

Dr. Alberto Jaramillo-Núñez\*  
Dra. Mónica Pérez-Meza\*

## Búsqueda de metástasis óseas en radiografías

### RESUMEN

**Introducción.** Algunos autores mencionan que no es posible detectar la metástasis ósea temprana en radiografías planas. Sin embargo, debido principalmente a su costo, ésta sigue siendo la primera herramienta de diagnóstico para esta enfermedad y, cuando no es posible observarla, se recurre a otras técnicas. Hasta ahora se han implementado con éxito las técnicas de procesamiento digital de imágenes en diagnósticos tales como la resonancia magnética y la tomografía computada, principalmente, pero se han olvidado un poco en el caso de las radiografías. En este trabajo se muestra como la aplicación de estas técnicas en radiografías, en particular en la búsqueda de metástasis óseas, mejora el diagnóstico.

**Material y métodos.** Durante aproximadamente un año,

se tomaron tres radiografías y dos gammagrafías óseas a un paciente con cáncer de mama y metástasis en la cabeza humeral del hombro derecho. El lapso de tiempo entre la primera y segunda radiografía fue de aproximadamente un mes y entre la primera y la tercera fue de un año. El lapso de tiempo entre la primera radiografía y la primer gammagrafía fue menor a dos meses y entre la primer gammagrafía y la segunda fue de un año. Las radiografías se analizaron empleando técnicas de procesamiento digital de imágenes y los resultados obtenidos son prometedores.

**Discusión.** En los diagnósticos de las tres radiografías no se mencionó que el paciente padecía metástasis ósea en la cabeza humeral. Sabemos que para dar un diagnóstico acertado es necesario que la radiografía cumpla con ciertos requisitos mínimos que a veces

no se cumplen. Los resultados obtenidos en la segunda radiografía empleando el procesamiento digital sugieren que es posible detectar la metástasis ósea temprana puesto que la radiografía contiene la información necesaria aunque no sea perceptible a simple vista.

**Conclusión.** El procesamiento digital de las radiografías será una herramienta muy importante para el diagnóstico pero se requiere hacer más trabajo al respecto. Ahora que ya es posible obtener en forma digital las radiografías será posible aplicar también las técnicas de procesamiento digital en este tipo de diagnóstico.

**Palabras clave:** cáncer, metástasis ósea, radiografía, procesamiento digital de imágenes.

Continúa en la pág. 122

\*Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Calle Luis Enrique Erro No. 1, Tonantzintla, Puebla.  
Correspondencia: Dr. Alberto Jaramillo-Núñez. Correo electrónico: ajaramil@inaoep.mx

### Introducción

En el cáncer las metástasis óseas son una complicación común y severa de la enfermedad avanzada. Las metástasis óseas pueden ser de tipo osteolíticas, osteoblásticas o una combinación de ambas.<sup>1,2</sup> En las metástasis de tipo osteolíticas la enfermedad disuelve algunos de los minerales que contiene la masa ósea disminuyendo su densidad.

En las radiografías éstas se observan como zonas más oscuras que el hueso de alrededor. En las metástasis de tipo osteoblásticas se forma hueso y en una radiografía se ven como zonas más blancas que el hueso circundante.<sup>2,3</sup>

Es común hallar, en literatura relacionada con la interpretación de imágenes radiológicas, el comentario de que en las radiografías planas no es posible detectar la metástasis ósea temprana.<sup>3,4</sup> Algunos autores mencionan que de 30 a 50%<sup>2,4-6</sup> del hueso debe dañarse antes de que se pueda observar la lesión metastásica en una radiografía; lo que hace imposible la detección temprana y es necesario recurrir a otros tipos de diag-

## ABSTRACT

**Introduction.** Some authors claim that it is impossible to detect early bone metastasis in flat x-rays. However, mainly due to its cost, it remains the first diagnostic tool for the disease and, when it cannot be observed, other techniques are employed. To date, digital image processing techniques have been implemented successfully in diagnoses such as magnetic resonance and computed tomography, mainly, but have been ignored to some extent in the case of x-rays. This article shows how the application of these techniques in x-rays, in particular in searching for bone metastasis, improves diagnosis.

**Material and methods.** Over approximately one year, three x-rays and two bone gammagrams were taken of a patient with breast cancer and metastasis in the humeral head of the right shoulder. The interval between the first and second x-rays was approximately one month, and between the first and third was one year. The interval between the first x-ray and the first gammagram was less than two months and between the first and second gammagrams was one year. The x-rays were analyzed using digital image processing techniques and the results obtained are promising.

**Discussion.** The diagnoses of the three x-rays do not mention that the patient presented bone metastasis in the humeral head. We know that to establish an accurate diagnosis the x-ray

must satisfy certain minimum requisites which are not always met. The results obtained in the second x-ray using digital processing suggest that it is possible to detect early bone metastasis because the x-ray contains the necessary information, although it is not visible to the naked eye.

**Conclusion.** Digital processing of x-rays can be a highly valuable diagnostic tool, but further work is needed to improve the technique. Now that x-rays can be taken digitally, it will also be possible to apply digital processing techniques in this kind of diagnosis.

**Key words:** cancer, bone metastasis, x-ray, digital image processing.

nóstico tales como la gammagrafía ósea o la resonancia magnética, por ejemplo.

Recientemente analizamos tres radiografías planas empleando técnicas de procesado digital de imágenes y los resultados obtenidos sugieren que sí es posible diagnosticar la metástasis temprana ya que, como se verá más adelante, el hueso no estaba dañado severamente. Se muestra el trabajo realizado y los resultados con el fin de proporcionar una herramienta más para detectar la metástasis ósea temprana en radiografías planas.

## Material y métodos

Durante aproximadamente un año fueron tomadas tres radiografías a una paciente con cáncer de mama y con metástasis en la cabeza del hueso húmero. En los diagnósticos de las tres radiografías nunca se mencionó que la paciente tenía metástasis aún después de haberla padecido durante más de 15 meses y más de un año con la metástasis confirmada mediante una gammagrafía ósea.

A continuación se da un breve resumen de los exámenes realizados y sus respectivos diagnósticos.

1. Primera radiografía, marzo de 2008: disminución de los espacios articulares, cambios incipientes

degenerativos, probable lesión del manguito rotador.

2. Primera gammagrafía ósea, mayo de 2008: se observa anormalidad osteoblástica en la cabeza del húmero derecho.
3. Segunda radiografía, mayo de 2008: articulación de hombro derecho sin lesión orgánica visible.
4. Tercera radiografía, abril de 2009: probable metástasis en la apófisis coracoides en hombro derecho sin descartar metástasis en la rama isquiopúbica izquierda.
5. Segunda gammagrafía ósea, junio de 2009: se observa hipercaptación osteoblástica anormal en hombro derecho, segunda y tercera vértebras dorsales, hueso sacro, cresta ilíaca derecha y rama isquiopública izquierda.

Las gammagrafías óseas tienen sensibilidad diagnóstica de entre 62 y 100%,<sup>5,7</sup> son uno de los procedimientos de medicina nuclear más frecuentemente aplicados para detectar y visualizar las metástasis óseas. Debido a eso, el siguiente análisis está basado en el diagnóstico mencionado en la primer gammagrafía ósea.

Las imágenes que se muestran a continuación son parte de radiografías más grandes que no se muestran pues sólo nos interesa analizar la región donde sabe-

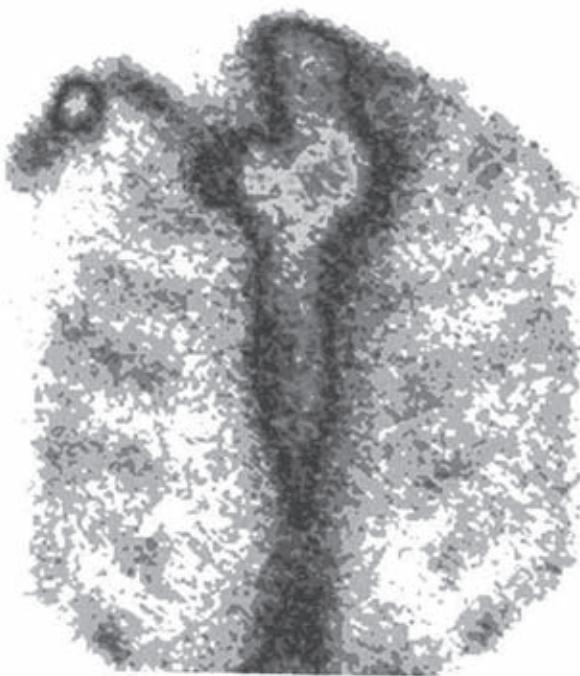
mos de antemano que se encuentra la lesión. El tamaño de las imágenes digitalizadas fue de 3 000 X 2 200 pixeles con un tamaño del pixel de 3 micrómetros y fueron obtenidas mediante un proceso fotográfico. Para obtener resultados confiables todas fueron tomadas el mismo día en condiciones iguales de iluminación, amplificación y enfocado.

La imagen 1 muestra la primer gammagrafía ósea y la imagen 2 la radiografía digital del hombro derecho tomada en abril de 2008. La imagen 3 muestra la radiografía digital tomada en mayo de 2008 y, finalmente, la imagen 4 muestra la radiografía digital tomada en abril de 2009. Para buscar diferencias en intensidad entre las imágenes primero se les aplicaron funciones que ecualizan el histograma localmente. La ecualización del histograma por áreas locales produce imágenes de muy alto contraste que resaltan detalles que, en otros casos, pueden resultar imperceptibles. Este tipo de mejora puede ser útil cuando se tiene la sospecha de que existe evidencia de alguna característica en la imagen que no es observable a simple vista.

Por último se realizó un escaneo en la cabeza humeral para obtener la información global y poder mostrar el deterioro que tuvo el hueso con el tiempo. Los resultados del escaneo se presentan en forma bidimensional y tridimensional para apreciar mejor los cambios.

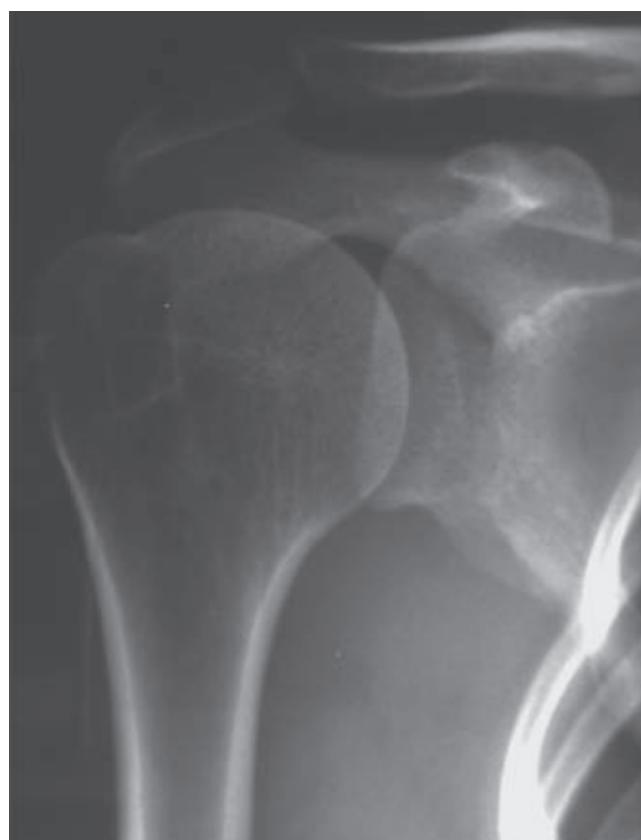
## Resultados

A las imágenes 2, 3 y 4 se les aplicaron algunas funciones de ecualización local del histograma,<sup>8,9</sup> los



Tórax anterior

**Imagen 1.** Primera gammagrafía ósea.



**Imagen 2.** Primera radiografía (marzo, 2008).



**Imagen 3.** Segundad radiografía (mayo, 2008).



**Imagen 4.** Tercera radiografía (abril, 2009).

resultados se muestran en las imágenes 5, 6 y 7. En la imagen 5 no se observa ninguna anormalidad en la estructura ósea, por lo que fue tomada como referencia. En la imagen 6 se pueden observar algunos cambios respecto a la imagen anterior, la diferencia más apreciable se observa en la parte superior izquierda de la cabeza humeral. En el caso de la imagen 7 las diferencias observadas en la cabeza humeral son más notorias con respecto a la primera imagen. Sin embargo, en las tres imágenes la parte inferior del húmero se mantiene sin cambios.

Uno de los objetivos de éste trabajo fue hallar el tiempo mínimo a partir del cual es posible observar los daños óseos causados por la metástasis. De los resultados mostrados anteriormente es arriesgado concluir que a partir de la segunda radiografía empieza a observarse el daño óseo, por lo que es necesario usar otro método que ayude a tomar la decisión. Para ello decidimos escanear únicamente la cabeza humeral empleando la información contenida en las imágenes mostradas en las imágenes 2, 3 y 4.

En las figuras 1 a 3 se muestra el deterioro de la cabeza del húmero con el tiempo. La figura 1a muestra la distribución bidimensional de intensidad de un renglón que corresponde aproximadamente a la parte central de la cabeza humeral. La figura 1b muestra la distribución tridimensional de intensidad de la cabeza del húmero completa. Estos resultados son tomados como referencia para realizar la comparación.

La figura 2a muestra un renglón que corresponde aproximadamente a la parte central de la cabeza del húmero. La figura 2b muestra la distribución tridimen-



**Imagen 5.** Imagen de salida después de aplicar una ecualización local al histograma de la imagen 2.



**Imagen 6.** Imagen de salida después de aplicar una ecualización local al histograma de la imagen 3. Se observan pequeños cambios en la cabeza humeral.



**Imagen 7.** Imagen de salida después de aplicar una ecualización local al histograma de la imagen 4. La estructura de la cabeza humeral es diferente a las anteriores.

sional de intensidad de la cabeza del húmero. Se puede observar un cambio significativo en la distribución tridimensional pero éste es más claro en la gráfica del renglón desplegado. Ahí se puede observar un pequeño aumento en la amplitud de la curva, así como la pérdida de la "suavidad" de la curva con respecto a la curva mostrada en la figura 1a.

En la figura 3a se muestra otra vez un renglón que corresponde aproximadamente a la parte central de la cabeza humeral. Se puede observar cómo la dis-

tribución de intensidad es completamente diferente a las otras dos ya que ha cambiado significativamente. Nótese también cómo la distribución tridimensional mostrada en la figura 3b se ha modificado en la mayor parte de la cabeza humeral.

### Discusión

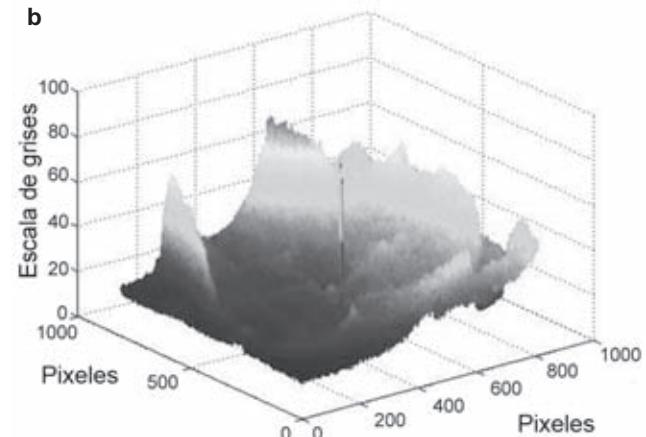
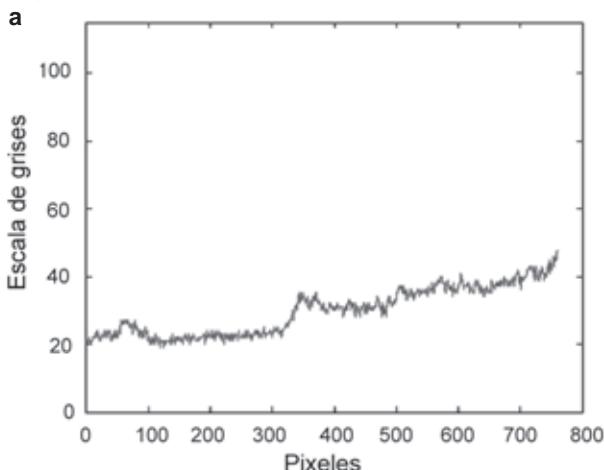
Los resultados confirman que después de la primera radiografía es posible observar cambios en la distribución de intensidad y, basados en el diagnóstico de la primera gammagrafía ósea, podemos afirmar que a partir de la segunda radiografía es posible observar perfectamente la metástasis ósea usando la técnica descrita.

Tomando como referencia la primera gammagrafía ósea creemos que, para este caso particular, si es posible observar la metástasis ósea temprana puesto que la segunda radiografía contiene la información de su inicio; sólo que para esto es necesario realizar un proceso digital. En este caso consideramos que el tiempo mínimo para observar la metástasis fue menor a dos meses contados a partir de que aparecieron las molestias del paciente.

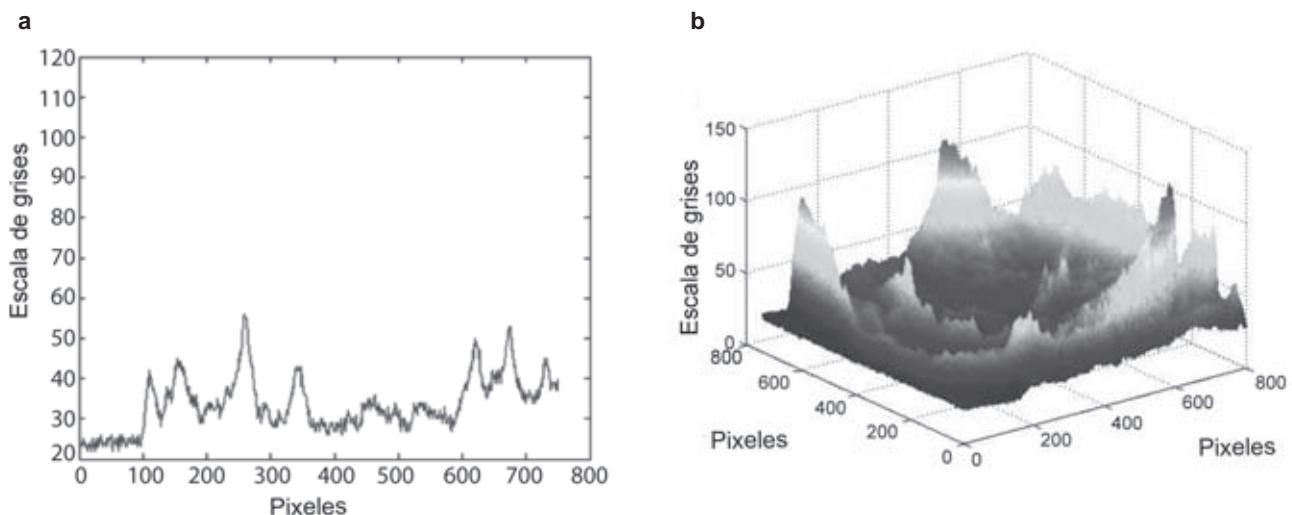
Cuando se evalúa una radiografía el diagnóstico que se propone no siempre es el más acertado, tal como sucedió con las radiografías mostradas. Sin embargo, usando procesado digital de imágenes es posible "observar" las cosas que, a simple vista, no podemos ver. Por ello consideramos que lo mejor es aplicar la técnica digital para evaluar radiografías con el propósito de detectar la metástasis ósea temprana e incrementar la precisión diagnóstica.

### In memorian

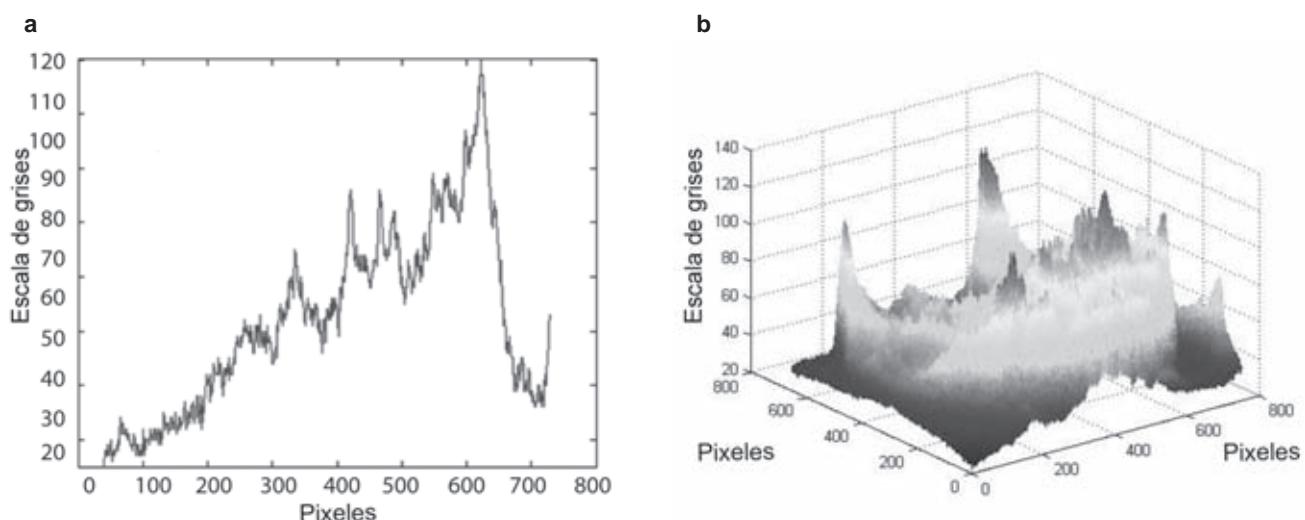
Adriana Hernández Rebollar.



**Figura 1.** Distribución de intensidad: 1a) de una fila; 1b) de la cabeza humeral.



**Figura 2.** Distribución de intensidad: 2a) de una fila; 2b) de la cabeza humeral.



**Figura 3.** Distribución de intensidad: 3a) de una fila; 3b) de la cabeza humeral.

## Referencias

1. Singh A and Rabani SA, Bone metastasis: Experimental and clinical Therapeutics, First ed. New Jersey: Humana Press, 2004.
2. Baert AL, Encyclopedia de diagnostic imaging, First ed. Berlin: Springer-Verlag, 2008.
3. Lerat JP, Cáncer óseo secundario [Conference], Centre Hospitalier Lyon-Sud, Disponible en: [http://www.lerat-orthopedie.com/ES/cours/diapositives/8\\_Power%20\\_P.Tumores/11-%20Cancer%20Ose%C20Secundario.ppt](http://www.lerat-orthopedie.com/ES/cours/diapositives/8_Power%20_P.Tumores/11-%20Cancer%20Ose%C20Secundario.ppt)
4. Jacox AK, Carr DB, Payne R., et al., Management of cancer pain, Texas (Tex); Agency for Health Care Policy and Research, 1994 March, Report No. 94-0592.
5. Ahuja AT, Antonio GE, Wang KT and Yuen HY, Case studies in medical imaging: radiology for students and trainees, First ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.
6. Garbayo AJ, Villafranca E, De blas A, Tejero A, Eslava E, Manterola A, et all, Metastatic bone disease: Diagnosis and treatment, Anales, 2004. Disponible en: <http://www.cfnavarra.es/salud/anales/textos/vol27/sup3/suple14a.html>.
7. Choong PF, The molecular basis of skeletal metastases, Clin Orthop Relat Res Suppl 2003;415:S19-30.
8. Canon CL, Radiology, First ed. New York: Mc. Graw Hill Medical, 2010.
9. Hamaoka T, Madewell JE, Podoloff DA, Hortobagyi GN, Hueno NT, Bone imaging in metastatic breast cancer, J Clin Oncol 2004;422:2942-2953.
10. González RC, Woods RE and Eddins SL, Digital Image Processing Using Matlab, Sec ed. Gatesmark: Tata McGraw-Hill, 2010.
11. González RG, Woods RE, Digital image processing, First ed. Wilmington: Addison-Wesley, 1992.