

Tomografía de emisión por fotón único con ^{99m}tecnecio-metoxi-isobutil-isonitrilo para el diagnóstico de las metástasis cerebrales

Single photon emission tomography with ^{99m}technetium-methoxy-isobutyl-isonitrile for brain metastases diagnosis

Roberto León Castellón^{1*}

Mayra Sánchez León²

Gilberto Durán Torres²

Nelson Gómez Viera³

Rainer Menéndez Pérez³

Juan Miguel Martín Escuela³

Lester Rodríguez Paleo³

Rosa María Real Cancio³

¹Servicio de Neurología. Hospital Universitario “General Calixto García”. La Habana, Cuba.

²Servicio de Medicina Intensiva y Emergencias. Hospital Universitario “General Calixto García”. La Habana, Cuba.

³Hospital Clínico Quirúrgico “Hermanos Ameijeiras”. La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: robertoleonc82@gmail.com

RESUMEN

Objetivo: Demostrar la utilidad de la tomografía de emisión por fotón único con 99m tecnecio-metoxi-isobutil-isonitrilo para el diagnóstico de metástasis cerebral y su diferenciación de una lesión infecciosa.

Caso clínico: Paciente masculino de 65 años de edad que comenzó con crisis focales mioclónicas del miembro superior derecho. Se asociaba a una oftalmoparesia externa progresiva izquierda. Se le realizó una resonancia magnética craneal simple y con gadolinio. Las características de las lesiones parietal izquierda y a nivel del mesencéfalo no fueron concluyentes para establecer un diagnóstico etiológico. Se indicó una tomografía de emisión por fotón único con 99m tecnecio-metoxi-isobutil-isonitrilo para esclarecer la naturaleza de la lesión, la cual se realizó en el Hospital Clínico Quirúrgico “Hermanos Ameijeiras”. Este estudio evidenció captación del radiofármaco en ambas lesiones. También se comprobó una captación temporal izquierda en una zona que no se observa lesión en el estudio de resonancia magnética simple ni contrastada. Atendiendo a que todas las lesiones captaban radiofármaco, y que la captación de este radiofármaco en el cerebro solo ocurre en lesiones tumorales, se diagnosticó que la etiología de las lesiones era metastásica.

Conclusiones: El procedimiento resultó una herramienta diagnóstica útil para identificar de manera no invasiva las lesiones metastásicas cerebrales y excluir lesiones infecciosas en el paciente.

Palabras clave: neoplasias encefálicas; tecnecio; tomografía computarizada de emisión de fotón único.

ABSTRACT

Objective: To demonstrate the value of single photon emission tomography with 99m technetium-methoxy-isobutyl-isonitrile for brain metastasis diagnosis and the differentiation from an infectious lesion.

Clinical case: A 65-year-old male patient started with myoclonic focal seizures of the right upper limb. Left progressive external ophthalmoparesis was associated. A simple cranial magnetic resonance with gadolinium was performed. The characteristics of the left parietal lesions and the mesencephalon level were not conclusive to establish an

etiological diagnosis. A single-photon emission tomography with 99m technetium-methoxy-isobutyl-isonitrile was indicated to clarify the nature of this lesion, which was performed at Hermanos Ameijeiras Hospital. This study showed uptake of the radiopharmaceutical in both lesions. A left temporal uptake was also found in an area that is not observed lesion in the simple or contrasted magnetic resonance study. Considering that all the lesions captured the radiopharmaceutical, and that the uptake of this radiopharmaceutical in the brain only occurs in tumor lesions, the etiology of the lesions was diagnosed as metastatic.

Conclusions: The procedure was a useful diagnostic tool to non-invasively identify the metastatic brain lesions and exclude infectious lesions in the patient.

Keywords: encephalic neoplasms; technetium; single photon emission computed tomography.

Recibido: 11/04/2018

Aprobado: 27/05/2018

INTRODUCCIÓN

El diagnóstico de metástasis cerebral puede ser en ocasiones difícil, sobre todo cuando no se conoce la existencia de un tumor primario y cuando las lesiones en tomografía computarizada (TC) y resonancia magnética (RM) craneal no son concluyentes.

La tomografía por emisión de fotón único (SPECT) y la tomografía por emisión de positrones (PET) son herramientas viables para la obtención de imágenes de tumores cerebrales. También proporcionan informaciones que no pueden obtenerse mediante otras modalidades de imágenes anatómicas:

- Correlación con el grado de malignidad y, por tanto, puede usarse como un indicador de diagnóstico y/o pronóstico.
- Identificación de la recurrencia tumoral en estudios posoperatorios.

- Diferenciación entre recurrencia tumoral y radionecrosis.
- Diferenciación entre lesión tumoral y otras enfermedades del sistema nervioso central.⁽¹⁾

Las imágenes moleculares de tumores cerebrales continúan evolucionando y expandiéndose a medida que se dispone de nuevos radiofármacos. Actualmente, dos compuestos trazadores principales: ²⁰¹Talio y Tecnecio (Tc) - ^{99m}Metoxi Isobutil Isonitrilo (MIBI) están ampliamente disponibles para imágenes de SPECT.⁽¹⁾

El objetivo del artículo es demostrar la utilidad de la tomografía de emisión por fotón único con ^{99m}tecnecio-metoxi-isobutil-isonitrilo para el diagnóstico de metástasis cerebral y su diferenciación de una lesión infecciosa.

CASO CLÍNICO

Anamnesis y examen clínico

Paciente masculino de 65 años de edad con antecedentes de hipertensión arterial y diabetes mellitus tipo 2. Comenzó con crisis focales mioclónicas del miembro superior derecho. Al examen físico se detectó una monoparesia braquial derecha (fuerza muscular 4/5) y una oftalmoparesia externa progresiva izquierda.

Exámenes especiales

Se realizó una RM craneal donde se observó una lesión hiperintensa en FLAIR (recuperación de inversión atenuada de fluido, por sus siglas en inglés) con un área en su interior difusa e hipointensa de localización parietal izquierda, la cual se comportaba hipointensa en T1, bien delimitada, de aspecto quístico, con discreto edema perilesional, que no desplazaba al sistema ventricular. Existía otra lesión difusa e hiperintensa en FLAIR a nivel del mesencéfalo (Fig. 1).

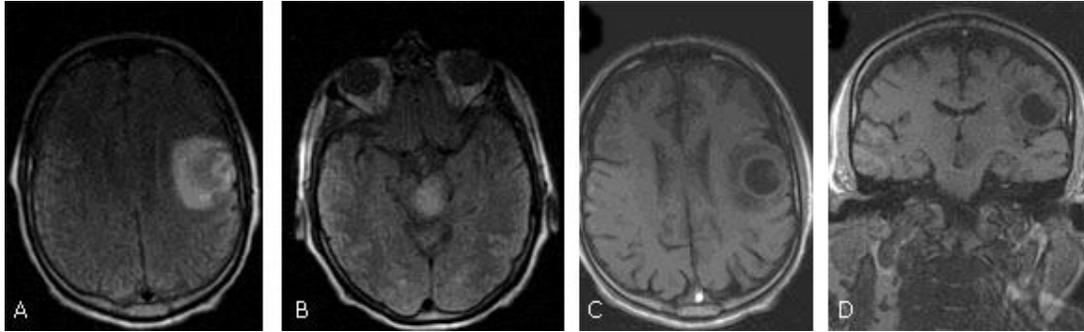


Fig. 1 - Imagen de resonancia magnética craneal. A, C y D) Lesión parietal izquierda y B) Lesión en el mesencéfalo con edema perilesional.

En la RM craneal con gadolinio las dos lesiones reportadas tenían característica anular, estaban bien delimitadas. La lesión parietal izquierda tenía, además, en su interior y en su borde más externo una zona más hiperintensa con captación de contraste y otra más pequeña en contacto con el borde más interno. (Fig. 2).

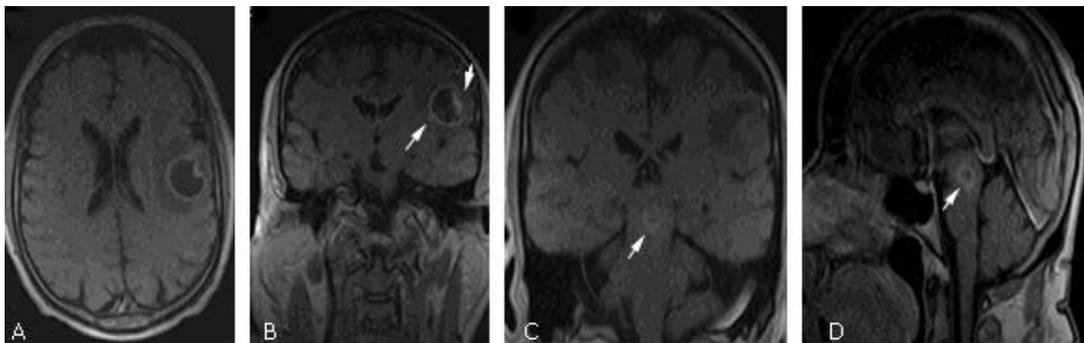


Fig. 2 - Imagen de resonancia magnética craneal con gadolinio con captación anular en ambas lesiones. A y B. Lesión parietal izquierda. C y D. Lesión en el mesencéfalo izquierdo.

El estudio citoquímico, serológico, bacteriológico y citológico del líquido cefalorraquídeo resultó normal. Sin embargo, debido a las características imagenológicas, había duda en relación con la etiología tumoral o infecciosa. Por ello se decidió realizar una SPECT/CT con Tc-MIBI en el Hospital Clínico Quirúrgico “Hermanos Ameijeiras”. Se evidenció captación del radiofármaco en ambas lesiones y otra captación temporal izquierda en una zona que no se observa en el estudio de

resonancia magnética simple y contrastada (Fig. 3). Debido a que todas las lesiones captaban radiofármaco, y que la captación de este radiofármaco en el cerebro solo ocurre en lesiones tumorales, se diagnosticó que la naturaleza de las lesiones era metastásica.

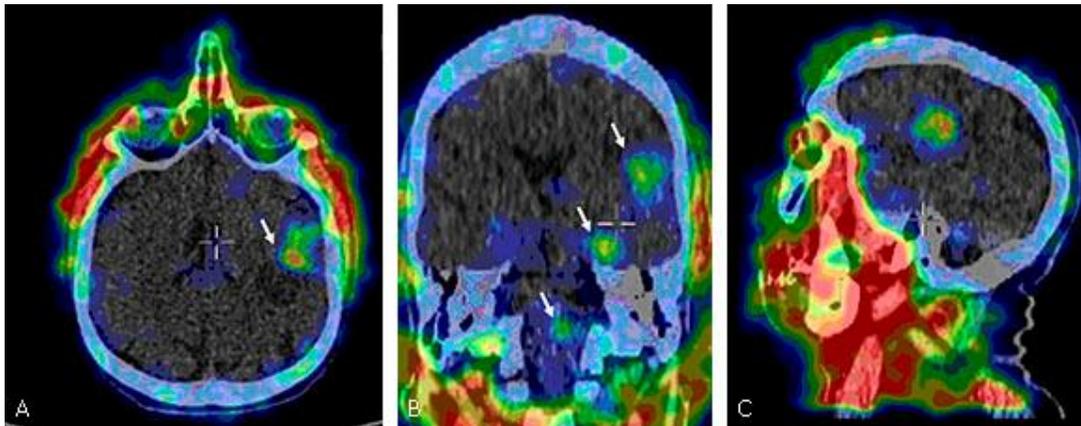


Fig. 3 - Tomografía de emisión por fotón único con 99m tecnecio-metoxi-isobutil-isonitrilo (craneal). A, B y C) Intensa captación de radiofármaco en lesión parietal izquierda, B) Intensa captación de radiofármaco en mesencéfalo y captación en región temporal medial izquierda.

Tratamiento y evolución

Debido al número de lesiones se consideró que el paciente no era tributario de neurocirugía. Se le indicaron las dosis habituales de fenitoína y dexametasona. Fue trasladado a su casa por decisión familiar donde falleció luego de tres meses de cuidados paliativos.

DISCUSIÓN

La medicina nuclear contribuye a explorar las causas moleculares de las enfermedades con el objetivo de contribuir a su diagnóstico y tratamiento. Para controlar su evolución, antes de que sean evidentes con técnicas de imágenes morfológicas convencionales o parámetros de laboratorio, es necesario analizar las alteraciones moleculares funcionales en vivo mediante modalidades moleculares específicas no invasivas que proporcionen información morfofuncional y bioquímica en vivo.⁽²⁾

Muchas enfermedades no neoplásicas del sistema nervioso central pueden simular tanto clínica como imagenológicamente tumores primarios o metastásicos cerebrales. Aquí se incluyen: radionecrosis, esclerosis múltiple, trombosis de senos venosos duros, sífilis, abscesos cerebrales (bacterianos, micóticos o parasitarios), entre otras.^(3,4) Para investigar los tumores cerebrales primarios y metastásicos se pueden emplear diversos radiofármacos: ^{201}Tl (^{201}Tl), $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sestamibi ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI), $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -tetrofosmina y ^{123}I -yodo-*-metil-L-tirosina* (^{123}I MT).⁽²⁾

Los radiofármacos de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ son ideales para la obtención de imágenes de SPECT/CT debido a las características radionucleídicas del $^{99\text{m}}\text{Tc}$: vida media corta de seis horas, emisión gammamono-energética (140 keV) y asequible a bajo costo a partir de un generador de molibdeno ($^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$). Químicamente, el tecnecio (del griego *technetos*, que significa artificial) es un metal de transición muy versátil, que puede formar compuestos y complejos con muchas moléculas.⁽⁵⁻⁷⁾

El $^{99\text{m}}\text{Tc}$ - MIBI es un catión que queda atrapado dentro de las mitocondrias en relación con el potencial negativo de la membrana interna mitocondrial. El tejido cerebral normal no capta $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI, con la excepción del plexo coroideo y la hipófisis. Se ha descrito captación de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI en los tumores cerebrales primarios y secundarios.⁽⁸⁾

El $^{99\text{m}}\text{Tc}$ MIBI es normalmente excluido de las neuronas del encéfalo por la barrera hematoencefálica. Los tumores gliales de alto grado y otros tumores malignos como los meduloblastomas, los linfomas primarios cerebrales y las metástasis cerebrales de tumores sistémicos muestran una elevada captación de MIBI. Ello está relacionado con el porcentaje de células en fase S y el nivel de aneuploidía del tumor cerebral.^(4,9-11) Los estudios con ^{201}Tl pueden diferenciar el linfoma cerebral de la neurotoxoplasmosis, pero son muy reducidos los estudios sobre este tema. Generalmente, un índice lesión/fondo (*T/N ratio*) superior a 2,5 es indicativo de linfoma cerebral en pacientes con HIV, el cual es generalmente ^{201}Tl y ^{67}Ga positivo, mientras que la neurotoxoplasmosis es ^{201}Tl negativa y ^{67}Ga positiva.^(4,12)

En 2006 se describió que el índice medio de captación de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ - MIBI en 27 metástasis cerebrales era muy alto ($28,3 \pm 23,8$), con variabilidad amplia en las medidas individuales (rango 3,3 - 85).⁽¹³⁾ *Palumbo* y otros señalaron que hay mucha información disponible internacionalmente sobre el papel de las modalidades de imagen molecular

en la detección de tumores cerebrales primarios, no así sobre las metástasis cerebrales; no obstante, la poca información que hay sobre las metástasis es muy promisoría.⁽¹⁴⁾

En el estudio de *Alam* y otros se sugiere el uso del ^{99m}Tc glucoheptonato SPECT para la gradación tumoral prequirúrgica pues se detectó que los tumores de alto grado mostraron un índice T/N significativamente más alto que el normal. Además manifiestan que el índice Tmax/N contribuye a discriminar entre lesiones metastásicas y no metastásicas.⁽¹⁵⁾

En una investigación de pacientes con glioma, se realizó una comparación entre el ²⁰¹Talio y ^{99m}Tc-MIBI, sin mostrar diferencias significativas entre las curvas de sensibilidad y especificidad tanto para la fase temprana como tardía. No obstante, debe señalarse que los mayores valores predictivos fueron para el ^{99m}Tc-MIBI en fase tardía.⁽¹⁶⁾ Sin embargo, *Karunanithi* y otros realizaron un estudio con 30 pacientes con glioma en el que se comparó la sensibilidad, especificidad y precisión diagnóstica de la SPECT con ^{99m}Tc-MIBI. El resultado fue 86,4 % de sensibilidad, 62,5 % de especificidad y 80 % de precisión diagnóstica.⁽¹⁷⁾

En otra investigación sobre la cuantificación absoluta de la actividad en fase tardía para identificar gliomas de alto grado se pudo observar 98,9 % de sensibilidad, 94 % de especificidad, 63 % de valor predictivo positivo y 0,98 % de valor predictivo negativo, con un área bajo la curva de 0,893 para el ^{99m}Tc-MIBI. El mejor parámetro para predecir el grado de malignidad fue la razón: índice tumor – corteza contralateral en fase tardía / índice tumor – corteza contralateral en fase precoz.⁽¹⁸⁾

En una paciente con diagnóstico de leucemia mieloide crónica en crisis blástica fue demostrada la utilidad del ^{99m}Tc-MIBI. Se pudo diferenciar una metástasis cerebral de un absceso cerebral piógeno ya que no existió captación de ^{99m}Tc-MIBI.⁽⁴⁾ Tampoco se ha encontrado captación de este radiofármaco en criptocomas. (Fig. 4)

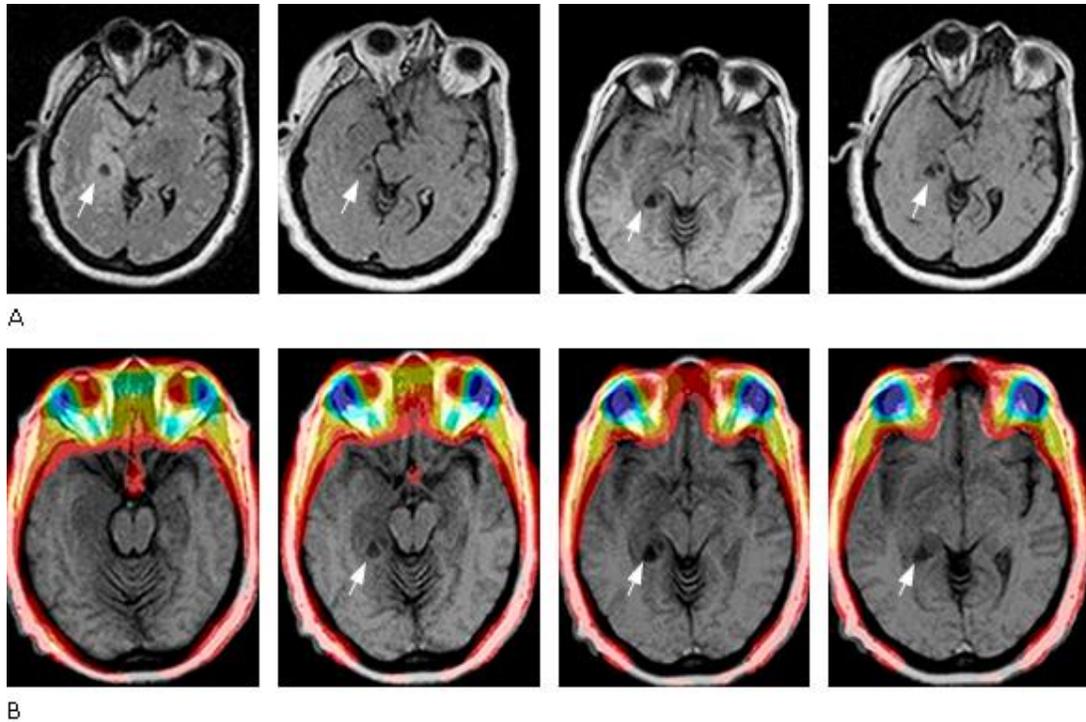


Fig. 4 - Fusión de resonancia magnética - tomografía de emisión por fotón único con ^{99m}Tc -metoxi-isobutil-isonitrilo (craneal). A) Resonancia magnética craneal. Lesión bilobulada temporal medial derecha que no capta gadolinio. B) Fusión Tc-MIBI SPECT- RM craneal. No existe captación de radiofármaco en la lesión reportada.

Las lesiones por toxoplasmosis cerebral, que generalmente se observan en pacientes que están inmuno comprometidos por VIH/SIDA, cáncer o quimioterapia, se dirigen a los ganglios basales hasta en un 75 % de los casos. Sin embargo, las lesiones en el tallo cerebral son posibles. Generalmente, son múltiples y pueden causar efecto de masa. Su signo característico es la asimetría que se ve en la RM o en la TC, en la que un absceso en forma de anillo contiene abscesos de menor tamaño y nódulos excéntricos. La ^{18}F FDG-PET, ^{201}Tl - SPECT y la ^{99m}Tc -MIBI SPECT pueden ser útiles para distinguir toxoplasmosis de un tumor.⁽¹⁹⁾

La rombencefalitis por listeria es una entidad rara que se ha descrito a través de series de casos que se manifiestan con un curso clínico bifásico clásico caracterizado por un pródromo temprano de fiebre, cefalea, náuseas y vómitos seguidos de parálisis asimétrica y progresiva de nervios craneales, signos cerebelosos, hemiparesia y pérdida del conocimiento.^(19,20)

En los informes de casos, la resonancia magnética revela hiperintensidades mal definidas en T2 y en secuencias potenciadas de difusión. La tomografía de emisión por fotón único de perfusión con ^{99m}Tc -HMPAO muestra hipoperfusión cerebelosa.^(19,20)

Las imágenes moleculares se están empleando para tratar de discriminar el grado de malignidad de los gliomas cerebrales. En el seguimiento de los pacientes neuroncológicos se utiliza para diferenciar la recidiva tumoral de la radionecrosis.⁽²¹⁻²⁶⁾

Una limitación del estudio es que no pudimos identificar la lesión tumoral primaria, ni realizar la necropsia. Por otra parte, las lesiones no fueron biopsiadas ni el paciente sometido a ningún tratamiento neuroquirúrgico donde hubiéramos podido obtener material de biopsia. No obstante, la presentación de este caso es novedosa pues se pudo demostrar la utilidad de la SPECT/CT con ^{99m}Tc -MIBI en la identificación de lesiones metastásicas cerebrales y en la exclusión de lesiones infecciosas cuando la resonancia magnética con gadolinio no es suficiente para establecer un diagnóstico etiológico.

Se precisan de futuras investigaciones con muestras más amplias para su generalización práctica. Sin embargo, el factor de costos económicos y la inyección de material radiactivo limitan su aplicación en la práctica médica. La resolución deficiente también restringe su uso clínico en el diagnóstico de los tumores cerebrales e implica el uso de las modalidades duales de neuroimágenes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Yeh R, Miloushev VZ, Ichise M. Positron Emission Tomography (PET) and Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT). En: Newton HB. Handbook of Neuro-Oncology Neuroimaging [Internet]. 2 ed. Oshio - Elsevier Ltd.; 2016 [citado: 07/04/2018]. p. 359-70. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/C2013-0-19190-8>
2. Palumbo B, Buresta T, Nuvoli S, Spanu A, Schillaci O, Fravolini ML. SPECT and PET Serve as Molecular Imaging Techniques and in Vivo Biomarkers for Brain Metastases. *Int J Mol Sci*. 2014;(15):9878-93.
3. Omuro A, Leite C, Mokhtari K, Delattre JY. Pitfalls in the diagnosis of brain tumours. *Lancet Neurol*. 2006;5(11):937-48.

4. León Castellón R, Cepero Llauger K, Rodríguez Rodríguez C, Castro Jiménez M, Fernández Cue L, López Díaz A, et al. SPECT cerebral con $^{99\text{Tc}}$ - MIBI para discriminar entre infiltración tumoral y absceso cerebral en casos de tomografía computarizada y resonancia magnética no concluyentes. Presentación de un caso. *Acta Neurol Colomb.* 2016;32(1):48-53.
5. Vallabhajosula S. *Molecular Imaging. Radiopharmaceuticals for PET and SPECT.* Berlin: Springer-Verlag; 2009.
6. León Castellón R, López Díaz A, Martín Escuela JM, Miranda Hernández JL, Fernández Cue L, Salva Camaño. SPECT cerebral con $^{99\text{m}}$ Tc- MIBI para diferenciar una lesión vascular isquémica de un tumor cerebral. Presentación de dos casos. *Archivo del Hospital Universitario General Calixto García [Internet].* 2016 [citado: 12/01/2018];4(2):59-63. Disponible en: <http://www.revcaxltxto.sld.cu/index.php/ahcg/article/view/132>
7. Ferro-Flores G, Arteaga de Murphy C. Estado actual y futuro de la gammagrafía SPECT/CT con Radiofármacos de $^{99\text{m}}$ Tc. *Rev Invest Clin.* 2007;59(5):373-81.
8. Albano D, Camoni L, Bosio G, Bertagna F. Incidental meningioma detected by using $^{99\text{m}}$ Tc-MIBI SPECT/CT. *Rev Esp Med NuclImagen.* 2017;36(5):333-4.
9. Gómez-Río M, Rodríguez-Fernández A, Ramos-Font C, López-Ramírez E, Llamas Elvira JM. Diagnostic accuracy of 201 Thallium-SPECT and $^{18\text{F}}$ -FDG-PET in the clinical assessment of glioma recurrence. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2008;35(8):966-75.
10. Deltuva VP, Jurkien N, Kulakien I, Bunevi ius A, Matukevi ius A, Tamašauskas A. Introduction of novel semiquantitative evaluation of $^{99\text{m}}$ Tc- MIBI SPECT before and after treatment of glioma. *Medicina (Kaunas).* 2012;48(1):15-21.
11. Arbizu J, Domínguez PD, Díez-Valle R, Vigil C, García-Eulate R, Zubietta JL, et al. Neuroimagen de los tumores cerebrales. *Rev Esp Med Nucl.* 2011;30(1):47-65.
12. Mitsutaka F. Single-photon agents for tumor imaging: ^{201}Tl , $^{99\text{m}}$ Tc-MIBI, and $^{99\text{m}}$ Tc-tetrofosmin. *AnnNucl Med.* 2004;18(2):79-95.
13. Shinoura N, Yamada R, Takahashi M, Nakamura O. Use of Tc- 99 MIBI SPECT for characterization of metastatic brain tumors: implications for surgery. *Clin Nucl Med.* 2006 Sep;31(9):538-40.

14. Palumbo B, Buresta T, Nuvoli S, Spanu A, Schillaci O, Fravolini ML, Palumbo I. SPECT and PET serve as molecular imaging techniques and in vivo biomarkers for brain metastases. *Int J Mol Sci.* 2014 Jun 3;15(6):9878-93. doi: 10.3390/ijms15069878.
15. Alam SS, Junaid SA, Ahmed SM. Evaluation of Technetium-99m glucoheptonate single photon emission computed tomography for brain tumor grading. *Asian J Neurosurg.* 2016 Apr-Jun;11(2):118-28. doi: 10.4103/1793-5482.177633.
16. Shibata Y, Yamamoto D, Takano S, Katayama W, Takeda T, Matsumura A. Direct comparison of Tl-201 and Tc-^{99m} MIBI SPECT of glioma by a receiver operating characteristic analysis. *J Clin Neurosci.* 2009;16(2):264-9.
17. Karunanithi S, Bandopadhyaya GP, Sharma P, Kumar A, Singla S, Malhotra A, et al. Prospective comparison of ^{99m}Tc- GHSPECT/CT and ¹⁸F-FDOPA PET/CT for detection of recurrent glioma: a pilot study. *Clin Nucl Med.* 2014;39(2):121-8.
18. 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 ⁹⁹Tecnecio-sestamibi para diferenciar el grado de malignidad en gliomas cerebrales. *Acta Neurol Colomb.* 2017;33(2):74-83.
19. De Salvo MN. Radiation necrosis of the pons after radiotherapy for nasopharyngeal carcinoma: Diagnosis and treatment. *J Radiol Case Rep.* 2012 Jul;6(7):9-16.
20. Sahin S, Arisoy AS, Topkaya AE, Karsidag S. Brain-stem listeriosis: a comparison of SPECT and MRI findings. *Med Gen Med.* 2006;8(4):47.
21. Marner L, Henriksen O, Lundemann M, Larsen V, Law I. Clinical PET/MRI in neurooncology: opportunities and challenges from a single-institution perspective. *Clin Transl Imaging.* 2017;3(1):1-15.
22. Belliveau J, Bauman G, Macdonald D. Detecting tumor progression in glioma: current standards and new techniques. *Expert Rev Anticancer Ther.* 2016;16(11):1177-88.
23. Moller S, Law I, Munck Af Rosenschold P, Costa J, Poulsen H, Engelholm S. Prognostic value of ¹⁸F- FET PET imaging in re-irradiation of high-grade glioma: Results of a phase I clinical trial. *Radiother Oncol.* 2016;121(1):132-7. doi: 10.1016/j.radonc.2016.08.014.

24. Henriksen O, Larsen V, Muhic A, Hansen A, Larsson H, Poulsen H, et al. Simultaneous evaluation of brain tumour metabolism, structure and blood volume using [¹⁸F] fluoroethyltyrosine (FET) PET/MRI: feasibility, agreement and initial experience. *Eur J Nucl Med Mol Imag.* 2016;43(1):103-12.
25. Dankbaar J, Snijders T, Robe P, Seute T, Eppinga W, Hendrikse J, et al. The use of ¹⁸F-FDG PET to differentiate progressive disease from treatment induced necrosis in high grade glioma. *J Neurooncol.* 2015;125(1):167-75.
26. Minamimoto R, Saginoya T, Kondo C, Tomura N, Ito K, Matsuo Y, et al. Differentiation of brain tumor recurrence from post-radiotherapy necrosis with ¹¹C methionine PET: visual assessment versus quantitative assessment. *PloS One.* 2015;10(7):132-9.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores

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

Mayra Sánchez León. Médico de asistencia del paciente, revisión de la bibliografía, escritura del artículo.

Gilberto Durán Torres. Médico de asistencia del paciente, revisión de la bibliografía, escritura del artículo.

Nelson Gómez Viera. Interpretación de la SPECT-CT, revisión de la bibliografía y escritura del artículo.

Rainer Menéndez Pérez. Realización de la SPECT-CT, interpretación de la SPECT-CT, revisión de la bibliografía y escritura del artículo.

Juan Miguel Martín Escuela. Realización de la SPECT-CT, interpretación de la SPECT-CT, revisión de la bibliografía y escritura del artículo.

Lester Rodríguez Paleo. Realización de la SPECT-CT, interpretación de la SPECT-CT, revisión de la bibliografía y escritura del artículo.

Rosa María Real Cancio. Seguimiento del control metabólico del paciente, revisión de la bibliografía, escritura del artículo y orientaciones metodológicas para su confección.