



Estado actual de las guías de práctica clínica para la tamización de cáncer

Current status of clinical practice guidelines for cancer screening

Diego Felipe Ballen-Lozano^{1,2,3*}, Sergio Enrique Ramos Ariza⁴, Daniela Patiño-Hernández^{1,2,3}, Maylin Johanna Peñaloza-Parra^{1,4}

¹Centro Javeriano de Oncología, Hospital Universitario San Ignacio, Bogotá, Colombia

²Departamento de Medicina Interna, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

³Unidad de Oncología Clínica. Instituto Nacional de Cancerología. Bogotá, Colombia

⁴Departamento de Medicina Preventiva, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá DC. Colombia

Recibido: 10 enero 2025

Aceptado: 15 marzo 2025

*Correspondencia: Diego Felipe Ballen-Lozano. diegoballen@javeriana.edu.co

Resumen

La detección temprana de cáncer, o de condiciones premalignas, ha logrado disminuir la mortalidad para algunos tipos de cáncer. Su realización implica no solo emplear pruebas diagnósticas con adecuadas características operativas sino asumir el riesgo de sobrediagnóstico y sobretratamiento que ello conlleva. Hoy se emplean diferentes recomendaciones y guías para la tamización y detección temprana de cáncer con variaciones alrededor del mundo. En este artículo hemos recogido las recomendaciones realizadas en guías tanto por las asociaciones científicas como por los gobiernos para cinco tipos principales de cáncer: mama, cuello uterino, próstata, colorrectal y pulmón, tanto en Colombia como otros países de referencia. Esperamos que pueda realizarse una comparación indirecta entre ellas y con ello reconocer puntos en común y diferencias que lleven a mejorar la construcción e implementación de guías futuras con el propósito de lograr un mayor control del cáncer en Colombia.

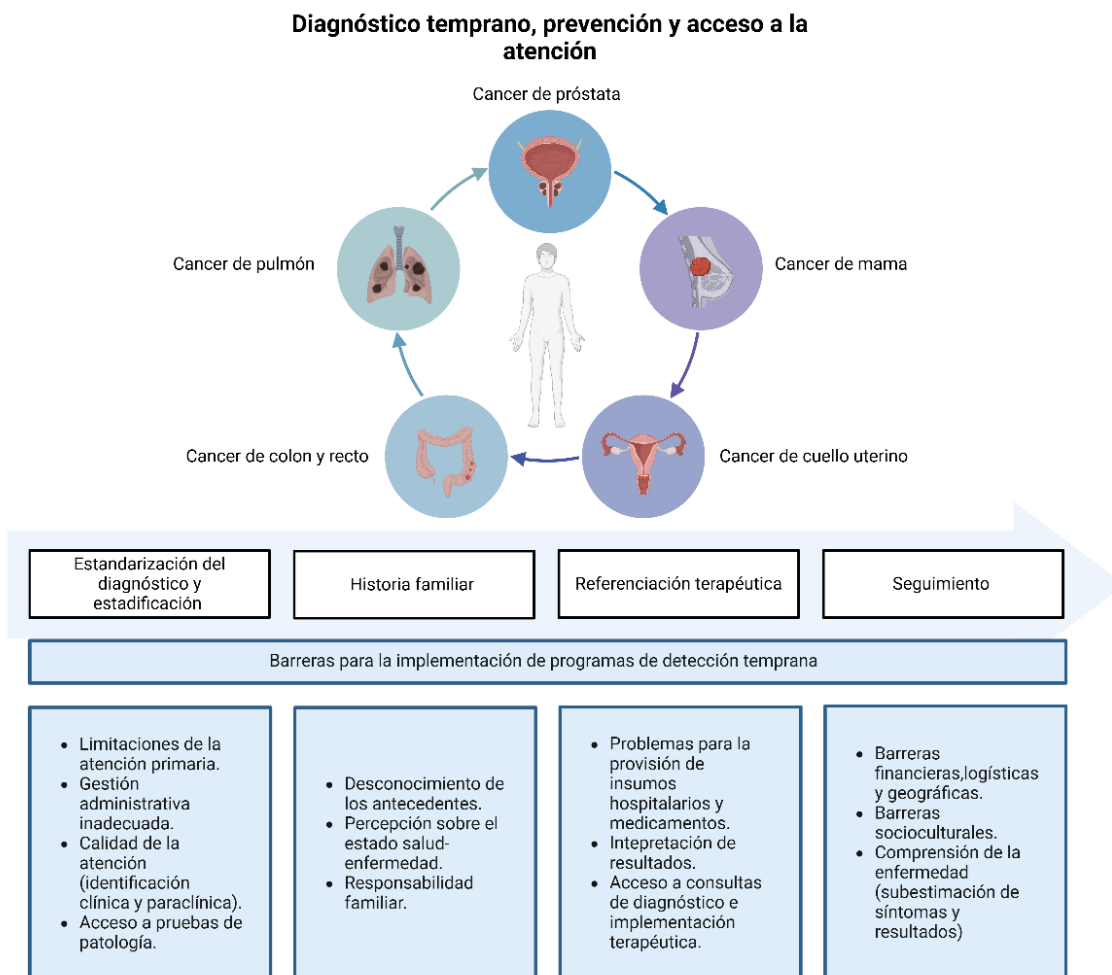
Palabras clave: Tamización. Detección temprana. Guías de práctica clínica. Tumores sólidos.

Abstract

Early detection of cancer or premalignant conditions has succeeded in reducing mortality for some cancer types. Its implementation involves not only using accurate tests but also dealing with the overdiagnosis and overtreatment that it entails. Nowadays, different guidelines are used for screening and early detection of cancer, with some variations around the world. In this article, we have compiled the recommendations made in guidelines by scientific associations and governments for five cancer types: breast, cervical, prostate, colorectal, and lung cancer, in Colombia and other reference countries. We hope that an indirect comparison can be made between them to recognize common and different points that lead to improving the construction and implementation of future guidelines to achieve better control of cancer in Colombia.

Keywords: Screening. Early detection. Clinical practice guidelines. Scientific associations. Solid tumors.

Resumen gráfico



Puntos clave

- El objetivo de las pruebas para detección temprana del cáncer es encontrar las lesiones en etapa temprana o preneoplásica en personas asintomáticas para ofrecer un diagnóstico oportuno y un tratamiento temprano, cuando este pueda conducir a mejores resultados clínicos.
- El objetivo de un programa de detección temprana del cáncer es reducir la mortalidad y la morbilidad mediante la detección y el tratamiento tempranos del cáncer o para reducir la incidencia mediante la identificación de sus precursores (como la detección temprana del cáncer de cuello uterino y colorrectal).
- Algunos programas de detección del cáncer están dirigidos a personas que tienen un mayor riesgo debido a un comportamiento o por una predisposición genética (a veces llamado detección dirigida), como ocurre con la detección del cáncer de pulmón en personas con un alto consumo de tabaco.
- Las guías de práctica clínica permiten homogenizar los procedimientos incluidos en un programa de detección que permite identificar personas elegibles para el ciclo de diagnóstico, tratamiento y seguimiento.

Introducción

La detección temprana de varios tipos de cáncer impacta positivamente la efectividad terapéutica e incrementa sustancialmente las tasas de supervivencia de la enfermedad¹. No obstante, también incrementa el potencial de daño por intervenciones asociadas al sobrediagnóstico y sobretratamiento de condiciones indolentes o con muy baja letalidad². Por tal motivo, la actualización de guías de práctica clínica para la detección temprana del cáncer exige el análisis de la medicina basada en evidencia en el contexto poblacional y la comprensión de la historia natural de cada tipo de cáncer.

La diversidad entre las recomendaciones actuales de tamización del cáncer está relacionada con puntos de partida a nivel metodológico diferentes. Por un lado, algunos grupos de trabajo y mesas de consenso usan un enfoque basado en el control de variables tales como la identificación de las condiciones prevalentes prevenibles, y la búsqueda sistemática y revisión de evidencia científica^{3,4}.

Por otro lado, grupos de trabajo como la *U.S. Preventive Services Task Force* (USPSTF) utilizan criterios del tamizaje de enfermedades, basados en los principios planteados por PS Frame y SJ Carlson en 1975, los cuales amplían el tipo de variables a analizar para la generación de la recomendación final de tamización, tales como, el rendimiento de la prueba diagnóstica, y el daño potencial de la intervención de la tamización⁵. Las características propias de las poblaciones, la edad de inicio y final de las pruebas

de tamización, la evaluación de la eficacia, la política pública y otras consideraciones éticas aún plantean retos para la implementación efectiva de programas de detección del cáncer a nivel global⁶. El continuo esfuerzo en la revisión de directrices y planteamientos promete nuevas oportunidades, en la optimización del diagnóstico oportuno, y el uso de intervenciones que impacten de forma positiva a las poblaciones^{7,8}.

Antecedentes

La evolución histórica de las guías de práctica clínica en detección temprana del cáncer está marcada por los avances en la sensibilidad de las pruebas diagnósticas, y más recientemente, por la inclusión de un enfoque estratificado basado en el análisis del riesgo individual del cáncer y de los recursos disponibles en el entorno/sistema de salud⁹. La oportunidad en la detección temprana del cáncer emerge en primer lugar a una mayor comprensión de los mecanismos inmunológicos y moleculares involucrados en el continuo del proceso salud-enfermedad y por ende en la posibilidad de desarrollo de herramientas diagnósticas que se aproximen a la identificación de las etapas más iniciales de la carcinogénesis. Sin embargo, el valor pronóstico de la identificación de tumores en etapas iniciales en términos de crecimiento, progresión e invasión permanece sobre la mesa de discusión⁹.

En la actualidad, los avances tecnológicos permiten contar con la disponibilidad de pruebas de

tamización altamente sensibles para la identificación de tumores en etapas muy tempranas, incluyendo la identificación de lesiones y condiciones premalignas. Los grupos de trabajo de las sociedades científicas en la generación de recomendaciones de detección temprana (en población mínimamente sintomática) y de tamización (en población asintomática), han adaptado sus guías de práctica clínica con criterios que confieren con ello un incremento de la sensibilidad, incluyendo la disminución de la edad de inicio de la tamización, y el uso de pruebas diagnósticas de última generación¹⁰. A su vez, la experiencia resultante de la organización de programas de prevención del cáncer usando tales criterios, ha traído aprendizajes epidemiológicos en los que el beneficio neto no ha sido evidente, e incluso en experiencias como por ejemplo, el tamizaje de cáncer de tiroides, ha sido evidente el daño generado, en términos del pobre impacto en supervivencia y por el contrario, el incremento de la morbilidad asociada a efectos seculares de las intervenciones terapéuticas implicadas en la curación del cáncer¹¹. Por ende, la inclusión de un enfoque estratificado basado en el riesgo ha sido planteado por algunas sociedades y grupos de trabajo nacionales, como una apuesta más segura, costo-efectiva y accesible a nivel poblacional. Su implementación, confiere un reto en términos del modelamiento que implica la generación de algoritmos de predicción, los cuales pueden variar según el comportamiento epidemiológico del cáncer y la carga genómica según cada población¹¹.

Estado actual de las guías

Métodos

Se configuró un grupo de trabajo para la revisión del estado actual de las guías de práctica clínica para el diagnóstico temprano del cáncer, el cual incluyó profesionales con conocimientos en áreas de oncología clínica, medicina familiar y salud pública. Se diseñó una estrategia de búsqueda para las bases de datos de Pubmed, EMBASE, y Lilacs, hasta el 11 de febrero de 2025. Asimismo, se realizaron búsquedas adicionales en: organizaciones especializadas en el desarrollo y recopilación de guías de práctica

clínica, tales como G-I-N (*Guideline International network*) y OMS (Organización mundial de la salud); en portales web de sociedades científicas y grupos de trabajo relacionados con el tema de interés, tales como, ACS (*American Cancer society*), y USPSTF; y en las páginas web de gobiernos, tales como Colombia, Brasil y Canadá.

Se realizó un proceso de selección en dos fases (por título y resumen, y por texto completo) utilizando el software Rayyan¹². Los criterios de inclusión utilizados fueron: (a) guías de práctica clínica originales, (b) que incluyeran recomendaciones específicas sobre el diagnóstico temprano o tamización de cualquiera de los siguientes 5 tipos de cánceres: mama, próstata, cuello uterino, colorrectal o pulmón, (c) última versión o actualización publicada en caso de que la existencia de varias, (d) para el caso de las guías realizadas por sociedades científicas y grupos de trabajo (“*task forces*” por su denominación en inglés) se limitó a las publicadas en los últimos 10 años. Se excluyeron, guías publicadas en idiomas diferentes al inglés y español, guías cuyo propósito principal fuera la implementación de programas de tamización, y guías sin acceso al texto completo.

Se construyó una plantilla de extracción de la información que incluyó: (a) tipo de cáncer, (b) nombre de la sociedad científica/grupo de trabajo o gobierno organizador de la guía, (c) país(es), (d) año de la última publicación, (e) características de la recomendación de tamización: edad de inicio y de fin de la tamización, (g) prueba de tamizaje recomendada, (f) intervalo de tamizaje recomendado, (h) grado o calificación de la recomendación. Se realizó una síntesis de las recomendaciones según tipo de cáncer, se valoraron las diferencias de las recomendaciones, analizando por separado las diferencias entre las guías de las sociedades científicas/grupos de trabajo, y las gubernamentales.

Síntesis de las recomendaciones de detección temprana

Se identificaron un total de 803 referencias. Posterior a la eliminación de duplicados, se realizó el

proceso de selección para la inclusión final de 54 guías de práctica clínica para la detección temprana de los tipos de cáncer seleccionados (**Figura 1**). Un total de 33 guías fueron diseñadas por sociedades científicas/grupos de trabajo y 21 por gobiernos. Se identificaron las recomendaciones de tamización de cada tipo de cáncer, especificando la prueba diagnóstica, el intervalo y las características de la población blanco. En la **Tabla 1** se detallan las características de las recomendaciones realizadas por las sociedades científicas/grupos de trabajo identificadas, y en la **Tabla 2**, aquellas recomendaciones dadas por las guías de gobiernos.

Cáncer de mama

Se incluyeron 6 guías de práctica clínica de sociedades científicas/grupos de trabajo, y 5 guías de

gobiernos. El uso de la mamografía 2D o convencional como herramienta de tamizaje del cáncer de mama permanece con un grado de recomendación fuerte. A pesar de contar con tasas de sensibilidad entre un 80 y 87%, ha demostrado eficacia en la reducción de la mortalidad por cáncer de mama, por lo cual la mayoría de las guías la recomiendan. Sin embargo, se ha descrito hasta un 20% de tumores no detectados, porcentajes de hasta un 12% de hallazgos no concluyentes y con consecuentes altas tasas de retoma. Adicionalmente, estudios recientes como el realizado por Philpotts¹³ han planteado una superioridad diagnóstica de la mamografía con tomosíntesis comparada con la mamografía convencional, así como tasas de detección de cánceres en etapas más tempranas (67,3% comparado con 56,4%). Por lo cual, la NCCN en su versión 2.0 de 2024, resaltó la efectividad de la mamografía con

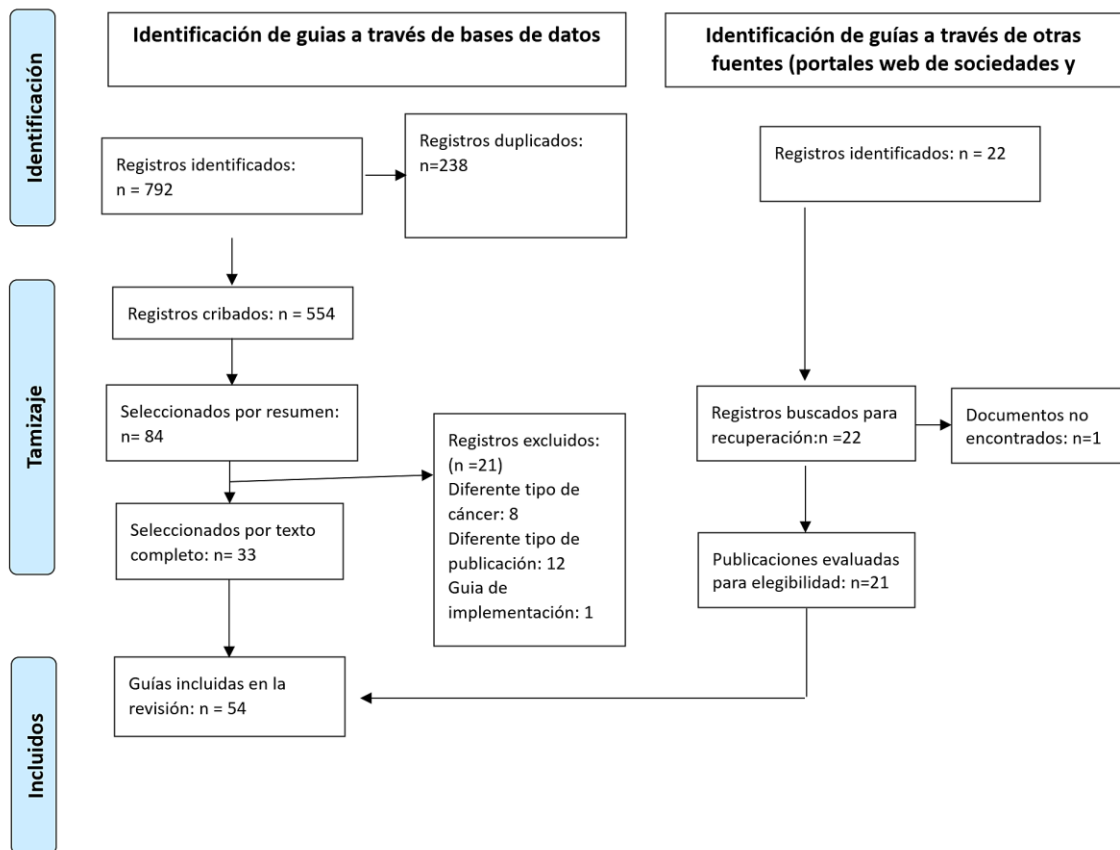


Figura 1. Guías de práctica clínica para la detección temprana de los tipos de cáncer seleccionados (diagrama de flujo PRISMA). Obtenido de Page et al³¹.

Tabla 1. Características de las recomendaciones realizadas por las sociedades científicas/grupos de trabajo identificadas.

Tipo de cáncer	Sociedades y grupos de trabajo científicos	Año de última publicación	Edad de inicio de la tamización	Edad de fin de la tamización	Prueba de tamizaje	Intervalo de tamización	Grado de recomendación
Cáncer colorrectal	ACG	2021	45 años	75 años (individualizado ≥76 años)	Colonoscopia (preferida), FIT anual, sigmoidoscopia, DNA-FIT, TC colonografía	Depende de la prueba	Fuerte para 50-75 años, condicional para 45-49 años
Cáncer colorrectal	Asoc. Colombiana Gastro	2015	50 años	No especificado	FIT, colonoscopia, sigmoidoscopia, gFOBT	No especificado	Basado en GRADE
Cáncer colorrectal	BMJ	2019	50-79 años	No especificado	FIT anual o bianual, sigmoidoscopia única, colonoscopia única	Depende del riesgo	Recomendación débil basada en riesgo ≥3% en 15 años
Cáncer colorrectal	Canadian Task Force	2016	50 años	74 años	FIT o gFOBT	Cada 2 años	Basado en GRADE, beneficio moderado
Cáncer colorrectal	NCCN	2024	45 años	No especificado	Colonoscopia (preferida), FIT, sigmoidoscopia, TC colonografía	Depende de la prueba	Basado en evidencia y consenso
Cáncer colorrectal	ACS	2018	45 años	75 años (individualizado 76-85 años)	FIT anual, gFOBT anual, multitarget DNA cada 3 años, colonoscopia cada 10 años, sigmoidoscopia cada 5 años, colonografía por TC cada 5 años	Depende de la prueba	Recomendación fuerte para ≥50 años, calificada para 45-49 años
Cáncer colorrectal	Canadian Assoc. Gastro	2018	40-50 años (si hay antecedente familiar)	No especificado	Colonoscopia preferida, FIT alternativa	Cada 5 años si hay ≥2 familiares afectados; cada 5-10 años si hay 1 familiar afectado	Recomendación fuerte para tamizaje, condicional para intervalos
Cáncer colorrectal	USPSTF	2021	45 años	75 años (seleccionado 76-85 años)	FIT anual, gFOBT anual, sigmoidoscopia cada 5 años, colonografía por TC cada 5 años, colonoscopia cada 10 años	Depende de la prueba	Grado A (50-75 años), Grado B (45-49 años), Grado C (76-85 años)
Cáncer de cuello uterino	ACS	2020	25 años	65 años	Prueba primaria de VPH (preferida); Cotest (VPH + citología) o citología sola (aceptable)	Cada 5 años (VPH); Cada 3 años (citología)	Recomendación fuerte

... continuación de la tabla 1.

Tipo de cáncer	Sociedades y grupos de trabajo científicos	Año de última publicación	Edad de inicio de la tamización	Edad de fin de la tamización	Prueba de tamizaje	Intervalo de tamización	Grado de recomendación
Cáncer de cuello uterino	ASCCP	2019	25 años	65 años	VPH (preferido), Cotest o citología sola	Basado en riesgo, pero generalmente cada 3-5 años	Basado en consenso de riesgo
Cáncer de cuello uterino	ASCO	2022	25 años	65 años y si han tenido al menos dos pruebas negativas consecutivas en los últimos 10 años	Estratificado según recursos: VPH (preferido en entornos con recursos mejorados y máximos), citología o inspección visual con ácido acético (en entornos de recursos limitados)	Cada 5 años (VPH); cada 3 años (si solo acceso a citología)	Basado en consenso y adaptado según niveles de recursos
Cáncer de cuello uterino	Asoc. Española de Colposcopia	2022	25 años	65 años	VPH (preferido), citología en ciertos casos	Cada 5 años (VPH), cada 3 años (citología)	Basado en sistema GRADE
Cáncer de cuello uterino	GCS	2019	20 años	No especificado	Citología (20-34 años), Cotest: VPH + citología (≥35 años)	Cada 3 años (citología), cada 5 años (VPH)	Recomendación basada en evidencia
Cáncer de cuello uterino	Hong Kong College	2024	25 años o inicio de actividad sexual	64 años	VPH (preferida), Cotest o citología	Cada 3 años (citología), cada 5 años (VPH)	Basado en evidencia y consenso
Cáncer de cuello uterino	OPS	2023	30 años	49 años	Prueba de VPH	Cada 5 años	Recomendación basada en directrices OMS
Cáncer de cuello uterino	USPSTF	2018	21 años	65 años	Citología sola (21-29 años), VPH o Cotest (30-65 años)	Cada 3 años (citología), cada 5 años (VPH o Cotest)	Grado A
Cáncer de mama	USPSTF	2024	40 años	74 años	Mamografía	Bienal	Grado B

... continuación de la tabla 1.

Tipo de cáncer	Sociedades y grupos de trabajo científicos	Año de última publicación	Edad de inicio de la tamización	Edad de fin de la tamización	Prueba de tamizaje	Intervalo de tamización	Grado de recomendación
Cáncer de mama	NCCN	2024	40 años	Sin límite establecido, depende de la salud general y expectativa de vida	Mamografía con tomosíntesis	Anual	Categoría 1
Cáncer de mama	ACS	2015	45 años (opción de iniciar a los 40 años)	Mientras tenga buena salud y expectativa de vida ≥ 10 años	Mamografía	Anual (45-54 años), Bienal (≥ 55 años)	Recomendación fuerte para ≥ 45 años, recomendación moderada para 40-44 y ≥ 55 años
Cáncer de mama	GCS	2018	50 años	69 años (≥ 70 años basado en perfil individual)	Mamografía	Bienal	Grado A
Cáncer de mama	JBCS	2015	40 años	No especificado	Mamografía	No especificado	Grado B
Cáncer de próstata	NCCN	2024	45 años (riesgo promedio), 40 años (alto riesgo)	75 años si PSA bajo y sin factores de riesgo	PSA, tacto rectal en casos seleccionados, mpMRI para guiar biopsias	Cada 1-2 años según riesgo	2A
Cáncer de próstata	SEOM (Clinical Guides Oncology)	2020	50 años	69 años	PSA	cada 1 o dos años	1D
Cáncer de próstata	EAU - EANM - ESTRO	2020	50 años (45 años si alto riesgo, 40 años si BRCA2)	No tamizar si expectativa de vida $< 10-15$ años	PSA, resonancia magnética multiparamétrica (mpMRI) antes de biopsia	Basado en riesgo, entre 2 y 4 años	Grado C

... continuación de la tabla 1.

Tipo de cáncer	Sociedades y grupos de trabajo científicos	Año de última publicación	Edad de inicio de la tamización	Edad de fin de la tamización	Prueba de tamizaje	Intervalo de tamización	Grado de recomendación
Cáncer de próstata	CUA	2022	50 años (hombres de riesgo de promedio), 45 años (alto riesgo)	No se recomienda tamizaje si expectativa de vida <10 años	PSA, evaluación del riesgo individual	Basado en riesgo: intervalos personalizados: Cada 4 años si es menor a 1 ng/ml cada 2 años si esta entre 1 - 3 ng/ml	Grado C
Cáncer de próstata	BMJ	2018	55 años	69 años	PSA	De anual a cada dos años	Basado en GRADE, beneficio moderado
Cáncer de próstata	USPSTF	2018	No recomiendan tamizaje organizado sino de oportunidad a partir de los 55 años	69 años	PSA	Cada 2 años	GRADE C
Cáncer de próstata	South African Urology Association	2024	50 años 45 en hombres africanos con historia familiar	No tamizaje en >70 años o expectativa de vida <10 años	PSA, biopsia si PSA anormal	Menor a 1 ng/ml cada dos años entre 1 y 2,5 ng/ml cada año	Basado en evidencia y consenso
Cáncer de pulmón	ACS	2023	50 años	80 años	Tomografía computarizada de baja dosis (LDCT)	Anual	Recomendación fuerte, evidencia moderada
Cáncer de pulmón	Canadian Task Force	2016	55 años	74 años	LDCT	Anual por 3 años	Recomendación débil, evidencia baja

... continuación de la tabla 1.

Tipo de cáncer	Sociedades y grupos de trabajo científicos	Año de última publicación	Edad de inicio de la tamización	Edad de fin de la tamización	Prueba de tamizaje	Intervalo de tamización	Grado de recomendación
Cáncer de pulmón	CHEST	2021	55-77 años (criterio 1); 50-80 años (criterio 2) basado en USPSTF (2021)	77-80 años	LDCT	Anual	Recomendación fuerte para criterio 1, débil para criterio 2, evidencia moderada
Cáncer de pulmón	NCCN	2025	50 años	80 años	LDCT	Anual	Categoría 1
Cáncer de pulmón	USPSTF	2021	50 años con IPA mayor o igual a 20	80 años o hasta que hayan completado más de 15 años de cesación o con pobre expectativa de vida o no candidato a cirugía de pulmón	LDCT	Anual	Grado B

Tabla 2. Recomendaciones dadas por las guías de práctica clínica gubernamentales.

Tipo de cáncer	País	Año de publicación vigente	Edad de inicio de la tamización	Edad de fin de la tamización	Prueba de tamizaje	Intervalo de tamización	Grado de recomendación
Cáncer colorrectal	México	2009	50 años	75 años	Colonoscopia, sigmoidoscopia, sangre oculta en heces (FOBT/FIT)	Cada 10 años (colonoscopia), cada 5 años (sigmoidoscopia), anual (FOBT/FIT)	Basado en consenso nacional
Cáncer colorrectal	Colombia	2017	50 años	75 años	FIT, colonoscopia, sigmoidoscopia	Cada 2 años (FIT), cada 10 años (colonoscopia)	Basado en GRADE
Cáncer colorrectal	Australia	2018	50 años	74 años	Sangre oculta en heces inmunoquímica (iFOBT)	Cada 2 años	Grado C (NHMRC)
Cáncer colorrectal	España	2024	50 años	69 años (puede extenderse a 74)	FIT (preferido), colonoscopia de seguimiento	Cada 2 años (FIT)	Recomendación fuerte para 50-69 años, condicional para >69
Cáncer de cuello uterino	México	2011	25 años	64 años	Citología (Papanicolaou)	Cada 3 años tras dos pruebas anuales negativas	Basado en evidencia y consenso
Cáncer de cuello uterino	Brasil	2016	25 años	64 años	Citología (Papanicolaou)	Cada 3 años tras dos pruebas anuales negativas	Basado en consenso nacional
Cáncer de cuello uterino	España	2019	25 años	65 años siempre y cuando tenga tamizaje adecuado negativo en los últimos 10 años y no haya historia de NIC o cáncer de cuello uterino en los últimos 20 años	Citología (25-34 años), VPH (≥ 35 años)	Cada 3 años (citología), cada 5 años (VPH)	Grado 1A
Cáncer de cuello uterino	Colombia	2021	25 años	65 años	VPH primario (preferido), citología (alternativa)	Cada 5 años (VPH), cada 3 años (citología)	Fuerte, evidencia moderada

... continuación de la tabla 2.

Tipo de cáncer	País	Año de publicación vigente	Edad de inicio de la tamización	Edad de fin de la tamización	Prueba de tamizaje	Intervalo de tamización	Grado de recomendación
Cáncer de cuello uterino	Uruguay	2024	30 años	64 años	VPH primario (preferido), citología en ciertos casos	Cada 5 años (VPH), cada 3 años (citología)	Basado en evidencia y directrices internacionales
Cáncer de mama	Colombia	2017	50 años	69 años	Mamografía	Cada 2 años	Basado en GRADE
Cáncer de mama	México	2017	40 años	74 años	Mamografía	Cada 2-3 años	Basado en evidencia y consenso
Cáncer de mama	Brasil	2018	50 años	69 años	Mamografía	Bienal	Recomendación débil
Cáncer de mama	Unión Europea	2020	45-49 años (opcional), 50-69 años (recomendada)	74 años	Mamografía	Cada 2 años (50-69 años), trienal (70-74 años)	Condicional (45-49 años), fuerte (50-69 años), condicional (70-74 años)
Cáncer de mama	Perú	2024	40 años	74 años	Mamografía	Cada 2 años	2 recomendaciones fuertes y 6 condicionales
Cáncer de próstata	Colombia	2013	No recomiendan tamizaje organizado sino de oportunidad a partir de los 50 años (40 años en alto riesgo)	No específica	PSA ajustado por edad y tacto rectal	Frecuencia no inferior a 5 años; cada 2 años en hombres sanos; si PSA elevado y TR normal, repetir a los 6 meses	Grado D, evidencia por consenso
Cáncer de próstata	México	2018	50 años o 40 años con factores de riesgo en decisión consensuada	69 años	PSA y evaluación del porcentaje de PSA libre en ciertos casos	Cada 2 años si PSA <2.5 ng/ml, anual si PSA ≥2.5 ng/ml	Recomendación fuerte

51 ... continuación de la tabla 2.

Tipo de cáncer	País	Año de publicación vigente	Edad de inicio de la tamización	Edad de fin de la tamización	Prueba de tamizaje	Intervalo de tamización	Grado de recomendación
Cáncer de próstata	Perú	2021	No recomiendan tamizaje organizado en población sin factores de riesgo.	NA	NA	NA	Condicional en contra, muy baja certeza
Cáncer de próstata	Perú	2021	45 años con al menos un factor de riesgo para cáncer de próstata (afrodescendientes o historia familiar de cáncer de próstata)	69 años	PSA (positivo si mayor o igual a 4 ng/ml), se puede complementar con tacto rectal a criterio del médico tratante	Anual o cada dos a cuatro años, según factores de riesgo, y preferencias del paciente.	Recomendación fuerte a favor, muy baja certeza
Cáncer de pulmón	Colombia	2014	55 años con IPA mayor o igual a 30 paquetes/año	74 años fumadores activos o hasta que completen más de 15 años de haber dejado de fumar	LDCT (Tomografía de tórax de baja dosis)	Anual (suspender al obtener resultados negativos en tres controles consecutivos)	débil a favor, evidencia moderada
Cáncer de pulmón	México	2022	50 años fumadores activos o exfumadores con IPA mayor a 20 paquetes/año y con menos de 15 años de haber suspendido el tabaquismo	80 años	LDCT	Anual	Basado en consenso de expertos

... continuación de la tabla 2.

Tipo de cáncer	País	Año de publicación vigente	Edad de inicio de la tamización	Edad de fin de la tamización	Prueba de tamizaje	Intervalo de tamización	Grado de recomendación
Cáncer de pulmón	México	2022	50 años no fumadores con alguno de los siguientes: historia familiar de cáncer de pulmón, tabaquismo de segunda y tercera mano, IEHL (índice de exposición al humo de leña) mayor o igual a 100 horas/año, humo de quema de biomasa u otros combustibles, exposiciones ocupacionales, exposición a radón, infecciones como tuberculosis o enfermedades inflamatorias crónicas como EPOC	80 años	LDCT	Anual	Basado en consenso de expertos

tomosíntesis o 3D con un mejor rendimiento diagnóstico del cáncer de mama en estadios tempranos y la incluyó en su recomendación de tamización. No obstante, el incremento del riesgo de sobrediagnóstico y de diagnóstico de enfermedad indolente permanece como interrogante en estudios prospectivos a largo plazo.

El intervalo de tamización recomendado es cada dos años para todas las guías de los gobiernos incluidas y la mayoría de las guías de las sociedades/grupos de trabajo científico, a excepción de las guías de la ACS y NCCN que incluyen recomendaciones de tamización anual. Estas sociedades resaltan con ello la oportunidad de tratar tumores en etapas más iniciales, lo cual es congruente con gobiernos como el de Estados Unidos donde la carga epidemiológica del cáncer de mama es alta y al mismo tiempo se cuenta con un sistema de salud con acceso amplio a mamografías.

En relación con la población blanco a tamizar, en primer lugar, las guías revisadas difieren en la edad de inicio de tamización. Sus diferencias se encuentran en relación principalmente a la epidemiología local de cada población y a las políticas de salud pública de cada gobierno. Por ejemplo, en regiones de América Latina y Japón, la incidencia en menores de 50 años es menor, por lo que las guías de estas regiones en su mayoría priorizan el inicio de la tamización a los 50 años, mientras tanto en Estados Unidos hay una incidencia significativa del cáncer en mujeres entre 40 a 49 años, además hay una mayor mortalidad en mujeres en este rango de edad que son de origen afroamericano, lo que ha llevado a que los grupos de trabajo científicos de este país, como la NCCN y USPSTF recomienden el inicio de la tamización desde los 40 años con un objetivo de reducir mortalidad global por cáncer de mama, así como reducir disparidades raciales.

También vale la pena resaltar que para algunas guías la edad de fin de tamizaje no es explícita, pues incluyen como criterio el tener una expectativa de vida y una buena condición de salud. Denotando con ello un énfasis en la capacidad de la paciente de beneficiarse de la intervención más allá de la propia

utilidad de la intervención, en ese sentido adoptan un enfoque individualizado en la relación riesgo beneficio.

Cáncer de cuello uterino

Se incluyeron 8 guías de práctica clínica de sociedades/grupos de trabajo científico, y 5 guías de gobiernos. La edad de inicio de tamización del cáncer de cuello uterino y el intervalo de la realización de las pruebas de tamización presentan los mayores cambios en las guías revisadas.

La tendencia más reciente tanto en guías de gobiernos como de sociedades/grupos de trabajo es incrementar la edad de inicio de la tamización, de los 21 a los 25 años. Esto está en relación con una alta tasa de sobrediagnóstico de lesiones en población joven. En coherencia, la epidemiología del cáncer de cuello uterino invasivo y de comportamiento agresivo es muy raro antes de los 25 años, ya que muchas condiciones predisponentes como la infección por VPH de alto riesgo pueden resolverse. Por otro lado, se han reportado altas tasas de pruebas innecesarias en mujeres jóvenes con infecciones transitorias de VPH.

El método preferido de tamización ha variado pasando del uso único y principal de la citología cervicouterina, hacía el co-test e incluso la eliminación de la citología como principal prueba. De hecho, el consenso global actual se centra en el uso de la prueba de VPH sola y la adopción de un enfoque basado en el riesgo y estratificado según los recursos, como la última actualización de la guía de la ASCO 2022, en la que incluso se plantean consideraciones adicionales para la definición de la estrategia de tamización, así como de la conducta según el resultado, tales como, la carga epidemiológica por regiones y los recursos sociales y políticos del entorno.

Basados en la evidencia científica es clara la efectividad del uso de la prueba del VPH en el diagnóstico temprano del cáncer de cuello uterino, con un mejor rendimiento comparado con la citología en términos principalmente de sensibilidad en la detección de lesiones precancerosas. Sin embargo, países de la región como Colombia, Brasil y México, enfrentan

barreras en la implementación asociados con un mayor costo y el requerimiento de infraestructura de laboratorios moleculares.

Algunas guías han empezado a abandonar el enfoque único (*one-fits all*-como se le conoce en inglés) y están adoptando un modelo basado en riesgo, como el propuesto en la guía de la ASCCP (*American Society of Colposcopy and Cervical Pathology*) y la GCS (*German Cancer Society*). Estas guías asignan intervalos de tamizaje más largos o cortos dependiendo de los resultados previos y el historial de cada paciente. Las pacientes con riesgo bajo pueden espaciar sus controles, mientras que las de alto riesgo (ej. con VPH persistente) requieren seguimiento más frecuente o inmediato.

Cáncer de próstata

Se incluyeron un total de 11 guías de práctica clínica sobre detección temprana del cáncer de próstata. Para este tipo de cáncer, varias de las guías revisadas no recomiendan el tamizaje organizado (también conocido como sistemático) sino el tamizaje de oportunidad. El cáncer de próstata es raro antes de los 50 años, pero en poblaciones de alto riesgo se ha identificado una incidencia más temprana y agresiva. Es por ello, que dentro de las recomendaciones de las guías sobre la población a tamizar se incluye la recomendación de personalización de la tamización según el riesgo individual. En la mayoría de las guías la recomendación de inicio es a los 50 años, algunas adicionan el condicionante de decidir a iniciar a tamizar posterior a un análisis de cada caso y según decisión individual del paciente posterior a conocer los riesgos del sobrediagnóstico y de falsos positivos. En población de alto riesgo, que incluye historia familiar de cáncer de próstata en primer grado, afrodescendientes, y BRCA2 mutado, se disminuye la edad de inicio hacia los 40 a 45 años.

La principal estrategia diagnóstica recomendada es el PSA. Sin embargo, el PSA tiene baja especificidad, con un congruente riesgo de falsos positivos y la detección de cánceres de bajo riesgo o indolentes, como alternativa, algunas sociedades como la EAU (*European Association of Urology*) y la

NCCN, han adicionado a su recomendación el uso de resonancia multiparamétrica de próstata antes de la realización de la biopsia para evitar procedimientos innecesarios. Por su parte, el uso del tacto rectal como prueba principal de tamización ha sido descartada debido a su pobre capacidad de detección (baja sensibilidad). Colombia en este caso es la excepción, sin embargo, se encuentra pendiente la actualización a una guía más reciente.

En cuanto al intervalo de tamización es evidente el uso del enfoque de riesgo para evitar el sobrediagnóstico y las intervenciones innecesarias. Para la tamización del cáncer de próstata, las guías más recientes sugieren una secuencia de la prueba según el resultado y acorde al riesgo, en el que se recomienda la aplicación de un enfoque de “espera vigilada”, especialmente en hombres de menor categoría del riesgo, con PSA estable en el tiempo y bajo.

Cáncer colorrectal

Se incluyeron un total de 8 guías de sociedades/grupos de trabajo científico y 4 guías de gobiernos sobre detección temprana de cáncer colorrectal. Las tendencias en las recomendaciones más actualizadas para la tamización del cáncer colorrectal se centran en la reducción de la edad de inicio, mayor énfasis en pruebas menos invasivas y en la aplicación de un enfoque individualizado basado en el riesgo. En primer lugar, en correlación con un aumento de la incidencia en adultos jóvenes particularmente en regiones como Estados Unidos y Canadá, las guías más recientes (USPSTF 2021, ACG 2021, ACS 2018) han bajado la edad de inicio a los 45 años, mientras que en Colombia y México permanece en 50 años. Por otro lado, aunque el método preferido de tamización es la colonoscopia, hay un mayor impulso por usar pruebas como el FIT anual o la prueba de ADN en heces cada 3 años. Incluso, en algunos países como Canadá y Australia, el FIT se ha convertido en la opción primaria en los programas de tamización poblacional. En particular, se evidencia una diferencia del intervalo de realización de la FIT en Colombia y México, considerando cada 2 años como una alternativa viable.

Finalmente, se evidencia una tendencia en la aplicación de enfoques basados en la categorización del riesgo. Ello denota la aplicación de modelos más flexibles en comparación con modelos con recomendaciones universales que distan de ser accesibles para todas las poblaciones y conllevan riesgos del rendimiento diagnóstico según el comportamiento epidemiológico del cáncer a nivel local. Las recomendaciones actuales para población de riesgo moderado y alto (según historia familiar y genética o la existencia de condiciones médicas previas como enfermedad inflamatoria intestinal o antecedente de pólipos), ajustan la edad de inicio, el método de tamizaje y el intervalo de tamización. Para la población de riesgo moderado, en general se recomienda el inicio de la tamización a los 40 años o 10 años antes del diagnóstico del familiar afectado y todas las guías recomiendan la realización de la colonoscopia a intervalos más frecuentes (cada 5 años). Por su parte, para la población de alto riesgo algunas guías recomiendan el inicio tan temprano como a los 20 a 25 años, con colonoscopia cada 1 a 2 años, acorde a una evaluación genética y seguimiento especializado.

Cáncer de pulmón

Se incluyeron un total de 10 guías de práctica clínica sobre el diagnóstico temprano de cáncer de pulmón. En particular, comparado con los otros tipos de cáncer, se documentaron una menor cantidad de recomendaciones a partir de guías de gobierno. Incluso, guías como la de México 2022 enfatiza estrategias de diagnóstico oportuno, por encima de recomendaciones de tamización. En particular, las recomendaciones de tamización para este tipo de cáncer resaltan la importancia de la cuantificación exposicional al consumo de tabaco, medido en índice de paquetes año (IPA), para la predicción del riesgo de cáncer de pulmón y con ello la construcción de las recomendaciones de tamización. Aunque el umbral del IPA difiere entre algunas guías (20 en USPSTF/NCCN, 30 en Canadá/CHEST) esto puede estar en relación con evidencia más reciente publicada que documenta la efectividad en la reducción de la mortalidad con la disminución del umbral.

Algunas guías incorporan modelos de predicción de riesgo, mientras que otras se enfocan en tamización universal en grupos definidos. Por ejemplo, CHEST 2021 y NCCN 2025 consideran herramientas como el PLCOM2012 y otros cálculos de vida-ganada para refinar la selección de pacientes.

Avances recientes

Cáncer de mama

El estándar de oro en la detección temprana del cáncer de mama es la mamografía. Sin embargo, la interpretación de las imágenes mamográficas es propensa a falsos positivos y falsos negativos. Recientemente se han desarrollado mecanismos de diagnóstico asistido por inteligencia artificial (IA), con algoritmos avanzados que analizan las imágenes de mamografía de forma precisa. Por ejemplo, el estudio llevado a cabo por McKinney et al., tomaron bases de datos de pacientes del Reino Unido y los Estados Unidos en quienes se realizó mamografía como estudio de tamización entre 2001 y 2018 y comparó la interpretación de imágenes generada por IA frente a la lectura de radiólogos británicos y americanos. Se encontró una mayor precisión diagnóstica en la lectura mediante IA, disminuyendo la tasa de falsos positivos y negativos en comparación con la interpretación de los radiólogos. Lo anterior presupone la posibilidad de reducir la carga de trabajo para los médicos radiólogos, priorizando casos de alto riesgo y sin comprometer la detección temprana del cáncer de mama¹⁴.

Por otro lado, el uso de la mamografía 3D, también conocida como tomosíntesis digital mamaria (DBT) ha demostrado superioridad con respecto a la mamografía convencional para la detección de cáncer de mama. El estudio TOSYMA, llevado a cabo en Alemania, aleatorizó mujeres entre los 50 y 69 años a tamización con mamografía de rutina vs DBT más mamografía 2D sintetizada, encontrando mayores tasas de detección de neoplasias mamarias invasivas con el uso de la DBT (detección 48% mayor OR 1,48; 95%CI 1,25-1.75; p<0,001), siendo esta relación más clara en pacientes con mamas densas. No se

encontraron diferencias estadísticamente significativas en la detección de carcinoma ductal in situ ni tasa de llamada a revisión¹⁵.

Finalmente, se han desarrollado técnicas no invasivas de detección. Por ejemplo, el estudio de Benet y cols. estudió los compuestos orgánicos excretados en la orina mediante espectrometría y cromatografía de masa combinado con modelos de aprendizaje de máquinas. La identificación de metabolitos específicos liberados en presencia de cáncer de mama llevó a la creación de *Blue Box*, un lector de orina basado en una nariz electrónica y un sistema de calentamiento que permite detectar los metabolitos que se vuelven volátiles cuando se calienta la muestra. Lo anterior podría convertirse en un mecanismo libre de radiación para la tamización de cáncer de mama, que podría realizarse incluso en el domicilio¹⁶.

Cáncer de cuello uterino

Se ha establecido el uso de algoritmos de IA en imágenes de citología cervicovaginal para el diagnóstico temprano del cáncer de cérvix. Por ejemplo, el estudio llevado a cabo por Wang et al., desarrollaron un sistema de detección de cáncer de cuello uterino basado en dos modelos de *deep-learning*, que detecta en citología cervical la presencia de células anormales y les asigna un grado histológico con una sensibilidad y especificidad altas (0,89 y 0,89 respectivamente). Se encontró además un aumento mayor al 13% en la sensibilidad de detección de lesiones precursoras cuando se incluía la IA en la práctica de los citopatólogos. Lo anterior permitiría mejorar la precisión diagnóstica y disminuir la carga de trabajo de los laboratorios de patología¹⁷. Por otro lado, el grupo de Karamveer publicó el desarrollo de una herramienta en línea, el CarcinoHPVPred, que predice el riesgo de carcinogenicidad por el HPV a partir de información genómica. Se encontró un alto valor predictivo para la diferenciación de cepas de HPV en alto y bajo riesgo, estableciendo así también el potencial carcinogénico de cada cepa de HPV¹⁸.

Cáncer colorrectal

Para la detección temprana del cáncer colorrectal, se ha propuesto recientemente la realización de colonoscopias asistidas por inteligencia artificial. Soleymajhani y cols. Llevaron a cabo una revisión sistemática y metaanálisis de la comparación entre la colonoscopia convencional y la adición de los sistemas computacionales de detección a dicho procedimiento. Se incluyeron 44 ensayos clínicos encontrando una mayor tasa de detección de adenomas (diferencia en tasa de incidencia 0,22 (95%CI 0,16-0,28). La tasa de detección de neoplasia colorrectal avanzada no reveló diferencias significantes con respecto al estándar (0,16 vs 0,15 - 95%CI 1,02 – 1,32). Sin embargo, se reportó importante heterogeneidad entre estudio en cuanto a calidad y tamaño de las biopsias¹⁹.

Por otro lado, el Cologuard, una prueba multiblanco en heces, ha demostrado una mayor sensibilidad para detectar carcinoma colorrectal y adenomas avanzados en comparación con la prueba inmunológica de materia fecal (FIT). Específicamente, Cologuard demostró una sensibilidad del 92,3 % para la detección temprana de cáncer colorrectal y del 42,4 % para los adenomas avanzados, en comparación con el 73,8 % y el 23,8 % para FIT, respectivamente. Sin embargo, la especificidad de Cologuard para carcinoma colorrectal es del 86,6%, en comparación con el 94,9% para FIT²⁰.

Cáncer de pulmón

Se ha discutido el rol de la tomografía computarizada de dosis baja como un mecanismo de detección temprana del cáncer de pulmón, con el potencial de reducir la mortalidad específica de esta neoplasia más de un 20%. El estudio de Huang et al evaluó la adición de sistemas basados en inteligencia artificial a este estándar de cuidado. Las tasas de detección de casos sospechosos de cáncer de pulmón y casos confirmados fueron del 1,06% (n = 108) y del 0,7% (n = 71), respectivamente. Este grupo realizó adicionalmente un análisis de costo efectividad con

una ratio de 0,09 y 0,13 para sospecha de cáncer de pulmón y cáncer confirmado respectivamente, sugiriendo un rol en poblaciones con escaso acceso al sistema de salud²¹. Por otro lado, se ha propuesto el rol de la biopsia líquida en cáncer de pulmón, al tratarse de una técnica no invasiva que permite detección temprana, seguimiento y selección personalizada de terapias. Los principales análisis que componen una biopsia líquida son las células tumorales circulantes, el DNA tumoral circulante. Exosomas, microRNA y células tumorales endoteliales, entre otros²².

Finalmente, se ha propuesto el análisis de voz como un mecanismo de tamización para el cáncer de pulmón, bajo el racional de que aún tras control por estado emocional, ingesta de cafeína, tabaquismo, género, índice de masa corporal, etc. los cambios patológicos en el sistema respiratorio que se dan con la neoplasia pueden conducir a cambios detectables en la producción de la voz que, si bien pueden ser imperceptibles para el oído humano, sí se pueden detectar mediante IA²³.

Cáncer de próstata

En cuanto a las imágenes que pueden detectar cáncer de próstata en estadios iniciales, se encuentra la resonancia multiparamétrica. Un estudio reciente llevado a cabo por Lin y cols. demostró que la integración de IA a la resonancia multiparamétrica mediante un algoritmo de aprendizaje profundo en cascada logra una sensibilidad de detección de lesiones comparable a médicos radiólogos²⁴. El algoritmo identificó el 96% (282 de 294; IC del 95%: 94%, 98%) de todos los participantes con cáncer de próstata, mientras que el radiólogo identificó el 98% (287 de 294; IC del 95%: 96%, 99%; P = .23). El algoritmo identificó el 84% (103 de 122), el 96% (152 de 159), el 96% (47 de 49), el 95% (38 de 40) y el 98% (45 de 46) de los participantes con lesiones ISUP GG 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente. Lo anterior postula la adición de IA como una alternativa para la detección temprana. Finalmente, la resonancia multiparamétrica se ha combinado con ultrasonido transrectal para la toma de biopsias guiadas por imagen²⁵.

Desafíos y barreras

La desigualdad en Colombia también afecta la posibilidad de acceder a las estrategias de tamización para las poblaciones más vulnerables. Un estudio retrospectivo sobre la adherencia a las recomendaciones de tamización para cáncer de mama utilizando bases de datos administrativas, encontró que, pese a que la adherencia a estas recomendaciones se asocia con una mejor supervivencia por cáncer de mama, existe una diferencia geográfica significativa en el cumplimiento de esta estrategia siendo tan baja como 9% en la región Pacífica y Oriental frente a 37% de la región centro o 28% en Bogotá DC²⁶. Esto debería traducirse en que las guías nacionales contengan recomendaciones específicas sobre cómo incorporar las estrategias escogidas en todas las regiones y así garantizar el acceso a regiones que hoy tienen un nivel de adherencia extremadamente bajo. Estas estrategias deben ser multimodales y contemplar la creación de la infraestructura necesaria para la toma y procesamiento de las muestras e incluso políticas públicas de compensación por el tiempo empleado en realizar estos procedimientos para las personas que lo requieran.

Otro punto importante al comparar las guías colombianas para tamización con respecto a las de otros países del mundo, es la edad de inicio de los programas. Para el caso del cáncer colorrectal, por ejemplo, Puentes-Leal et al., publicaron en 2024 un análisis de costo utilidad para el inicio de tamización para cáncer colorrectal a partir de los 45 años desde la perspectiva del sistema de salud de Colombia²⁷. En este estudio encontraron que a pesar de que disminuir la edad de inicio de tamización es una estrategia dominante, estos resultados asumen una cobertura universal para la tamización en estos grupos etarios, algo que en Colombia no se cumple, por lo tanto, se debe aún priorizar a la población de mayor riesgo que aún no logra una cobertura aceptable antes de disminuir la edad lo que generaría un mayor gasto de recursos para un beneficio puede ser menor.

El sobrediagnóstico y sobretratamiento es otro problema que debe abordarse en las guías de tamización. Para el cáncer de próstata, por ejemplo, las estrategias de tamización de base poblacional comparadas con las de oportunidad no han mostrado mejorar la supervivencia relacionada con la enfermedad, pero sí incrementar el número de pruebas positivas y procedimientos derivados de ellos²⁸. Por esto algunos autores han resaltado que específicamente para esta condición en Colombia parecería que las últimas guías nacionales (2013) requieren sólo ajustes menores siendo más importante para nuestro país tratar de superar las barreras culturales, logísticas, administrativas y educativas para tomar una decisión mejor informada sobre el riesgo beneficio de estas pruebas de tamización²⁹.

En cáncer de mama también se pueden encontrar situaciones similares. Aun asumiendo que la tamización para cáncer de mama puede reducir la mortalidad en un 15%, el sobrediagnóstico y sobretratamiento podría ser cercano a un 30%, por cada 2000 mujeres invitadas a participar por 10 años en estos programas solo una evitaría la muerte por cáncer de mama mientras diez de ellas serían diagnosticadas y tratadas posiblemente sin necesidad³⁰. A esto debemos sumar el estrés emocional y ansiedad que producen en las personas los resultados de una prueba anormal de tamización.

Propuestas y oportunidades

Como se ha descrito en secciones previas, las herramientas basadas en inteligencia artificial y machine learning permiten establecer una mayor detección, precisión y tasas de detección de neoplasias tempranas. Se propone la implementación de modelos de IA en mamografías, citologías y colonoscopia para una detección más precisa. Adicionalmente, el uso de biopsias líquidas y otros métodos no invasivos mejora el acceso de poblaciones de riesgo. El incorporar nuevas tecnologías a la detección temprana de neoplasias permitirá ampliar la población blanca y mejorar la detección de neoplasias.

Conclusión

Existen grandes diferencias entre las recomendaciones de tamización propuestas por guías gubernamentales y de sociedades/grupos de trabajo científicos, así como entre los diferentes países alrededor del mundo. Los puntos con mayor discordancia son la edad de inicio de tamización y el tipo de prueba a realizar para cada país. Existe muy poca información en las guías sobre aspectos logísticos, económicos y operativos para garantizar que se cumplan los objetivos trazados en la estrategia de tamización. El desarrollo de pruebas menos invasivas, con mayor precisión diagnóstica y empleando herramientas como la inteligencia artificial seguramente cambiarán las recomendaciones actuales de las guías, que, a pesar del tiempo, siguen siendo en su gran mayoría válidas.

Financiamiento

Esta investigación no recibió ninguna subvención específica de agencias de financiamiento de los sectores público, comercial o sin fines de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Contribución de autoría

Los autores certifican haber contribuido de igual manera en la concepción y diseño de la revisión, la búsqueda y análisis de la literatura científica, así como en la redacción del manuscrito, haciéndose responsables de su contenido.

Referencias

1. Crosby D, Bhatia S, Brindle KM, Coussens LM, Dive C, Emberton M, et al. Early detection of cancer. *Science* [Internet]. 2022 Mar 18 [cited 2025 Mar 3];375(6586): eaay9040. Available from: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aay9040>
2. Welch HG, Bergmark R. Cancer Screening, Incidental Detection, and Overdiagnosis. *Clin Chem*. 2024 Jan 4; 70(1):179–89.
3. Harris RP, Helfand M, Woolf SH, Lohr KN, Mulrow CD, Teutsch SM, et al. Current methods of the US Preventive Services Task Force: a review of the process. *Am J Prev Med*. 2001 Apr;20(3 Suppl):21–35.
4. Croskerry P. Clinical Decision Making. In: Barach PR, Jacobs JP, Lipshultz SE, Laussen PC, editors. *Pediatric*

- and Congenital Cardiac Care [Internet]. London: Springer London; 2015 [cited 2025 Mar 3]. p. 397–409. Available from: https://link.springer.com/10.1007/978-1-4471-6566-8_33
5. Wilson JMG, Jungner G, Organization WH. Principios y métodos del examen colectivo para identificar enfermedades [Internet]. Organización Mundial de la Salud; 1969 [cited 2025 Mar 3]. Available from: <https://iris.who.int/handle/10665/41505>
 6. Wender RC, Brawley OW, Fedewa SA, Gansler T, Smith RA. A blueprint for cancer screening and early detection: Advancing screening's contribution to cancer control. *CA Cancer J Clin*. 2019 Jan;69(1):50–79.
 7. Bretthauer M, Kalager M. Principles, effectiveness and caveats in screening for cancer. *Br J Surg* [Internet]. 2013 Jan 1 [cited 2025 Mar 3];100(1):55–65. Available from: <https://doi.org/10.1002/bjs.8995>
 8. Rintala S, Dahlstrom KR, Franco EL, Louvanto K. A synthesis of evidence for cancer-specific screening interventions: A *Preventive Medicine* Golden Jubilee Review. *Prev Med* [Internet]. 2023 Feb 1 [cited 2025 Mar 3];167:107395. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0091743522004601>
 9. Fitzgerald RC, Antoniou AC, Fruk L, Rosenfeld N. The future of early cancer detection. *Nat Med*. 2022 Apr;28(4):666–77.
 10. Pashayan N, Pharoah PDP. The challenge of early detection in cancer. *Science*. 2020 May 8;368(6491):589–90.
 11. Welch HG, Kramer BS, Black WC. Epidemiologic Signatures in Cancer. *N Engl J Med* [Internet]. 2019 Oct 3 [cited 2025 Mar 3];381(14):1378–86. Available from: <http://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMSr1905447>
 12. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Syst Rev* [Internet]. 2016 Dec [cited 2025 Mar 3];5(1):210. Available from: <http://systematicreviewsjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13643-016-0384-4>
 13. Philpotts LE, Grewal JK, Horvath LJ, Giwerc MY, Staib L, Etesami M. Breast Cancers Detected during a Decade of Screening with Digital Breast Tomosynthesis: Comparison with Digital Mammography. *Radiology*. 2024 Sep;312(3):e232841.
 14. McKinney SM, Sieniek M, Godbole V, Godwin J, Antropova N, Ashrafiyan H, et al. International evaluation of an AI system for breast cancer screening. *Nature* [Internet]. 2020 Jan 2 [cited 2025 Mar 3];577(7788):89–94. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41586-019-1799-6>
 15. Heindel W, Weigel S, Gerß J, Hense HW, Sommer A, Krischke M, et al. Digital breast tomosynthesis plus synthesised mammography versus digital screening mammography for the detection of invasive breast cancer (TOSYMA): a multicentre, open-label, randomised, controlled, superiority trial. *Lancet Oncol* [Internet]. 2022 May [cited 2025 Mar 3];23(5):601–11. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1470204522001942>
 16. Giró Benet J, Seo M, Khine M, Gumà Padró J, Pardo Martnez A, Kurdahi F. Breast cancer detection by analyzing the volatile organic compound (VOC) signature in human urine. *Sci Rep* [Internet]. 2022 Sep 1 [cited 2025 Mar 3];12(1):14873. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-17795-8>
 17. Wang J, Yu Y, Tan Y, Wan H, Zheng N, He Z, et al. Artificial intelligence enables precision diagnosis of cervical cytology grades and cervical cancer. *Nat Commun*. 2024 May 22;15(1):4369.
 18. Karamveer K, Tiwary BK. CarcinoHPVPred: An ensemble of machine learning models for HPV carcinogenicity prediction using genomic data. *Carcinogenesis* [Internet]. 2022 Sep 28 [cited 2025 Mar 3];bgac079. Available from: <https://academic.oup.com/carcin/advance-article/doi/10.1093/carcin/bgac079/6726463>
 19. Soleymanjahi S, Huebner J, Elmansy L, Rajashekar N, Lüdtke N, Paracha R, et al. Artificial Intelligence–Assisted Colonoscopy for Polyp Detection: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ann Intern Med* [Internet]. 2024 Dec [cited 2025 Mar 3];177(12):1652–63. Available from: <https://www.acpjournals.org/doi/10.7326/ANNALS-24-00981>
 20. Burke CA, Lieberman D, Feuerstein JD. AGA Clinical Practice Update on Approach to the Use of Noninvasive Colorectal Cancer Screening Options: Commentary. *Gastroenterology* [Internet]. 2022 Mar [cited 2025 Mar 3];162(3):952–6. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S001650852103732X>
 21. Huang F, Lin X, Hong Y, Li Y, Li Y, Chen WT, et al. The feasibility and cost-effectiveness of implementing mobile low-dose computed tomography with an AI-based diagnostic system in underserved populations. *BMC Cancer* [Internet]. 2025 Feb 25 [cited 2025 Mar 3];25(1):345. Available from: <https://bmccancer.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12885-025-13710-2>
 22. Li W, Liu JB, Hou LK, Yu F, Zhang J, Wu W, et al. Liquid biopsy in lung cancer: significance in diagnostics, prediction, and treatment monitoring. *Mol Cancer* [Internet]. 2022 Dec [cited 2025 Mar 3];21(1):25. Available from: <https://molecular-cancer.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12943-022-01505-z>
 23. Ankişhan H, Ulucanlar H, Aktürk İ, Alphan Kavak K, Bağcı U, Mustafa Yenigün B. Early stage lung cancer detection from speech sounds in natural environments. *Biomed Signal Process Control* [Internet]. 2024 Oct [cited 2025 Mar 3];96:106628. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1746809424006864>
 24. Lin Y, Yilmaz EC, Belue MJ, Harmon SA, Tetreault J, Phelps TE, et al. Evaluation of a Cascaded Deep Learning–based Algorithm for Prostate Lesion Detection at Biparametric MRI. *Radiology* [Internet]. 2024 May 1 [cited 2025 Mar 3];311(2):e230750. Available from: <http://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.230750>
 25. Tyson MD, Arora SS, Scarpato KR, Barocas D. Magnetic resonance-ultrasound fusion prostate biopsy in the diagnosis of prostate cancer. *Urol Oncol*. 2016 Jul;34(7):326–32.
 26. Buitrago G, Eslava Schmalbach JH, Junca EG, Gamboa Garay O, Saldaña Espinel LE, Guevara Cruz OA, et al. Adherencia a las recomendaciones de tamizaje con mamografía y su asociación con la supervivencia en mujeres tratadas por cáncer de mama en Colombia | Revista Colombiana de Hematología y Oncología

- [Internet]. [cited 2025 Mar 3]. Available from: <https://revista.acho.info/index.php/acho/article/view/650>
27. Leal GAP, Rodríguez MP, Torres EP. Cost-Utility Analysis of Colorectal Cancer Screening Starting at Age 45 Compared to Age 50 in Colombia. *Rev Colomb Gastroenterol* [Internet]. 2024 Dec 23 [cited 2025 Mar 3];39(4):386–99. Available from: <https://revistagastrocol.com/index.php/rcg/article/view/1241>
 28. Martin RM, Donovan JL, Turner EL, Metcalfe C, Young GJ, Walsh EI, et al. Effect of a Low-Intensity PSA-Based Screening Intervention on Prostate Cancer Mortality: The CAP Randomized Clinical Trial. *JAMA* [Internet]. 2018 Mar 6 [cited 2025 Mar 3];319(9):883. Available from: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2673968>
 29. Murillo RH. Tamización del cáncer de próstata en Colombia: ¿Es posible superar la controversia? *Urol Colomb* [Internet]. 2022 Mar [cited 2025 Mar 3];31(1):3–5. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2027-01192022000100003
 30. Gøtzsche PC, Jørgensen KJ. Screening for breast cancer with mammography. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013 Jun 4;2013(6):CD001877.
 31. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Esp. Cardiol*. 2021 Sep; 74(9):790–9. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300893221002748>.