

## COMUNICACIÓN CORTA

# Corrección de atenuación en imágenes funcionales de gliomas cerebrales.

Attenuation correction in functional images of brain gliomas.

Roberto León Castellón\*, Mayra Sánchez León, Lissette Mejias Pérez, Rayner Menéndez Pérez, Lester Rodríguez Paleo

Hospital Clínico Quirúrgico "Hermanos Ameijeiras"

- Dirección actual, Hospital Universitario "General Calixto García"

Correspondencia: robertoleonc@infomed.sld.cu

Recibido: 2019-01-25 Aprobado: 2019-02-17

### RESUMEN

**Introducción:** La utilidad de las imágenes híbridas está creciendo, especialmente en enfermedades neuro-oncológicas. La corrección de atenuación permite mejorar la calidad de las imágenes de SPECT (Tomografía por Emisión de Fotón Único) cerebral y facilitan su interpretación. La corrección por CT (Tomografía Computarizada) ha mostrado ser superior a la corrección realizada por el método de Chang ya que establece límites de lesiones y estructuras más precisos y mejora el análisis semicuantitativo de regiones de interés.

**Casos Clínicos:** Presentamos las imágenes obtenidas por SPECT de cuatro pacientes con glioma cerebral de alto grado de malignidad; dos de ellas correspondientes a glioblastomas multiformes y otras dos a astrocitomas anaplásicos. A los cuatro pacientes se les realizó SPECT con <sup>99m</sup>Tc-MIBI. En los casos de glioblastoma multiforme la corrección de atenuación fue por método de Chang en uno de ellos y en otro por CT; de igual manera se procedió con los astrocitomas anaplásicos.

**Conclusión:** La corrección de atenuación por CT permitió evaluar con mayor precisión los gliomas cerebrales y las regiones de interés estudiadas utilizando la SPECT con <sup>99m</sup>Tc - MIBI en comparación con el método descrito por Chang.

**Palabras clave:** Glioma; Tecnecio; Tomografía computarizada de emisión de fotón único. (DeCS)

### INTRODUCCIÓN

Las técnicas de medicina nuclear proporcionan información funcional valiosa pero a menudo es difícil localizar un área precisa de anormalidad y en ocasiones con algunos radiotrazadores puede ser difícil determinar si un sitio de captación es fisiológico o patológico.(1,2)

La corrección de atenuación permite mejorar la calidad de las imágenes obtenidas por SPECT cerebral y facilitan su interpretación.(3)

Combinar la precisión de algunas de las técnicas de tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT) con la posibilidad de localizar las lesiones utilizando la CT resulta de gran utilidad ya que la tecnología híbrida de SPECT / CT proporciona una combinación óptima para obtener imágenes de mayor calidad ya que permite una correlación directa de información funcional y anatómica, lo que resulta en una mejor localización y definición de hallazgos gammagráficos.(1,4)

Análisis de casos

### SUMMARY.

**Introduction:** The usefulness of hybrid images is growing, especially in neuro-oncological diseases. The correction of attenuation allows to improve the quality of the brain SPECT images and facilitate their interpretation. The correction by CT has shown to be superior to the correction made by the Chang's method since it establishes more precise limits of injuries and structures and improves the semiquantitative analysis of interest regions.

**Clinical case:** We present the images obtained by SPECT of four patients with cerebral glioma of high degree of malignancy; two of them corresponding to glioblastomas multiforme and another two to anaplastic astrocytomas. All four patients underwent SPECT with <sup>99m</sup>Tc-MIBI. In the cases of glioblastoma multiforme, the correction of attenuation was by the Chang method in one of them and in another by CT; similarly, anaplastic astrocytomas were performed.

**Conclusion:** The correction of CT attenuation allowed to evaluate with greater precision the brain gliomas and the regions of interest studied using the SPECT with <sup>99m</sup>Tc - MIBI in comparison with the method described by Chang.

**Key words:** Glioma; Technetium; Single photon emission computed tomography. (MeSH)

Presentamos cuatro casos de gliomas de alto grado de malignidad: dos glioblastomas multiformes y dos astrocitomas anaplásicos. Los dos pacientes con diagnóstico anatomopatológico de glioblastoma multiforme tenían 57 y 68 años de edad y los pacientes con diagnóstico confirmado de astrocitoma anaplásico tenían 49 y 53 años. La clínica de debut de los cuatro pacientes fue: cefalea y crisis epilépticas.

A todos se les realizaron estudios planares de TC y RM de cráneo simple y contrastados y además SPECT con <sup>99m</sup>Tc-MIBI. En relación a este último estudio, en dos pacientes la corrección de atenuación fue por método de Chang y los dos restantes la corrección de atenuación fue por CT.

En la figura 1 se muestran las imágenes obtenidas por SPECT de los pacientes con diagnóstico confirmado de glioblastoma multiforme. La serie A pertenece al paciente a quien la corrección de atenuación se realizó por método de Chang y la serie B al paciente a quien se le realizó por CT.

Las imágenes de la serie B nos permiten una mejor evaluación no sólo de los límites funcionales del tumor sino también de su relación con estructuras vecinas que captan fisiológicamente el radiofármaco empleado, en estos casos al plexo coroides ipsilateral. En la serie A no se diferencia con claridad la captación tumoral más periférica de la del plexo coroides mencionado, sin embargo estas diferencias son claras en el paciente de la serie B a quien la corrección de atenuación se realizó por CT, lo cual permitió realizar no sólo un mejor análisis cualitativo sino también semicuantitativo entorno a índices de referencias, volumetría e índices de retención.

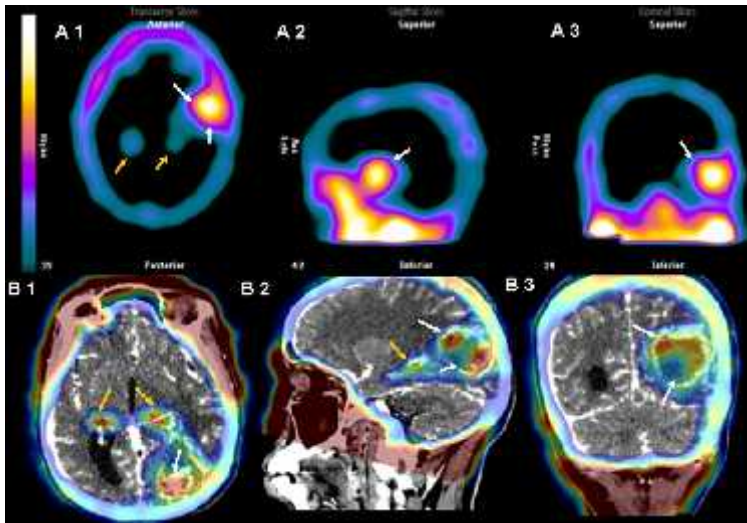


Figura 1. SPECT en glioblastomas multiformes. La serie A pertenece a estudios de SPECT realizados con corrección de atenuación por método de Chang; en flechas blancas se muestra el glioma y en flechas amarillas los plexos coroides. La serie B pertenece a estudios de SPECT realizados con corrección de atenuación por CT; en flechas blancas se muestra el glioma y en flechas amarillas los plexos coroides.

En la figura 2 se muestran las imágenes obtenidas por SPECT de los pacientes con diagnóstico confirmado de astrocitoma anaplásico. La serie A pertenece al paciente a quien la corrección de atenuación se realizó por método de Chang y la serie B al paciente a quien se le realizó por CT.

Estas imágenes muestran características semejantes a la figura 1. Las imágenes funcionales del paciente de la serie C no permiten distinguir la captación tumoral más periférica de la captación fisiológica del plexo coroides mientras que en las imágenes correspondientes al paciente de la serie D se diferencian con claridad la captación tumoral del resto de las captaciones fisiológicas de MIBI.

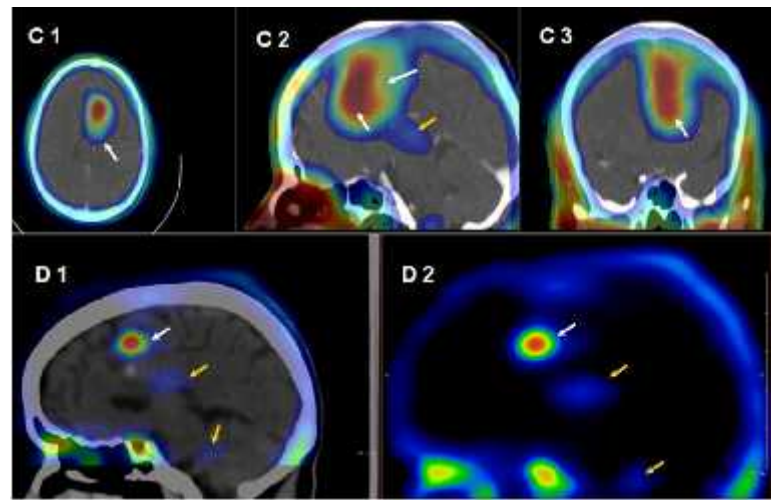


Figura 2. SPECT en astrocitomas anaplásicos. La serie C pertenece a estudios de SPECT realizados con corrección de atenuación por método de Chang; en flechas blancas se muestra el glioma y en flechas amarillas el plexo coroides. La serie D pertenece a cortes sagitales de estudios de SPECT realizados con corrección de atenuación por CT; en flechas blancas se muestra el glioma y en flechas amarillas el plexo coroides.

No pretendemos en este artículo realizar una discusión clínica de estos casos; esta se realizará en torno a las diferencias entre los métodos de corrección de atenuación empleados.

## DISCUSIÓN

Las imágenes moleculares se vienen empleando en los últimos años no sólo para tratar de discriminar el grado de malignidad de los gliomas, sino también para el seguimiento de los pacientes neurooncológicos, para diferenciar la recidiva tumoral de la radionecrosis (5-10) y para establecer pronóstico de supervivencia en estos pacientes. (11-13)

Sin embargo, las imágenes gammagráficas planas, limitan la detectabilidad de lesiones y la eficacia de estos estudios diagnósticos debido a la superposición de órganos y estructuras que producen una reducción en su contraste y calidad. (14,15)

Desde los inicios de los años 80 se identificó el valor de los estudios resultantes de la fusión de imágenes anatómicas y funcionales adquiridas de forma independiente, siendo el cerebro el pionero en el logro de este objetivo. (3,15)

La cuantificación confiable de la distribución del radiotrazador en SPECT requiere una precisa corrección de atenuación. (16)

En comparación con el método de corrección de atenuación de Chang convencional, la corrección de atenuación basada en TC ofrece un claro beneficio a través de su capacidad para corregir la atenuación no uniforme de los fotones dentro del objeto. (17)

La corrección de atenuación permite mejorar la calidad de las imágenes de SPECT cerebral y facilitan su interpretación. La corrección por CT ha mostrado ser superior a la corrección realizada por el método de Chang, en especial para definir mejor los límites de una lesión, especialmente cuando se localiza en zonas donde fisiológicamente pudiera existir captación del radiofármaco empleado, y para realizar el análisis semicuantitativo de regiones de interés. (3,15)

El procedimiento descrito por Chang (18) para la corrección de atenuación es usualmente aplicado y ha demostrado suficiente fiabilidad. Sin embargo, la utilización con este fin de las tomografías computarizadas individuales producen resultados más precisos.(3,19) En particular, para establecer límites, la corrección de atenuación tiene una influencia significativa tanto para su evaluación cuantitativa como para el diagnóstico clínico resultante.(3,20, 21)

Por otra parte puede mejorar la definición estandarizada y el posicionamiento de las regiones de interés, particularmente en conjuntos de datos con captación patológica baja.(3,21)

Al complementar las imágenes de biodistribución del compuesto marcado que ofrece el SPECT, con la información anatómica derivada de la CT, se incrementa la exactitud de los cálculos de las dosis absorbidas por pacientes sometidos a la terapia con radionucleidos y se optimizan los procesos de planificación de la terapia, predicción de la respuesta a los tratamientos y evaluación de la correlación entre la eficacia terapéutica y las dosis recibidas por órganos y tejidos diana.(15)

Con el advenimiento de los sistemas modernos de SPECT / CT que contienen escáneres de TC de última generación, es posible realizar diagnósticos de enfermedades que tienen como diana el cerebro en una sola sesión utilizando imágenes híbridas.(3,22)

Todo ello ofrece oportunidades que permiten evaluar patologías neurovasculares y estenosis carotídea, e incluso para diagnosticar la muerte encefálica a través del examen de perfusión cerebral. (3,22)

La utilidad de la SPECT / TC está creciendo, especialmente en enfermedades oncológicas. El corregistro con CT permite mayor sensibilidad y especificidad de los hallazgos ganmagráficos, de las terapias aplicadas y reduce notablemente el número de hallazgos que pueden generar dudas. La superioridad de la SPECT / TC sobre los estudios ganmagráficos planares ha sido claramente demostrada. (3,22)

Utilizando la corrección de atenuación por el método de Chang en una serie de 102 pacientes con diagnóstico anatomopatológico de glioma cerebral quedó demostrada la utilidad de este método y de la <sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT para la diferenciación de los gliomas cerebrales de acuerdo al grado de malignidad (alto vs bajo); el mejor parámetro para ello resultó el índice de retención del radiofármaco medido a través de la razón: índice tumor – corteza contralateral en fase tardía / índice tumor – corteza contralateral en fase temprana.(23)

Li y colaboradores compararon la utilidad de la <sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose (FDG) PET (Tomografía por Emisión de Positrones) y de la <sup>11</sup>C-methionine (MET) PET utilizando la corrección por CT para detectar e identificar recidivas tumorales de gliomas cerebrales. En este estudio la <sup>11</sup>C-methionine (MET) PET se mostró superior para este propósito; lo cual debe estar justificado en la baja captación de la Metionina en el tejido cerebral sano.(24)

Un estudio prospectivo demostró que la <sup>18</sup>F-FDOPA PET/CT tiene mejor sensibilidad y especificidad que la <sup>18</sup>F-FDG PET/CT para identificar recurrencia tumoral en pacientes operados de gliomas cerebral, especialmente de bajo grado. En este estudio se utilizó la corrección de atenuación por CT. (25)

Utilizando la corrección de atenuación por CT Madhavi y colaboradores demostraron que los estudios con <sup>18</sup>F-FDOPA son superiores a los realizados con <sup>18</sup>F-FLT y con <sup>18</sup>F-FDG para la visualización de gliomas cerebrales de bajo grado y las recidivas tumorales. La <sup>18</sup>F-FLT PET no debe emplearse para identificar las recurrencias tumorales de gliomas de bajo grado de malignidad.(26)

Un estudio demostró que en relación a la corrección por método de Chang la corrección por CT mejoró la sensibilidad y especificidad del análisis semicuantitativo en 35 voluntarios sanos y en 15 pacientes. (27)

Lange y colaboradores demostraron que la corrección por CT mejora notoriamente la interpretación cualitativa y el estudio semicuantitativo de las imágenes obtenidas por SPECT, pero advierten que su uso rutinario expone al paciente a una dosis adicional de radiación.(28)

#### CONCLUSIÓN

La corrección de atenuación por CT permitió evaluar con mayor precisión los gliomas cerebrales y las regiones de interés estudiadas utilizando la SPECT con <sup>99m</sup>Tc – MIBI en comparación con el método descrito por Chang.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

#### CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Roberto León Castellón. Autor principal, indicación e interpretación de las SPECT-CT Cerebral, revisión de la bibliografía, escritura del artículo.

Mayra Sánchez León. Revisión de la bibliografía, contribución a la escritura del artículo.

Lissette Mejías Pérez. Interpretación e informe de las SPECT-CT Cerebral, revisión de la bibliografía.

Rayner Menéndez Pérez. Interpretación de las SPECT-CT Cerebral, revisión de la bibliografía.

Lester Rodríguez Paleo. Interpretación de las SPECT-CT Cerebral, revisión de la bibliografía.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Schillaci O. Single-photon emission computed tomography/computed tomography in lung cancer and malignant lymphoma. *Semin Nucl Med.* 2006;36(4):275-85.
2. Jure F, Hodoli M. SPECT/CT for tumour imaging. *Arch Oncol.* 2012;20(3-4):121-6.
3. Buck AK, Nekolla S, Ziegler S, Beer A, Krause BJ, Herrmann K, et al. SPECT/CT. *J Nucl Med* 2008; 49(8): 1305-19.
4. Ruf J, Seehofer D, Denecke T, Stelter L, Rayes N, Felix R, et al. Impact of image fusion and attenuation correction by SPECT-CT on the scintigraphic detection of parathyroid adenomas. *Nuklearmedizin.* 2007;46(01):15-21.
5. Jena A, Taneja S, Gambhir A, Mishra A, D'souza M, Verma S. Glioma recurrence versus radiation necrosis: single-session multiparametric approach using simultaneous O-(2-<sup>18</sup>F-fluoroethyl)-L-Tyrosine PET/MRI. *Clinical nuclear medicine.* 2016; 41(5):228-36.

6. Henriksen O, Marner L, Law I. Clinical PET/MR imaging in dementia and neuro-oncology. *PET clinics*. 2016; 11(4):441-52.
7. Marner L, Henriksen O, Lundemann M, Larsen V, Law I. Clinical PET/MRI in neurooncology: opportunities and challenges from a single-institution perspective. *Clinical and Translational Imaging*. 2017; 3(1):1-15.
8. Marner L, Nysom K, Sehested A, Borgwardt L, Mathiasen R, Wehner P, et al. RA-07 Feasibility of early postoperative 18f-fet pet/mri after surgery for brain tumor in pediatric patients. *Neuro-Oncology*. 2016; 18(3):166-67.
9. Blog J. MR-Based Attenuation Correction in Brain PET/MR Studies: A Short Review. *Journal of Diagnostic Imaging in Therapy*. 2017; 4(1):29-34.
10. León Castellón R, López Díaz A, Martín Escuela JM, Miranda Hernández JL, Fernández Cue L, Salva Camaño. SPECT cerebral con 99mTc- MIBI para diferenciar una lesión vascular isquémica de un tumor cerebral. Presentación de dos casos. *Archivo del Hospital Universitario General Calixto García*. 2016;4(2):59-63.
11. Cicuendez M, Lorenzo-Bosquet C, Cuberas-Borrós G, Martínez-Ricarte F, Cordero E, Martínez-Saez E et al. Role of 11C methionine positron emission tomography in the diagnosis and prediction of survival in brain tumours. *Clinical neurology and neurosurgery*. 2015; 13(9): 328-33.
12. Belohlavek O, Fencel P, Majovsky M, Jaruskova M, Benes V. FLT-PET in previously untreated patients with low-grade glioma can predict their overall survival. *Nuclear Medicine Review.*, 2014; 17(1):7-12.
13. Yoo M, Paeng J, Cheon G, Lee D, Chung J, Kim E, et al. Prognostic value of metabolic tumor volume on 11C-methionine PET in predicting progression-free survival in high-grade glioma. *Nuclear medicine and molecular imaging*. 2015; 49(4):291-97.
14. Seo Y, Aparici CA, Hasegawa BH. Technological Development and Advances in SPECT/CT. *Semin Nucl Med*. 2008; 38(3): 177-98.
15. Perera A, Torres LA, Vergara A, Batista JF, Prats A. SPECT/CT: principales aplicaciones en la medicina nuclear. *Nucleus*.2017;62: 2-9.
16. Pazhenkottil AP, Ghadri JR, Nkoulou RN, Wolfrum M, Buechel RR, Kuest SM, et al. Improved Outcome Prediction by SPECT Myocardial Perfusion Imaging After CT Attenuation Correction. *Journal of Nuclear Medicine*. 2011;52(2):196-200.
17. Shimosegawa E, Fujino K, Kato H, Hatazawa J. Quantitative CBF Measurement Using an Integrated SPECT/CT System: Validation of Three-Dimensional Ordered-Subset Expectation Maximization and CT-Based Attenuation Correction by Comparing with O-15 Water PET. *Annals of Nuclear Medicine*. 2013;27(9):822-833.
18. Chang L. A method for attenuation correction in radionuclide computed tomography. *IEEE Trans Nucl Sci*. 1978;25(1):638-43.
19. Hayashi M, Deguchi J, Utsunomiya K, Yamada M, Komori T, Takeuchi M, et al. Comparison of methods of attenuation and scatter correction in brain perfusion SPECT. *J Nucl Med Technol*. 2005;33(4):224-29.
20. Kalki K, Blankespoor SC, Brown JK, Hasegawa BH, Dae MW, Chin M., et al. Myocardial perfusion imaging with a combined x-ray CT and SPECT system. *Journal of Nuclear Medicine*. 1997;38(10), 1535-39.
21. Van Laere K, Koole M, D'Asseler Y, Versijpt J, Audenaert K, Dumont F, et al. Automated stereotactic standardization of brain SPECT receptor data using single-photon transmission images. *J Nucl Med*. 2001;42(2):361-75.
22. Szekeres S, Schmidt E, Szabó Z, Bán Z, Zámbo K. Novelties and New Potentials in the Clinical Application of SPECT/CT Imaging. *J Nucl Med Radiat Ther*. 2016; 7:298.
23. León Castellón R, Gómez Viera N, Salva Camaño S, López Díaz A, Castro Jiménez M, Martín Escuela JM. Predictores clínicos y de imagen funcional con 99mTecnecio-*sestamibi* para diferenciar el grado de malignidad en gliomas cerebrales. *Acta Neurol Colomb*. 2017;33(2):74-83.
24. Li DL, Xu YK, Wang QS, Wu HB, Li HS. 11C-methionine and 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography/CT in the evaluation of patients with suspected primary and residual/recurrent gliomas. *Chinese medical journal*. 2012;125(1):91-96.
25. Karunanithi S, Sharma P, Kumar A, Chandra BK, Pada GB, Kumar R, et al. 18F-FDOPA PET/CT for detection of recurrence in patients with glioma: prospective comparison with 18F-FDG PET/CT. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*.2013;40(7):1025-35.
26. Madhavi T, Rajnish S, D'Souza M, Abhinav J, Panwar P; Varshney R,et al. Comparative Evaluation of F-18 FDOPA, F-18 FDG, and F-18 FLT-PET/CT for Metabolic Imaging of Low Grade Gliomas. *Clinical Nuclear Medicine*. 2009;34(12):878-83.
27. Kato H, Shimosegawa E, Fujino K, Hatazawa J. CT-Based Attenuation Correction in Brain SPECT/CT on Voxel-Based Statistical Analyses. *PLoS ONE*. 2016;11(7): e0159505.
28. Lange C, Seese A, Schwarzenböck S, Steinhoff K, Umland-Seidler B, Krause BJ, et al. CT-Based Attenuation Correction in I-123-Ioflupane SPECT. *PloS one*. 2014;9(9):e108328.