

Criterios, métodos y guías de análisis y evaluación para el control de calidad de la imagen y lectura de la mamografía: una revisión meta-narrativa

Criteria, methods and analysis guidelines and evaluation for the quality control of mammogram imaging and reading: A meta-narrative review

Karol J. García-Luna^{1*}, Julián D. Ocampo-Ramírez¹, M. del Pilar Pardo-Bustamante¹, Carlos A. Ruiz-Villa^{1,2} y Andrés P. Castaño-Vélez¹

¹Centro de Innovación, Investigación, Desarrollo y Transferencia de Tecnología C²DT², Universidad de Caldas; ²Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Departamento de Informática y Computación. Manizales, Colombia

RESUMEN

Objetivo: Identificar y recopilar las guías, métodos y criterios de análisis y evaluación para el control de calidad de la imagen y lectura de la mamografía a nivel mundial, regional y local.

Métodos: Se realizó una revisión meta-narrativa, teniendo en cuenta el enfoque pragmático sobre servicios de atención en salud. Se incluyeron artículos científicos que incorporaban el análisis y la evaluación de calidad de la imagen e interpretación clínica en mamografía. Se estableció un sistema de clasificación por categorías y variables que permitió confrontar los documentos de mayor impacto. **Resultados clave:** A nivel mundial se han adaptado guías y protocolos de control de calidad de acuerdo a los estándares de la guía europea y la guía americana. Se recomienda establecer una guía que incluya los siguientes criterios: capacitación al personal, evaluación de la tecnología, visualización de áreas anatómicas, técnica de adquisición y posición de la mama, nivel de dosis y exposición de la paciente y calidad del reporte.

Conclusión: Aun cuando existen guías estandarizadas internacionalmente para la evaluación de calidad, se sugiere que cada país o región cuente con una guía adaptada a sus necesidades, en donde se incluyan los criterios de mayor significancia establecidos en la presente revisión.

Palabras clave: Mamografía. Garantía de la Calidad de Atención de Salud. Control de calidad. Diagnóstico por imagen. Estándares de referencia.

Correspondencia:

*Karol J. García-Luna

E-mail: ci2dt2@ucaldas.edu.co

Recibido: 24-04-2019

Aceptado: 23-05-2019

DOI: 10.24875/ARM.19000125

1665-2118/©2019 Sociedad Mexicana de Radiología e Imagen, AC. Publicado por Permanyer México SA de CV. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

ABSTRACT

Objective: To identify and collect the guidelines, methods and analysis and evaluation criteria for the control of mammogram imaging and reading at the worldwide, regional and local levels. **Methods:** A meta-narrative review was carried out, taking into account the pragmatic approach to health care services. We included scientific articles that incorporated the analysis and evaluation of image quality and clinical interpretation in mammography. It is a system of classification by categories and variables that face the documents with the greatest impact. **Key results:** Guidelines and quality control protocols have been adapted worldwide according to the standards of the European and American guidelines. It is recommended to establish a guideline that includes the following criteria: personal training, technology evaluation, visualization of anatomical areas, acquisition techniques and breast positioning, dose level and patient exposition and report quality. **Conclusion:** Even though there are internationally standardized guidelines for the quality evaluation, it is suggested that each country or region have guidelines adapted to their needs and which include higher significance criteria established in this revision.

Key words: Mammography. Quality assurance/methods. Quality control. Diagnostic imaging. Reference standards.

INTRODUCCIÓN

El cáncer de mama constituye la segunda causa de muerte por cáncer a nivel mundial, y se perfila como el tipo de cáncer más frecuente en las mujeres tanto en los países más desarrollados como en los menos desarrollados. En 2012 representó el 25% de todos los cánceres¹. En América Latina y el Caribe, el cáncer de mama se ha convertido en un problema creciente de salud y constituye para esta región el principal cáncer en la mujer tanto en número de casos nuevos como en número de muertes². En Colombia, en el año 2012, 2,865 mujeres murieron por cáncer de mama, cifra que aumentó en el año 2016, en que se reportaron 3,013 muertes de mujeres por esta misma causa³.

Se ha establecido que la mamografía es el método de detección más utilizado en los programas de promoción y prevención del cáncer de

mama, y se considera una herramienta de tamización para la detección temprana de la enfermedad, dada su efectividad en la búsqueda de áreas con alta probabilidad de presentar calcificaciones o quistes⁴. Este procedimiento cuenta con un papel esencial en el diagnóstico de las patologías mamarias, así como en la detección precoz del cáncer de mama, lo que permite una reducción de la mortalidad asociada a esta enfermedad⁵. Sin embargo, es una de las exploraciones radiológicas más exigentes, dada la alta resolución, contraste y rango dinámico que requiere. Desde su implementación, ha tenido objeciones dado los factores de riesgo que implica su realización, como la irradiación a las mujeres sanas, así como falsos positivos o falsos negativos en el momento de su interpretación⁴.

En el informe *Garantía de calidad de los servicios de amografía: normas básicas para América Latina*

y el Caribe de la Organización Mundial de la Salud² se plantea que la prestación de servicios de mamografía debe efectuarse estratégicamente, satisfaciendo la necesidad de cada país conforme la disponibilidad de los recursos económicos, tecnológicos y sanitarios necesarios. Así mismo, concluyen que la equidad es fundamental y, por ende, todas las mujeres deben contar con acceso tanto a los servicios de mamografía como a los de diagnóstico por imagen y de patología. Por esta razón, la aplicación de las normas y programas de calidad debe ser uniforme en todas las ubicaciones geográficas y niveles socioeconómicos, y abarcar servicios de salud públicos y privados.

En investigaciones previas se ha demostrado que la calidad de la mamografía está directamente relacionada con la capacidad para detectar una anormalidad⁶, a su vez, se ha planteado que las imágenes de baja calidad, además de dificultar la interpretación, incrementan el número de exámenes adicionales como ultrasonido y biopsias, lo que crea ansiedad innecesaria en las pacientes y disminuye el valor de la mamografía como prueba de cribado⁷. De esta manera, diferentes autores establecieron que la mamografía sin un control de calidad adecuado disminuye la sensibilidad a un 66%, y una mamografía adecuadamente controlada alcanza una sensibilidad de hasta el 85-90% y una especificidad del 81,8%⁸.

Reconociendo la importancia de establecer un control de calidad sobre el servicio de mamografía que permita garantizar un diagnóstico acertado y seguro para las pacientes, se han planteado alrededor del mundo diferentes estrategias para abordar la problemática, y se

evidencia el diseño e implementación de métodos y guías de evaluación en las que se incluyen criterios que permiten validar la calidad del servicio. Ante la diversidad existente, se hace necesario identificar en los documentos científicos los criterios, métodos y guías de análisis y evaluación clínica, tecnológica y económica implementados a nivel mundial, regional y local, de los cuales se pueda establecer un protocolo síntesis con los criterios más significativos y representativos para la realización de un adecuado control de calidad de imagen y lectura mamográfica aplicable en cualquier unidad de mamografía.

MÉTODOS

Se plantea una revisión meta-narrativa, teniendo en cuenta el enfoque pragmático sobre servicios de atención en salud. Para la estructuración del documento se utilizó como guía la investigación desarrollada dentro del proyecto Síntesis Realista y Meta-Narrativa de Evidencia: Evolución de Estándares, en el cual se determinaron los estándares preliminares de publicación para revisiones meta-narrativas⁹.

Recolección de datos

Se realizó una búsqueda de literatura en las fuentes documentales PubMed, Sciente Direct, Embase y Scielo, para estudios que incorporan el análisis y la evaluación de calidad de la imagen e interpretación clínica en mamografía desde 2008 (año de publicación). Como estrategia de búsqueda se tuvo en cuenta los criterios, guías y métodos estandarizados de mayor uso a nivel mundial, regional y local, clasificación geográfica que asocia

los términos como: 1) mundial: investigaciones cuyos datos se hayan obtenido en el resto del mundo; 2) regional: investigaciones cuya recolección de datos se haya realizado en países de América Latina y el Caribe; y 3) local: investigaciones desarrolladas en Colombia. Para la búsqueda bibliográfica se utilizó una combinación de palabras clave, entre las que se incluye: *mammography, quality assurance/methods, screening, image quality, quality assurance, breast imaging, standards*.

Análisis de datos

En la primera fase, se realizó la búsqueda de documentos científicos en las fuentes documentales utilizando combinaciones de las palabras clave establecidas para esta revisión, únicamente se incluyeron artículos originales publicados en inglés o español, que en su estructura general (título, resumen y palabras clave) se relacionaran con el tema a estudiar. Después de seleccionar y priorizar los documentos científicos más relevantes y acordes a la presente revisión y como resultado de la primera fase, la junta médica de la investigación, integrada por médicos generales, ginecólogos y una mastóloga, seleccionó cuatro categorías, en las que se incluyen los componentes clínico, tecnológico, económico y un anexo de guías y protocolos. En cada categoría se designaron diferentes variables que permitían evidenciar los criterios de interés para la evaluación de calidad del servicio de mamografía (imagen y lectura clínica). Así las cosas, se hizo un análisis de los documentos para su clasificación, según las categorías y variables definidas en la Tabla 1.

TABLA 1. Definición de las categorías y variables para la clasificación documental

Categoría	Variable
Clínico	Posicionamiento de la mama
	Capacitación del personal
	Personal adecuado
	Calidad del reporte diagnóstico
	Utilización del BI-RADS
	Visualización de áreas anatómicas (músculo pectoral, ángulo inframamario, línea posterior al pezón, otras áreas de importancia)
Tecnológico	Evaluación de la tecnología
	Tecnovigilancia
	Mamógrafo digital
	Mamógrafo analógico
	Procesamiento de la imagen mamográfica
	Dosimetría
	Calidad de la imagen (ruido, artefactos, nitidez, contraste)
	Infraestructura del servicio
	Seguridad del paciente
	Sistema exposición
Económico	Costo del servicio
	Tiempos de espera
	Costo de equipamiento
Guías Protocolos	Guía europea
	Guía ACR
	Otras guías
	No referencia guías
	Normas nacionales
	Subjetividad del test de calidad

ACR: American College of Radiology; BI-RADS: Breast Imaging Report and Database System

En la segunda fase, se identificaron los documentos con referencias al uso de guías estandarizadas a nivel nacional o internacional, así como experiencias en la implementación de programas de control de calidad en unidades del servicio de mamografía. Se excluyeron

para el análisis aquellos documentos que no referenciaban el uso de alguna guía estandarizada nacional o internacionalmente, o que discutían el uso de técnicas mamográficas sin demostrar algún impacto sobre la calidad de la imagen y su relación con alguna guía de evaluación. Así mismo, se tuvieron en cuenta los documentos con recomendaciones de los autores que generaron mayor discusión dentro de la temática expuesta en la revisión.

Finalmente, en la tercera fase se establecieron los métodos, guías y criterios existentes, así como su importancia y limitaciones al momento de su implementación en las diferentes unidades del servicio de mamografía. Se dio importancia a los artículos analizados según la relevancia del estudio con respecto al propósito planteado en la revisión, y se clasificaron en similares y controversiales. Por otro lado, se generó una clasificación geográfica de las guías referenciadas en la documentación encontrada, lo que permitió sintetizar las herramientas para el control de calidad existentes por localidad.

RESULTADOS

A partir de la búsqueda bibliográfica realizada para estudios que incorporan el análisis y la evaluación de la calidad de la imagen e interpretación clínica en la mamografía desde el 2008, se seleccionaron un total de 57 documentos para revisión. Se encontró que las revistas científicas *Radiography*, *European Journal of Radiology* y *Medical Physics* registran mayores publicaciones en la temática expuesta en esta revisión.

Teniendo en cuenta la estrategia de búsqueda y su clasificación geográfica, se encontró que

en América, países como Canadá¹⁰⁻¹², Estados Unidos¹³⁻¹⁵, Brasil¹⁶⁻¹⁹ y México^{20,21} han desarrollado mayor cantidad de investigaciones orientadas a mejorar la calidad del servicio de mamografía, debido a la alta incidencia del cáncer de mama en la mujer. En Europa, Asia y Oceanía, se destacan Australia²²⁻²⁴, Reino Unido²⁵⁻²⁷, Serbia^{28,29} y Corea^{30,31} como países donde gran parte de las investigaciones están relacionadas con la evaluación de la calidad de la mamografía. Debe tenerse en cuenta que algunos países como Taiwán³², Kuwait³³, entre otros, han percibido la necesidad del estudio y lo han implementado en su localidad. Posterior a la selección de los documentos, estos fueron clasificados por categorías y variables, como se muestra en la Tabla 2.

El 56% de los documentos seleccionados fueron analizados, y se identificaron algunos documentos que, más que un aporte al estudio, terminaban siendo una revisión de los criterios implementados en las diferentes guías.

A partir del análisis realizado se identificaron dos guías existentes a nivel internacional, a saber, la guía europea, *European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis*³⁴, y la guía americana, *American College of Radiology*³⁵, las cuales sirven de referencia para el desarrollo de nuevas guías según las necesidades y disponibilidad de recursos con los que cuentan las instituciones en los diferentes países.

En la Tabla 3 se ilustra la clasificación geográfica de las guías referenciadas en la literatura encontrada y que fueron herramienta de evaluación en los diferentes estudios, así mismo,

TABLA 2. Clasificación documental por categorías y variables

Categoría	Variable	Documentos
Clínico	Posicionamiento de la mama	(6,10,36,40)
	Capacitación del personal	(6,7,16,20,29,32,36,40)
	Personal adecuado	(6,7,16,29,32,36,40)
	Calidad del reporte diagnóstico	(15,16,25,40)
	Utilización del BI-RADS	(16,25)
	Visualización de áreas anatómicas (músculo pectoral, ángulo inframamario, línea posterior al pezón, otras áreas de importancia)	(23,33,41)
Tecnológico	Evaluación de la tecnología	(6,7,14,19,24,27,29,32,36,40)
	Tecnovigilancia	(6,20,36)
	Mamógrafo digital	(6,14,20,23,25,32,38)
	Mamógrafo analógico	(6,7,10,28–30,32,33,39)
	Procesamiento de la imagen mamográfica	(15,17,19,29,32)
	Dosimetría	(7,10,19–22,29,30,37,39)
	Calidad de la imagen (ruido, artefactos, nitidez, contraste)	(10,14,15,17,19,20,22,28,29,37–39)
	Infraestructura del servicio	(6,7,36)
	Seguridad del paciente	(7,10,15,29,30)
	Sistema exposición	(10,15,30,32)
Económico	Costo del servicio	(25,31)
	Tiempos de espera	(12)
	Costo de equipamiento	0
Guías Protocolos	Guía europea	(6,14,15,19,22,23,29,39,40)
	Guía ACR	(6,14,15,19,22,23,29,39,40)
	Otras guías	(7,13,14,19,28,29,32,33,40,41)
	No referencia guías	(16,21,24,25,27,37)
	Normas nacionales	(7,25,32)
	Subjetividad del test de calidad	(15,28,33,36,38,39,41)

BI-RADS: *Breast Imaging Report and Database System*.

los autores relacionan el uso de guías, protocolos y criterios de evaluación de uso nacional que han sido adaptados de las guías base existentes^{20,30,36}. Otros estudios utilizan normas y estatutos como herramienta de control de calidad para el servicio de mamografía, además de las guías ya mencionadas en esta revisión^{7,20}.

La efectividad de la mamografía como método de tamización está directamente relacionada con la calidad y presentación del equipo y los procedimientos³⁶. Esto es crucial para alcanzar el éxito de un programa de tamización, lo que justifica la importancia de invertir esfuerzos en estrategias que garanticen la calidad del servicio, desde un aspecto clínico,

TABLA 3. Clasificación geográfica de las guías, métodos y criterios

Clasificación Geográfica	Guías para control de calidad en mamografía
Mundial	Guía europea: <i>European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis</i> , European Commission, 4.ª edición, 2013
	<i>European protocol for the physical and technical aspects of mammography screening</i> , European Commission, 2005
	Guía americana: <i>ACR – AAPM – SIIM, Practice guideline for determinants of image quality in Digital mammography</i> , 2013
	Guía canadiense: <i>Practice guidelines and technical standards for breast imaging and intervention</i> , Canadian Association of Radiologists, CAR, 2016
	Guía australiana: <i>Guidelines for quality control testing for digital (CR DR) mammography</i> , The Royal Australian and New Zealand College of Radiologist, 2012
	<i>National Accreditation Standards: Quality improvement program, Breast Screen Australia</i> , BAS, 2008
	<i>NHS Breast Screening Programme, Guidance for breast screening mammographers</i> , Public Health England, 2017
Regional	<i>Protocolo español de control de calidad de radiodiagnóstico</i> , Sociedad Española de Protección Radiológica, 2012
	<i>Garantía de calidad de los servicios de mamografía: Normas básicas para América Latina y el Caribe</i> , Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud, 2016
Local	Control de calidad en mamografía, Organismo Internacional de Energía Atómica IAEA (International Atomic Energy Agency), América Latina, 2006
	<i>Control de calidad en mamografía analógica</i> , Ministerio de Salud y Protección Social, 2013

tecnológico y económico. Los criterios que generaron mayor discusión en los diferentes estudios y, por ende, los más representativos al momento de evaluar la calidad del servicio fueron: capacitación al personal, evaluación de la tecnología, visualización de áreas anatómicas desde las diferentes proyecciones de la imagen clínica, técnica de adquisición y posición de la mama, nivel de dosis y exposición de la paciente y calidad del reporte.

En cuanto a la visualización de áreas anatómicas, como lo son el músculo pectoral, la línea posterior del pezón, la línea media del pezón y el ángulo inframamario, diferentes autores han expresado la importancia de su inclusión en un test de control de calidad, entendiendo que la presentación del músculo pectoral es uno de los factores más determinantes en la adecuada posición para una mamografía, aun cuando este puede ser interpretado subjetivamente³³. Por otro lado, se determinó que el

análisis de calidad de imagen debe estar enfocado en la inclusión y visualización de todo el tejido mamario²³, aunado a ello, se demostró que la línea posterior del pezón es uno de los indicadores más significativos de la calidad de imagen²⁴. Sin embargo, algunos autores argumentan que, los indicadores como la visualización del músculo pectoral, entre otras áreas anatómicas, son inalcanzables, dado que estas características varían en la mujer, ya sea por un músculo pectoral poco desarrollado, la presencia de un esternón prominente, así como los diferentes niveles de movilidad mamaria presentes en la misma¹².

La dosis se ha establecido como uno de los principales indicadores del rendimiento de la mamografía, teniendo en cuenta que existe una correlación entre el porcentaje de dosis y el nivel de la calidad de la imagen clínica^{28,37}, así, a altas dosis no se obtienen buenas imágenes y a bajas dosis se limita la detección de

detalles clínicamente relevantes²⁸. Por otro lado, se argumenta que la dosimetría como criterio para establecer la calidad de la imagen mamográfica es la clave para la efectividad en la evaluación del servicio²⁹, idea que es apoyada en otros estudios, en los cuales, además de percibir la importancia de otorgar una dosis adecuada para la adquisición de imágenes de calidad, también señalan la importancia de la seguridad de la paciente, y exigen mayor control sobre los niveles de exposición, que es un factor de riesgo para la salud^{38,39}. De manera análoga, se plantea la posición mamaria como un ítem que tiene gran relevancia al momento de evaluar la calidad de la imagen, a tal punto de tener un impacto sobre la sensibilidad de la mamografía^{10,36}. De la misma manera, hay estudios que concluyen que la posición, además de ser un indicador de la calidad, es un criterio objetivo, aun cuando representa el más grande desafío en la mamografía¹².

Otro criterio importante, demostrado para los diferentes autores en la literatura analizada, es la capacitación o entrenamiento al personal del servicio de mamografía, dado que según las experiencias, el personal encargado de los procedimientos concernientes al servicio es inadecuado o no se encuentra suficientemente capacitado para las diferentes actividades^{6,7,40}. Así mismo, el personal requiere de un entrenamiento y un seguimiento permanente para garantizar la calidad del servicio, sin embargo, este criterio no se incorpora en los test para el control de calidad⁴¹. La carencia de médicos radiólogos certificados en mamografía, así como la falta de un físico radiólogo disponible en algunas unidades de servicio, ha generado gran interés por parte de los centros regulatorios de salud y el sector académico a fin de promover la

especialización del personal en el área, sobre todo en países de medianos y bajos ingresos²¹.

Se ha concluido, entre otras cosas, que la baja calidad del servicio está relacionada con la lectura e interpretación de la mamografía³⁶, teniendo en cuenta que según los resultados obtenidos, los reportes que son otorgados a las pacientes requieren de mayor detalle sobre el examen realizado y el etiquetamiento del mismo, esto debido a la presencia de errores en la identificación de las pacientes, nombre u otros datos de importancia que pueden alterar la entrega adecuada de los resultados y, por ende, aumentar el estrés de las pacientes, causar falsos positivos, entre otros inconvenientes⁴⁰.

En otros estudios se identificaron grandes vacíos al momento de evaluar la tecnología, criterio relacionado con el estado del equipamiento, la periodicidad del mantenimiento y la calibración del equipo, la infraestructura y la estructuración del servicio. Esto se justificó por algunos autores por la falta de recursos, así como falta de personal para su realización^{6,7,20,36}.

DISCUSIÓN

La implementación de programas de control de calidad a partir del uso de guías y protocolos establecidos internacionalmente ha generado resultados positivos sobre la calidad del servicio de mamografía y sirve como referencia para los países donde esta medida no se ha implementado³². Sin embargo, diferentes estudios, aun cuando resaltan la importancia del proceso, han identificado algunas fallas en los test de evaluación relacionados con la subjetividad y la ambigüedad de algunos criterios establecidos como

indicadores de calidad^{36,40}, así como por la dificultad de evaluar algunos otros, en donde se considera el contraste, la nitidez y el ruido, siendo indicadores difíciles de cuantificar³⁷.

Se ha establecido la necesidad de aumentar los estándares de calidad definidos en las guías internacionales como la guía europea³⁴ y la guía americana³⁵, ya que estas son poco estrictas al momento de validar los resultados tras una evaluación al servicio^{30,42}. Por otro lado, otros autores identificaron que la guía inglesa, en la cual se utiliza el método PGMI (*Perfect, Good, Moderate, Inadequate*), para evaluación de calidad, tiene criterios inalcanzables, además, establece que se manejan criterios demasiado antiguos que no están acorde con la actualización tecnológica²³. De manera similar, se ha concluido que los criterios definidos en el PGMI son muy ambiguos y, por ende, deben ser estandarizados⁴¹. Aunado a ello, se establece que la utilización de las palabras «adecuado», «apropiado» y «cantidad general» para la evaluación genera disociación y conlleva a que los criterios sean evaluados de forma subjetiva, lo que da ambigüedad al test^{22,43}. De esta manera, se plantea que los criterios, así como el método de evaluación, deben ser medibles, para poder ser estandarizados sin dar pie a la subjetividad.

Dentro de la categoría económica, algunos estudios evaluaron el costo del servicio de mamografía sin efectuar un análisis económico que permita evidenciar la importancia de este aspecto dentro de un programa de control de calidad^{13,15,44}, mientras que otros argumentaron que el costo y el tiempo que implica la implementación de un programa de control de calidad en el servicio de mamografía conlleva a que este no se lleve a cabo en las diferentes instituciones de salud³⁷. Así las cosas,

encontramos que el componente económico más allá de promover interés por la prestación de un servicio de calidad, es visto como un limitante al momento de implementar un programa de control de calidad.

LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES

Se debe aclarar que existen algunas limitaciones en el estudio relacionadas con la selección de las variables a evaluar en los estudios encontrados y la exclusión de algunos ítems de interés para otros autores al momento de la discusión.

En la revisión documental realizada, los autores no incluyen el análisis económico de la evaluación de la calidad. Este componente tampoco se menciona en las guías para evaluación de calidad, lo cual puede ser un tema a trabajar en el futuro dado el impacto económico que podría generar sobre las instituciones de salud.

Se sugiere que cada país del mundo cuente con una guía de evaluación de calidad con criterios y métodos de evaluación medibles y adaptados a sus necesidades, que sirva como herramienta para la implementación de un programa de control de calidad de imagen e interpretación clínica en la mamografía desde un enfoque clínico, epidemiológico, tecnológico y económico. La presente revisión puede ser de utilidad para futuros estudios relacionados con la temática o de soporte para futuras revisiones.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

FINANCIAMIENTO

La investigación desarrollada fue financiada por el Sistema General de Regalías fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación, dentro del proyecto Implementación del programa para el diagnóstico y control de enfermedades crónicas no transmisibles y cáncer de cérvix y mama, con el apoyo de las TIC en el Departamento de Caldas.

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Globocan. Breast Cancer Estimated Incidence, Mortality and Prevalence Worldwide in 2012 [Internet]. Consultado 26/09/2017. Disponible en: <http://globocan.iarc.fr/old/FactSheets/cancers/breast-new.asp#INCIDENCE>.
2. Barr H, Blanco S, Fleitas I, Jimenez P, Swann P, Pastel M, Mysler G. Garantía De Calidad De Los Servicios De Mamografía: Normas Básicas Para América Latina Y El Caribe [Internet]. 2016. p. 60. Disponible en: <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/31293/9789275319260-spa.pdf?sequence=7&isAllowed=y>.
3. DANE. Índice de mortalidad por cancer de mama [Internet]. 20 de marzo 2017. 2017. Disponible en: <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/nacimientos-y-defunciones/defunciones-no-fetales/defunciones-no-fetales-2016>.
4. Chevalier M, Torres R. Mamografía digital. 2010;11(1):11-26.
5. Ministerio de la Protección Social. Guía de práctica clínica (GPC) para la detección temprana, seguimiento y rehabilitación del cáncer de próstata. 2013.
6. Maria S, Souza PDE, Silva TB, Hidemi A, Watanabe U, Syrjänen K. Implementation of a Clinical Quality Control Program in a Mammography Screening Service of Brazil. *Anticancer Res*. 2014;34:5057-65.
7. Martínez H, Wiesner C, Arcinieras M, Poveda C, Puerto D, Ardila I, et al. La calidad de la mamografía en Colombia: análisis de un estudio piloto. *An Radiol México*. 2013;3(3):164-74.
8. Uchida DM. Screening mammography and the chilean reality [Internet]. Vol. 14, *Revista Chilena de Radiología*. 2008 [cited 2018 Aug 28]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchradiol/v14n3/art05.pdf>.
9. Wong G, Greenhalgh T, Westhorp G, Buckingham J, Pawson R. RAMESES publication standards: Meta-narrative reviews. *J Adv Nurs*. 2013; 69(5):987-1004.
10. Théberge I, Guertin MH, Vandal N, Daigle JM, Dufresne MP, Wadden N, et al. Clinical Image Quality and Sensitivity in an Organized Mammography Screening Program. *Can Assoc Radiol J*. 2018;69(1):16-23.
11. Government of Canada HCHE and CSBSEPRPBRS and HAD. Canadian Mammography Quality Guidelines. 2002. Disponible en: <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/radiation/02hecs-sesc267/index-eng.php#a32>.
12. Guertin MH, Théberge I, Dufresne MP, Zomahoun HTV, Major D, Tremblay R, et al. Clinical image quality in daily practice of breast cancer mammography screening. *Can Assoc Radiol J*. 2014;65(3):199-206.
13. Donoghue CO, Eklund M, Ozanne EM, Esserman LJ, O'Donoghue C, Eklund M, et al. Aggregate cost of mammography screening in the United States: comparison of current practice and advocated guidelines. *Ann Intern Med* [Internet]. 2014;160(3):145-54. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24658691>.
14. O'Connell A, Conover DL, Zhang Y, Seifert P, Logan-Young W, Lin CFL, et al. Cone-beam CT for breast imaging: Radiation dose, breast coverage, and image quality. *Am J Roentgenol*. 2010;195(2):496-509.
15. Chubak J, Boudreau DM, Fishman PA, Elmore JG. Cost of breast-related care in the year following false positive screening mammograms. *Med Care*. 2010;48(9):815-20.
16. Koch H, Castro MVK. Qualidade da interpretação do diagnóstico mamográfico. *Radiol Bras* [Internet]. 2010;43(2):97-101. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-39842010000200009&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt.
17. Pereira FH, Baptista EA, Coppini NL, Do Espírito-Santo R, De Oliveira AJ. Low-loss image compression techniques for cutting tool images: a comparative study of compression quality measures. *Exacta* [Internet]. 2010;8(2):225-35. Disponible en: <http://www4.uninove.br/ojs/index.php/exacta/article/view/2000>.
18. Da Silva SD, Joana GS, Oliveira BB, de Oliveira MA, Leyton F, Nogueira M do S. Dosimetry and image quality in digital mammography facilities in the State of Minas Gerais, Brazil. *Radiat Phys Chem* [Internet]. 2015;116:292-9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.radphyschem.2015.05.024>.
19. Xavier AC da S, Andrade MEA, Pinto BV-CC, Barros VSM de, Kramer R, Khoury HJ. Study on patient dosimetry and image quality in digital mammography. *Res Biomed Eng* [Internet]. 2017;33(2):138-43. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2446-47402017000200138&lng=en&tlng=en.
20. Gaona E, Rivera T, Arreola M, Franco J, Molina N, Alvarez B, et al. Exploratory survey of image quality on CR digital mammography imaging systems in Mexico. *Appl Radiat Isot* [Internet]. 2014;83:245-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apradiso.2013.07.009>.
21. Gaona E, Corona W, Perales Corona W, Franco Enriquez JG, Frechero NM, Gaona Castañeda G. Optimización de la calidad de imagen en la mamografía analógica y su comparación con la mamografía digital. *An Radiol Mex*. 2012;11(1):3-10.
22. Taylor K, Parashar D, Bouverat G, Poulos A, Gullien R, Stewart E, et al. Mammographic image quality in relation to positioning of the breast: A multicentre international evaluation of the assessment systems currently used, to provide an evidence base for establishing a standardised method of assessment. *Radiography* [Internet]. 2017;23(4):343-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.radi.2017.03.004>.
23. Živković MM, Stantic TJ, Ciraj-Bjelac OF. Technical aspects of quality assurance in mammography: preliminary results from Serbia. *Nucl Technol Radiat Prot*. 2010;25(1):55-61.

24. Spuur K, Hung WT, Poulos A, Rickard M. Mammography image quality: Model for predicting compliance with posterior nipple line criterion. *Eur J Radiol* [Internet]. 2011;80(3):713-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2010.06.026>.
25. Monnin P, Marshall NW, Bosmans H, Bochud FO, Verdun FR. Image quality assessment in digital mammography: Part II. NPWE as a validated alternative for contrast detail analysis. *Phys Med Biol*. 2011;56(14):4221-38.
26. Warren LM, MacKenzie A, Cooke J, Given-Wilson RM, Wallis MG, Chakraborty DP, et al. Effect of image quality on calcification detection in digital mammography. *Med Phys*. 2012;39(6):3202-13.
27. Marshall NW, Monnin P, Bosmans H, Bochud FO, Verdun FR. Image quality assessment in digital mammography: Part I. Technical characterization of the systems. *Phys Med Biol*. 2011;56(14):4201-20.
28. Živković MM, Stanti TJ, Ciraj-Bjelac OF. Technical aspects of quality assurance in mammography: preliminary results from Serbia. 2010;25(1):55-61.
29. Kosutic D, Ciraj-Bjelac O, Arandjic D. Mammography practice in Serbia: Evaluation and optimisation of image quality and the technical aspects of the mammographic imaging chain. *Radiat Prot Dosimetry*. 2010;139(1-3):293-7.
30. Gwak YJ, Kim HJ, Kwak JY, Son EJ, Ko KH, Lee JH, et al. Clinical image evaluation of film mammograms in Korea: Comparison with the ACR standard. *Korean J Radiol*. 2013;14(5):701-10.
31. Nguyen TL, Choi YH, Aung YK, Evans CF, Trinh NH, Li S, et al. Breast Cancer Risk Associations with Digital Mammographic Density by Pixel Brightness Threshold and Mammographic System. *Radiology* [Internet]. 2017;000(0):170306. Disponible en: <http://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2017170306>.
32. Hwang YS, Tsai HY, Chen CC, Tsay PK, Pan H Ben, Hsu GC, et al. Effects of quality assurance regulatory enforcement on performance of mammography systems: Evidence from large-scale surveys in Taiwan. *Am J Roentgenol*. 2013;201(2):307-12.
33. Alkhalifah K, Brindabhan A, Alsaheed R. Effect of exposure factors on image quality in screening mammography. *Radiography* [Internet]. 2017;23(4):e99-102. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.radi.2017.05.005>
34. European Commission. European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis. Fourth edition [Internet]. Office for Official Publications of the European Communities. 2013. p. 138. Disponible en: <http://www.euref.org/european-Guidelines>.
35. Kanal KM, Krupinski E, Berns EA, Geiser WR, Karellas A, Mainiero MB, et al. ACR-AAPM-SIIM practice guideline for determinants of image quality in digital mammography. *J Digit Imaging*. 2013;26(1):10-25.
36. Özsoy A, Aribal E, Araz L, Erdoğan MB, Sari A, Sencan I, et al. Mammography quality in Turkey: Auditors' report on a nationwide survey. *Iran J Radiol*. 2017;14(1):10-4.
37. Van Ongeval C, Van Steen A, Geniets C, Dekeyser F, Bosmans H, Marchal G. Clinical image quality criteria for full field digital mammography: A first practical application. *Radiat Prot Dosimetry*. 2008;129(1-3):265-70.
38. Ciraj-Bjelac O, Avramova-Cholakova S, Beganovic A, Economides S, Faj D, Gershan V, et al. Image quality and dose in mammography in 17 countries in Africa, Asia and Eastern Europe: Results from IAEA projects. *Eur J Radiol* [Internet]. 2012;81(9):2161-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2011.05.026>.
39. Gürdemir B, Aribal E. Assessment of mammography quality in Istanbul. *Diagnostic Interv Radiol*. 2012;18(5):468-72.
40. Brnić Z, Blašković D, Klasić B, Ramač JP, Flegarić-Bradić M, Štimac D, et al. Image quality of mammography in Croatian nationwide screening program: Comparison between various types of facilities. *Eur J Radiol*. 2012;81(4):478-85.
41. Boyce M, Gullien R, Parashar D, Taylor K. Comparing the use and interpretation of PGMI scoring to assess the technical quality of screening mammograms in the UK and Norway. *Radiography* [Internet]. 2015;21(4):342-7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.radi.2015.05.006>.
42. Mackenzie A, Warren LM, Wallis MG, Given-Wilson RM, Cooke J, Dance DR, et al. The relationship between cancer detection in mammography and image quality measurements. *Phys Medica* [Internet]. 2016;32(4):568-74. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejmp.2016.03.004>.
43. Bentley K, Poulos A, Rickard M. Mammography image quality: Analysis of evaluation criteria using pectoral muscle presentation. *Radiography*. 2008;14(3):189-94.
44. Patel BK, Gray RJ, Pockaj BA. Potential cost savings of contrast-enhanced digital mammography. *Am J Roentgenol*. 2017;208(6):W231-7.