: 29-35.
11. Karakitsos P, Chrelias C, Pouliakis A, et al. Identification of women for referral to colposcopy by neural networks: a preliminary study based on LBC and molecular biomarkers. *J Biomed Biotechnol* 2012; 2012: 303192.
12. Lima KM, Gajjar K, Valasoulis G, et al. Classification of cervical cytology for human papilloma virus (HPV) infection using biospectroscopy and variable selection techniques. *Anal Methods* 2014; 6: 9643-52.
13. Bao H, Bi H, Zhang X, et al. Artificial intelligence-assisted cytology for detection of cervical intraepithelial neoplasia or invasive cancer: a multicenter, clinical-based, observational study. *Gynecol Oncol* 2020; 159: 171-8.
14. Xue P, Tang C, Li Q, et al. Development and validation of an artificial intelligence system for grading colposcopic impressions and guiding biopsies. *BMC Med* 2020; 18: 406.
15. Ministerio de Salud Pública de Tucumán, noviembre de 2021. En: <https://msptucuman.gov.ar/la-ministra-de-salud-publica-presento-el-programa-nodo-rosa-para-tucuman/>; consultado diciembre 2022.
16. MobileODT. Colposcopy streamlined. En: <https://www.mobileodt.com/products/eva-colpo/>; consultado diciembre 2022

17. Organización Mundial de la Salud. Estrategia mundial para acelerar la eliminación del cáncer del cuello uterino como problema de salud pública. En: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240014107>; consultado diciembre 2022.
18. Zhao Y, Li Y, Xing L, et al. The performance of artificial intelligence in cervical colposcopy: a retrospective data analysis. *J Oncol* 2022; 2022: 4370851.
19. Hu L, Bell D, Antani S, et al. An observational study of deep learning and automated evaluation of cervical images for cancer screening. *J Natl Cancer Inst* 2019; 111: 923-32.
20. Goldstein A, Goldstein LS, Lipson R, et al. Assessing the feasibility of a rapid, high-volume cervical cancer screening programme using HPV self-sampling and digital colposcopy in rural regions of Yunnan, China. *BMJ Open* 2020; 10: e035153.
21. Thay S, Goldstein A, Goldstein LS, Govind V, Lim K, Seang C. Prospective cohort study examining cervical cancer screening methods in HIV-positive and HIV-negative Cambodian women: a comparison of human papilloma virus testing, visualization with acetic acid and digital colposcopy. *BMJ Open* 2019; 9: e026887.