



ORIGINAL

## Impacto de la densidad mamaria mamográfica en el funcionamiento de un sistema de detección asistido por ordenador en una unidad de patología mamaria

C. Romero Castellano<sup>a,\*</sup>, C. Varela Nuñez<sup>b</sup>, R. Cuenca Boy<sup>c</sup>, A. Almenar Gil<sup>a</sup>, J.M. Pinto Varela<sup>a</sup> y M. Botella Lopez<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Unidad de Mama, Servicio de Radiología, Hospital Virgen de la Salud, Toledo, España

<sup>b</sup> Área de Información Tecnológica, Servicio de Salud de Castilla La Mancha, Toledo, España

<sup>c</sup> Área de Investigación, Hospital Virgen de la Salud, Toledo, España

<sup>d</sup> Departamento de Antropología Física, Universidad de Granada, Granada, España

Recibido el 2 de mayo de 2010; aceptado el 25 de agosto de 2010

Disponible en Internet el 8 de junio de 2011

### PALABRAS CLAVE

Mamografía digital;  
Sistema de detección  
asistido por  
ordenador;  
Cáncer de mama

### Resumen

**Objetivo:** Evaluar si la densidad mamaria influye en la sensibilidad (global y por marcas) para la detección del cáncer de mama de un sistema de detección asistido por ordenador (CAD).

**Materiales y métodos:** Estudio prospectivo de 8.750 mamografías digitales con un sistema CAD asociado. Se clasificaron las densidades mamarias según los criterios BI-RADS. Calculamos la sensibilidad global del radiólogo y del CAD, la sensibilidad por proyección, por hallazgo, en relación con la densidad mamográfica y analizamos los carcinomas de intervalo. Para el análisis estadístico utilizamos el programa SPSS vs 11.

**Resultados:** Sensibilidad global del CAD 88,5% IC del 95% (IC95% 83,2-92,7%), sensibilidad del radiólogo 93,5% IC95% (84,4-95,5%), sensibilidad de la proyección craneocaudal 81,6% IC95% (76,5-90,7%) vs 76,5% IC95% (69,3-89,3%) para oblicuomediolateral, sensibilidad para microcalcificaciones 98,6% IC95% (96,5-99,7%), sensibilidad de marca masa 83,4% IC95% (81,2-91,7%). Detectamos discrepancias menores del 20% tanto para las microcalcificaciones presentes en los 4 tipos de densidades como para las masas con densidades 1 y 2; mientras en las masas con densidad 3 la discrepancia fue 20,8% y en la 4 fue 55%. El CAD solo dejó de marcar el 9,1% (9/94) de los cánceres diagnosticados como masas propiamente dichas. El 50% de los carcinomas de intervalo se produjo en densidad tipo 4 y el 75% se manifestaron como masas, asimetrías y distorsiones. El 35,7% de los carcinomas de intervalo fueron marcados previamente por el CAD.

**Conclusiones:** La sensibilidad fue mayor en la proyección craneocaudal pero no significativamente. La sensibilidad del CAD fue alta para microcalcificaciones presentes en los 4 tipos de densidades, sin embargo, para la marca masa fue baja en densidades 3 y 4. El CAD sólo dejó de marcar el 9,1% de los cánceres diagnosticados como masas propiamente dichas pero fue

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [cromeroc@sescam.jccm.es](mailto:cromeroc@sescam.jccm.es) (C. Romero Castellano).

muy poco sensible para los otros 2 hallazgos radiológicos incluidos en esta marca. El 50% de los carcinomas de intervalo se produjeron en densidades tipo 4 y el 35,7% fueron marcados previamente por el sistema de detección asistido por ordenador.

© 2010 SERAM. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

## KEYWORDS

Digital mammography;  
Computer-assisted detection;  
Breast cancer

## Impact of mammographic breast density on computer-assisted detection (CAD) in a breast imaging department

### Abstract

**Objective:** To evaluate whether breast density influences the sensitivity of a computer-assisted detection (CAD) system for the detection of breast cancer.

**Material and methods:** We prospectively studied 8750 digital mammograms with an associated CAD system. We used BI-RADS criteria to classify breast density. We calculated the overall sensitivity of the radiologist and of the CAD system, as well as the sensitivity for each projection and type of finding in relation to the mammographic density of the breast. Finally, we analyzed the interval carcinomas. We used SPSS 11 for all statistical analyses.

**Results:** The overall sensitivity of the CAD system was 88.5% (95% CI: 83.2-92.7%), and the overall sensitivity of the radiologist was 93.5% (95% CI: 84.4%-95.5%). The sensitivity of the craniocaudal view was 81.6% (95% CI: 76.5-90.7%) vs 76.5% (95% CI: 69.3-89.3%) for the medio-lateral oblique view. The sensitivity for microcalcifications was 98.6% (95% CI: 96.5-99.7%), and the sensitivity for masses 83.4% (95% CI: 81.2-91.7%). We detected discrepancies smaller than 20% both for microcalcifications present in the four types of densities and for masses with densities 1 and 2. In masses with density 3 the discrepancy was 20.8% and in those with density 4 it was 55%. The CAD system failed to mark only 9.1% (9/94) of the cancers presenting as masses. Half of the interval carcinomas were found in type 4 density and 75% manifested as masses, asymmetries, and distortions. The CAD system had marked 35.7% of the carcinomas.

**Conclusions:** The craniocaudal view was more sensitive, although this difference was not statistically significant. The sensitivity of CAD was high for microcalcifications in all four density types; however, CAD's sensitivity for masses was low in density types 3 and 4. The CAD system only failed to mark 9.1% of the cancers presenting as masses but was not sensitive for the other two radiological findings included in this marking. Half of the interval carcinomas occurred in type 4 densities and 35.7% had been marked by the CAD system.

© 2010 SERAM. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Introducción

El cáncer de mama es la causa más frecuente de cáncer en la mujer menor de 50 años y es el responsable del 17,5% de las muertes por cáncer en la mujer<sup>1,2</sup>.

La clasificación TNM se utiliza para establecer factores pronóstico, de tal forma que la supervivencia desciende de un 90 a un 57% a los 5 años al pasar de un estadio I a un estadio II (A o B). Esto implica que no solo es importante el diagnóstico del cáncer de mama, sino que este diagnóstico debe hacerse lo antes posible para conseguir un tamaño tumoral menor<sup>3,4</sup>.

Es por este motivo por el que se han puesto en marcha en muchos países las campañas de cribado de cáncer de mama, así como la aplicación de mejoras tecnológicas como la mamografía digital<sup>5</sup>. La mamografía digital ha demostrado una mayor sensibilidad diagnóstica en la mama de mujeres jóvenes, donde normalmente existe una mayor proporción de tejido glandular (BI-RADS 3 y 4)<sup>6,7</sup>. En estas mamas densas se suma no solo la complejidad diagnóstica de una menor visualización de los hallazgos radiológicos, sino también la evidencia de que asocian mayor riesgo de cáncer de mama<sup>8</sup>.

Por otro lado, el uso de mamógrafos digitales ha permitido el desarrollo de sistemas de detección asistidos por

ordenador (*computer aided detection*, CAD) que básicamente son sistemas de detección asistido por ordenador.

El CAD identifica y marca una región potencialmente sospechosa atrayendo la atención del lector hacia áreas que podrían haber pasado desapercibidas o malinterpretadas, por tanto hoy en día no pretende sustituir al radiólogo sino ser una herramienta de ayuda a modo de segunda opinión intentando solucionar los problemas de fatiga y falta de concentración y evitando errores diagnósticos.

Sin embargo, no queda claro en la literatura cómo afecta la densidad mamaria al funcionamiento de los nuevos CAD aplicados a mamografía digital con lectura directa y si la densidad afecta por igual en los 2 tipos de marcas. No hay que olvidar que el mayor beneficio de estos sistemas se va a producir en los grupos de mujeres jóvenes donde la proporción de tejido glandular es mayor. Nuestro objetivo por tanto es evaluar si la densidad mamaria influye en la sensibilidad (global y por marcas) para la detección del cáncer de mama de un sistema CAD.

## Materiales y métodos

Nuestra unidad de patología mamaria es un equipo multidisciplinar formado por: 3 radiólogos, 3 anatomopatólogos, 4

cirujanos de mama, 2 cirujanos plásticos, un ginecólogo, 2 oncólogos, un radioterapeuta, un rehabilitador, un psiquiatra y 2 psicólogos.

Diseñamos un estudio prospectivo donde estudiamos a mujeres que presentan un rango de edad entre 35 y 70 años. El periodo de recogida de datos fue de enero a diciembre del 2007. Posteriormente se siguió a las pacientes durante 2 años para detectar los carcinomas de intervalo. El estudio recibió la aprobación del comité ético de nuestro hospital.

En total se analizan 8.750 mamografías digitales realizadas en un mamógrafo (MAMMOMAT® NovationDR Siemens, Germany) con estaciones de trabajo específicas de mama. El CAD del que disponemos es un ImageChecker D R2 Technology (versión 5.4) instalado en agosto del 2006 con lectura digital directa (*raw data*), que mediante algoritmos matemáticos detecta los hallazgos mamográficos de sospecha con 2 tipos de marcas:

1. Marca micro para microcalcificaciones como hallazgo radiológico (en nuestra versión un triángulo).
2. Marca masa que engloba 3 hallazgos radiológicos: distorsiones, asimetrías y masas propiamente dichas (en nuestra versión un asterisco).

La lectura fue realizada por 2 radiólogos expertos en mama (8 y 4 años de experiencia) en única lectura y se dejó un periodo de entrenamiento con el CAD de 6 meses antes de comenzar con el análisis de los datos (de agosto a diciembre, con un volumen medio de lectura de 2.740 mamografías por radiólogo para este periodo).

En todos los casos incluidos se realizaron 2 proyecciones por mama craneocaudal (CC) y oblicuomediolateral (OML), por un equipo de técnicos especialmente entrenados para la realización de mamografías. Incluimos en este estudio solamente los cánceres visibles en mamografía, en al menos una de las proyecciones. Fueron excluidos 2 carcinomas de varón (por carecer de las 4 proyecciones), 2 carcinomas de mama en embarazadas por no ser visibles mamográficamente y todos los casos que fueron diagnosticados en otro centro y cuyo motivo de consulta fue una segunda opinión.

En todos los casos se clasificaron las densidades mamarias según los patrones de densidad del *American College of Radiology's (ACR) Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS)*<sup>9</sup>: densidad tipo 1 (menos del 25% de glándula mamaria), densidad tipo 2 (entre el 25 y el 50% de glándula mamaria), densidad tipo 3 (entre el 50 y el 75% de glándula mamaria) y densidad tipo 4 (más del 75% de glándula mamaria).

Los datos fueron recogidos inicialmente creando una plantilla que dividía en cuadrículas de 1 cm de lado la proyección CC y la OML de ambos lados. Dichas casillas fueron numeradas del 1 al 30. En dichas casillas marcábamos las zonas de sospecha detectadas por el radiólogo y asignábamos categorías BI-RADS en la mamografía sin CAD. Posteriormente se interpretaba la mamografía con CAD, registrando nuevas zonas sospechosas o cambios de opinión respecto a las iniciales. Se consideró verdadero positivo del CAD cuando en al menos una de las proyecciones mamográficas se localizaba la marca sobre la lesión detectada por el radiólogo (coincidiendo en la misma casilla, con lo que la marca siempre estaba a menos de 1 cm de la zona sospechosa para el radiólogo). Se consideró falso positivo del

CAD cuando la marca no coincidía con la casilla señalada por el radiólogo y no se detectó carcinoma de intervalo tras el seguimiento.

Todos los carcinomas fueron biopsiados de forma percutánea (Trucut o asistida por vacío) y confirmados con anatomía patológica definitiva. La estadificación final fue completada mediante RM en todos los casos. El diagnóstico de exclusión del carcinoma mamario se obtuvo de biopsias negativas o de seguimiento mamográfico negativo al cabo de los 2 años. Puesto que los algoritmos del CAD no están diseñados para marcar lesiones mayores de 2 cm (puesto que se considera que éstas deben ser claramente detectadas por el radiólogo) para este estudio solo consideramos tumores menores de 2 cm.

El seguimiento de los casos presentados es de 26 a 30 meses en el momento de cerrarse este estudio. Calculamos la sensibilidad global del radiólogo y del CAD, la sensibilidad del CAD por proyección, la sensibilidad por hallazgo y en relación con la densidad mamográfica.

Los resultados se describen mediante porcentajes y sus correspondientes intervalos de confianza del 95% (IC95%) calculados mediante los límites exactos de la distribución binomial. La concordancia entre los resultados de radiólogo y de CAD en cuanto a la localización anatómica de la lesión se cuantifica mediante el índice kappa no ponderado. La significación de kappa se calcula mediante la prueba chi cuadrado. Finalmente, para valorar si la densidad y el tipo de lesión visto por el radiólogo son factores que influyen de forma independiente en el porcentaje de acuerdo entre radiólogo y CAD se calculan las *odds ratios* (OR) de asociación y sus IC95% mediante el ajuste de un modelo de regresión logística no condicional, en el que la variable dependiente es la existencia o no de acuerdo en el tipo de lesión y las variables independientes son la densidad y el tipo de lesión visto por el radiólogo. Para ello hemos utilizado el programa SPSS v 11.

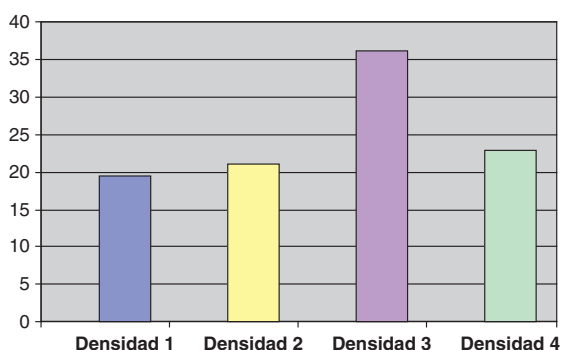
## Resultados

Se analizaron 8.750 mamografías en nuestro hospital de enero a diciembre del 2007; el 74,5% eran mamografías de cribado (6.518) y el 25,5% (2.232) eran mamografías diagnósticas.

No se detectaron diferencias estadísticamente significativas en la distribución de las mamografías en los 4 tipos de densidades ( $p = 0,2$ ) (fig. 1).

Se detectaron un total de 205 carcinomas de los cuales 192 eran mamográficamente visibles. De ellos se excluyeron 2 carcinomas de varón (por carecer de las 4 proyecciones) y 2 carcinomas diagnosticados en otro centro hospitalario que acudieron a una segunda opinión ( $n = 188$ ).

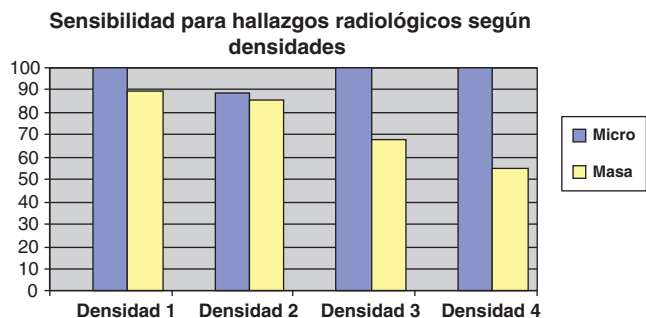
La sensibilidad global del CAD fue de 88,5% IC95% (83,2-92,7%), La sensibilidad del radiólogo 93,5% IC 95% (84,4-95,5%). La sensibilidad de la proyección CC fue mayor que la de la OML 81,6% (76,5-90,7%) vs 76,5% (69,3-89,3%) pero no de manera significativa ( $p = 0,8$ ) apreciándose que el 12% (23/192) de nuestros carcinomas se marcaron solo en una proyección (generalmente CC [14/23]) a pesar de ser visible en ambas. El grado de acuerdo entre CAD y radiólogo para la localización anatómica fue muy alto en ambas proyecciones, alcanzando valores de kappa de 0,82 en la CC y de 0,75 en la OML ( $p < 0,05$  en ambos casos).



**Figura 1** Distribución de las mamografías atendiendo a la densidad.

La sensibilidad global del CAD por marca fue en el caso de la marca para microcalcificaciones de 98,6% IC95% (96,5-99,7%), mientras que en el caso de la marca masa fue de un 83,4% IC95% (81,2-91,7%) (fig. 2).

En cuanto al porcentaje de discrepancias entre CAD y el radiólogo (o sea, carcinomas detectados por el radiólogo que el CAD no fue capaz de detectar y viceversa) considerando los algoritmos por separado (masa o microcalcificaciones), nuestro análisis reveló que cuando el radiólogo diagnosticó masa el CAD discrepó en un 19,5% de los casos, mientras que esa discrepancia se redujo al 1,8% de los casos cuando el radiólogo diagnosticó microcalcificaciones ( $p=0,003$ ). Luego parece que el algoritmo matemático para la detección de microcalcificaciones es más sensible que para la detección de masas.



**Figura 2** Distribución de la sensibilidad según la densidad y el hallazgo mamográfico.

Realizando un paso más, relacionamos dicho análisis con la densidad mamaria. Nuestros resultados reflejaron que para los carcinomas detectados en mamografías con densidad tipo 1 la discrepancia global del CAD fue del 1,5%; cuando la densidad era de tipo 2 llegó al 2,5%; y cuando la densidad era de tipo 3 o 4, la discrepancia fue de 16,5 y 31,3%, respectivamente, discrepancia que resultó significativa ( $p=0,003$ ).

Posteriormente volvimos a dividir el análisis para cada uno de los algoritmos (masa y microcalcificaciones) para cuantificar la asociación de discrepancia CAD-radiólogo con la densidad y con el tipo de lesión. La regresión logística mostró OR ajustadas significativas para las microcalcificaciones, según el diagnóstico del radiólogo (OR=0,07; IC95%(0,015-0,333) y para todos los tipos de densidad 1, 2 y 3, con respecto al tipo 4 (tipo 1, OR=0,161 IC95%(0,043-0,604); tipo 2: OR=0,029 IC95% (0,003-0,246); tipo 3: OR=0,256 IC95% (0,097-0,674) (tabla 1).

Finalmente, el efecto independiente que tuvieron tanto la densidad como el tipo de lesión sobre la probabilidad de discrepancia entre CAD y radiólogo se manifestó en forma de porcentajes menores del 20% tanto para las microcalcificaciones de cualquier densidad como para las masas con densidades 1 y 2; mientras que en los casos de las masas con densidad 3 y 4 la discrepancia llegó al 20,8% IC95% (10,8-34,1%) y al 55% IC95% (31,5-76,9%), respectivamente.

En cuanto al análisis de la marca masa separando los 3 hallazgos que engloba (asimetrías, distorsiones y masas propiamente dichas) calculamos qué proporción de carcinomas manifestados radiológicamente con cada uno de esos hallazgos no habían sido marcado por el CAD. En el cómputo final el CAD solo dejó de marcar el 9,1% (9/94) de los cánceres manifestados como masas y sin embargo el 17,6% (14/21) de los cánceres manifestados como distorsiones y el 47,9% (7/15) de las asimetrías (fig. 3).

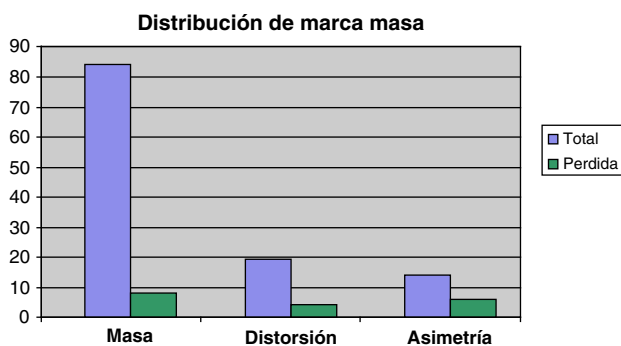
Cinco carcinomas fueron marcados solo por el CAD y analizados los carcinomas de intervalo el 3,58% (1/28) se produjeron en densidad tipo 1, 10,8% (3/28) se produjeron en densidad tipo 2, el 35,8% (10/28) en densidad tipo 3 y el 50% (14/28) fue en densidad tipo 4. A pesar de la tendencia incrementada de la proporción de carcinomas de intervalo a medida que aumenta la densidad mamaria, no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre los cuatro tipos de densidad ( $p=0,6$ , test exacto de Fisher), si bien reconocemos que podíamos tener un problema muestral. El

**Tabla 1** Desacuerdo del sistema de detección asistido por ordenador y el radiólogo según tipo de lesión y densidad

Marcas del CAD	Densidad mamaria			
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
<b>Microcalcificaciones</b>				
Desacuerdo	0,0%	0,0%	0,0%	9,5%
N = 57	8/8	8/8	20/20	19/21
<b>Masas</b>				
Desacuerdo	3,1%	15,4%	20,8%	55,0%
N = 131	31/32	23/26	42/53	9/20
OR <sup>a</sup>	0,061	0,029	0,134	0,256

<sup>a</sup> Odds ratios significativas para las masas y todos los tipos de densidad 1, 2 y 3, con respecto al tipo 4.





**Figura 3** Sensibilidad de la marca masa para cada uno de los hallazgos radiológicos que engloba.

75% (21/28) de los carcinomas de intervalo se manifestaron como masas, asimetrías y distorsiones.

## Discusión

El funcionamiento del CAD se basa en 2 algoritmos matemáticos (uno para microcalcificaciones y otro para masas). La sensibilidad global de nuestro CAD una vez analizados los carcinomas de intervalo fue de 88,5% IC95% (83,2-92,7%). Sin embargo en nuestra experiencia dicha sensibilidad es mayor aunque no significativamente en la proyección craneocaudal, resultado que coincide con otros autores<sup>10</sup>. Cabe destacar que el 12% de nuestros carcinomas se detectaron en una proyección a pesar de ser visible mamográficamente en ambas, por lo que creemos que en el CAD deben de ser valoradas cada una de sus marcas por separado y no deducir que el hecho de la presencia de una lesión marcada en una sola proyección implica menos probabilidad de malignidad. De ahí la importancia de mejorar los algoritmos para evitar la proporción de falsos positivos, ya que estos complican y alargan la lectura del radiólogo.

Un factor que potencialmente puede influir en el comportamiento de los algoritmos del CAD es la densidad mamaria. En nuestros datos así ha sido, ya que la posibilidad de que CAD y radiólogo tengan un diagnóstico discordante en cuanto al tipo de lesión se vio aumentada significativamente en los casos con densidad tipo 3 y 4 con respecto al resto de los casos (discrepancia de 16,5 y 31,3%, respectivamente) ( $p=0,003$ ).

Esto parece razonable pero ¿podríamos decir que es igual de determinante para ambas marcas? Cabría esperar que la densidad afectara menos a la detección de microcalcificaciones, mucho más densas que el resto del parénquima, y más a las masas donde sus bordes pueden confundirse con el tejido glandular adyacente.

En nuestra serie, la tasa de discrepancia CAD-radiólogo se redujo al 1,8% de los casos cuando el radiólogo diagnosticó microcalcificaciones, independientemente de la densidad ( $p=0,003$ ). Sin embargo, alcanzó su valor máximo en el caso de masas en mamas con densidad 4 (desacuerdo del 55% [IC95%: 31,5-76,9%]) (tabla 1).

Los estudios en la literatura científica que tratan este punto no son muy numerosos. Uno de los primeros estudios que documentaba la influencia significativa de la densidad mamaria sobre la tasa de detección de las neoplasias de

mama fue el de Ho y Lam<sup>11</sup> en 2003, si bien este estudio usaba uno de los primeros *softwares* del mercado, por lo que los niveles de sensibilidad eran muy bajos.

Estudios posteriores con *softwares* más avanzados muestran similares resultados; así un estudio publicado por el grupo de Malich et al<sup>12</sup> en 2005 evaluó un total de 200 mamografías, 127 de ellas con carcinomas confirmados histológicamente. Dicho estudio también dividió la densidad mamaria en 4 grupos según los patrones de densidad del *American Collage of Radiology's Breast Imaging Reporting and Data System* (BI-RADS), y encontró los siguientes índices de detección para microcalcificaciones y masas respectivamente: densidad 1: 93,7 y 94,7%; densidad 2: 97 y 96,1%; densidad 3: 66,3 y 79,1%, y densidad 4: 61 y 33,3%, respectivamente. El estudio concluye que las neoplasias que se presentan como microcalcificaciones no se ven afectadas por la densidad mamaria de manera tan importante como las masas, si bien en los tipos 3 y 4 no presentan niveles de sensibilidad aceptables para ninguna de las 2 marcas.

Ese mismo año Brem et al<sup>13</sup> mostraban diferentes resultados con una muestra de 809 carcinomas mamarios detectados por el CAD dividiendo las mamografía según densidades con la clasificación de BI-RADS en 2 grupos: no densas (donde incluye los tipos 1 y 2,) y densas (donde incluye los tipos 3 y 4). Concluyen que la densidad mamaria no afecta a la sensibilidad global del CAD, siendo del 90% en las no densas y del 88% en las densas, ni afecta a la sensibilidad cuando el carcinoma se manifiesta como microcalcificaciones (95% en no densas y 93% en densas); sin embargo, la densidad afecta a la detección de masas de forma significativa ( $p=0,03$ ) en donde baja del 88% de sensibilidad en las no densas al 79% en las densas.

En comparación con todos ellos, nuestro estudio aporta el tratarse de un estudio prospectivo utilizando un CAD con lectura digital directa que incluye los carcinomas de intervalo, por lo que los resultados de sensibilidad son definitivos. Dicha sensibilidad fue mucho más alta para la marca de microcalcificaciones (98,6% IC95% [96,5-99,7%]), que para la marca masa 83,4% IC95% (81,2-91,7%). Además ponemos de manifiesto que el hecho de que la lesión sea de tipo masa en lugar de microcalcificación aumenta las posibilidades de desacuerdo CAD-radiólogo (OR = 0,07; IC95% [0,015-0,333]). Por tanto el CAD podría ayudar a disminuir los errores de detección del carcinoma de mama en estadios muy precoces como el carcinoma in situ, ya que las microcalcificaciones es su hallazgo radiológico más frecuente y es aquí donde el CAD presenta sus mejores resultados<sup>14</sup>.

Sin embargo, parece que los algoritmos de detección de masas se mueven en niveles de sensibilidad mucho menores<sup>15</sup>. Debido a esto decidimos analizar la marca masa dividiendo los resultados según los 3 hallazgos radiológicos que engloba (asimetrías, distorsiones y masas propiamente dichas) para saber si realmente el CAD es menos sensible en masas o por el contrario su sensibilidad se ve afectada por su escasa detección de los otros 2 hallazgos (asimetrías y distorsiones).

Atendiendo a nuestros resultados, la menor sensibilidad para la marca masa parece debido a que el CAD tiene una baja sensibilidad para marcar los carcinomas manifestados como asimetrías y distorsiones (no marcó el 17,6% (4/21) de los cánceres diagnosticados como distorsiones y el 47,9%

(7/15) de las asimetrías, sin embargo únicamente dejó de marcar el 9,1% de los cánceres manifestados como masas propiamente dichas.

Aunque la muestra no es numerosa, de los 28 carcinomas de intervalo que tuvimos hubo una tendencia incrementada de carcinomas de intervalo a medida que aumenta la densidad mamaria, sin embargo no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre los 4 tipos de densidad.

En conclusión, la sensibilidad global del CAD fue similar a los resultados descritos en la bibliografía. La sensibilidad fue mayor en la proyección craneocaudal aunque no significativamente y el 12% de los carcinomas solo se marcó en una proyección a pesar de manifestarse radiológicamente en ambas.

La sensibilidad del CAD fue muy alta para microcalcificaciones, sensibilidad que se mantiene en niveles muy altos en los 4 tipos de densidades, sin embargo, la densidad mamaria afecta mucho más negativamente a la sensibilidad del CAD para la marca masa. El efecto acumulado de ambos factores (tipo de lesión y sensibilidad) provocó que para la marca masa en mamas con densidad 4, la sensibilidad fuera inferior al 50%.

Analizando la marca masa por separado para cada uno de los hallazgos radiológicos que engloba, el CAD solo dejó de marcar el 9,1% de los cánceres manifestados como masas propiamente dichas pero fue muy poco sensible para marcar los otros 2 hallazgos (asimetrías y distorsiones) lo que afectó a la tasa de sensibilidad global de la marca masa. El 50% de los carcinomas de intervalo se produjeron en densidades tipo 4 y el 35,7% fueron marcados previamente por el CAD.

## Autorías

Cristina Romero (autor principal) ha redactado el estudio, recogido los resultados y elaborado su análisis.

Celia Varela, responsable del diseño del estudio junto a la Dra. Cristina Romero habiendo aportado ideas de carácter relevante.

Rafael Cuenca, responsable estadístico.

Asunción Almenar ha participado en la recogida de datos junto a la Dra. Romero.

J.M. Pinto ha participado en el análisis e interpretación de los datos junto a la Dra. Romero y Celia Varela.

Miguel Botella, Director de la tesis doctoral a la que pertenece este trabajo. Participante activo del mismo con revisión crítica del manuscrito y aprobación final.

Todos los autores han leído y aprueban la versión final del manuscrito.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Tyczynski J, Bray F, Parkin M. Breast cancer in Europe. European Network of Cancer Registries (ENCR). International Agency for Research on Cancer (IARC). 2002;2:481-8.
2. Van der Hoeven J, Krak N, Hoekstra O. 18 fluorodeoxyglucose emission tomography in staging of locally advanced breast cancer. *J Clin Oncol*. 2004;22:1253-9.
3. Evans A, Pinder S, Wilson R, Stomper P, Connolly J. Ductal carcinoma in situ of the breast: correlation between apic mammographic and pathologic findings. *AJR Am J Roentgenol*. 1994;162:1307-11.
4. Tabar L, Gad A, Holmberg L, Ljungquist U. Significant reduction in advanced breast cancer, results of the seven years of mammography screening in Kopparberg, Sweden. *Diagn Imag Clin Med*. 1985;54:158-64.
5. Boyer B, Balleyguier C, Granat O, Hrabož C. CAD in questions/answers. Review of the literature. *Eur J Rad*. 2009;69:24-33.
6. Pisano ED, Gatsonis C, Hendrick E. Diagnostic performance of digital versus film mammography for breast-cancer screening. *N Engl J Med*. 2005;353:1773-83.
7. Skaane P, Hofvind S, Skjennald AL. Randomized trial of screen-film versus full-field digital mammography with soft-copy reading in population-based screening program: follow-up and final results of Oslo II study. *Radiology*. 2007;244:708-18.
8. Whitworth A. Breast Density helps predict breast cancer risk. *J Natl Cancer Inst*. 2006;98:1167-9.
9. American College of Radiology, editor. Computer aided detection in mammography. En: Breast imaging reporting and data system: BIRADS atlas. 4th ed. Reston: American College of Radiology; 2003.
10. Kim SJ, Moon WK, Cho N. Computer-aided detection in digital mammography: comparison of craniocaudal, mediolateral oblique, and mediolateral views. *Radiology*. 2006;241:695-701.
11. Ho WT, Lam PW. Clinical performance of computer-aided detection in digital mammography. *Clin Radiol*. 2003;58:133-6.
12. Malich A, Fischer D, Hansch A, Mirjam F, Petrovitch A, Boettcher F, Marx C, et al. Influence of mammographical density (according to ACR-criteria) on tumour detection using computer-assisted detection (CAD) systems. *J Digit Imagin*. 2005;18:227-33.
13. Brem RF, Hoffmeister JW, Rapelyea JA, Gilat Z, Mohtashemi G, Jindal G, et al. Impact of breast density on computer-aided detection for breast cancer. *AJR*. 2005;184:439-44.
14. Stomper PC, Geradts J, Edge SB, Levine E. Mammographic predictors of the presence and size of invasive carcinomas associated with malignant microcalcification lesions without a mass. *AJR*. 2003;181:1679-84.
15. Houssami N, Given-Wilson R, Ciatto SI. Early detection of breast cancer: overview of the evidence on computer-aided detection in mammography screening. *J Med Imaging Radial Oncol*. 2009;53:171-6.