

PET-CT: TUMORES DE CABEZA Y CUELLO. ENSAYO PICTÓRICO Y REVISIÓN DE LA LITERATURA

PET-CT: HEAD AND NECK TUMORS. PICTURE ESSAY AND LITERATURE REVIEW

Víctor A. Ortega M.¹
José L. Criales C.²

PALABRAS CLAVE (DeCS)

Neoplasias de cabeza y
cuello
SUVmax
¹⁸F-DG
⁶⁸Galio-DOTA-TOC
Tomografía de emisión de
positrones
Radiofármacos

KEY WORDS (MeSH)

Head and neck neoplasms
SUVmax
¹⁸F-DG
⁶⁸Galio-DOTA-TOC
Positron-emission
tomography
Radiopharmaceuticals

RESUMEN

La PET-CT como modalidad diagnóstica es muy útil en la evaluación anatomofisiológica de la cabeza y el cuello. Proporciona una alta sensibilidad y especificidad en la estadificación de neoplasias primarias, la respuesta al tratamiento médico o quirúrgico y la detección de recurrencias. Dichas enfermedades representan un alto impacto sobre la mortalidad y morbilidad de los pacientes. El principal objetivo de esta publicación es hacer una revisión de los hallazgos en la PET-CT de los tumores más frecuentes de cabeza y cuello, con énfasis en los procesos malignos, estudiados en nuestra institución.

SUMMARY

PET-CT as a diagnostic modality which is very useful in the anatomical-physiological assessment of the head and neck. It provides high sensitivity and specificity in the staging of primary tumors, the response to medical or surgical treatment and the detection of recurrences. These diseases represent a high impact on the mortality and morbidity in our patients. Our main objective is to review the findings on PET-CT of the most common head and neck tumors with an emphasis on malignancy which are studied in our institution.

Introducción

Tomografía por emisión de positrones

Es una modalidad diagnóstica muy importante en la demostración de actividad metabólica anormal (a nivel molecular), en muchos casos aún sin cambios anatómicos aparentes (1).

Este método se basa en la detección de fotones de aniquilación (gamma), liberados de los radionúclidos como ¹⁸Flúor, ¹¹carbono, ⁶⁸Galio DOTA-TOC, entre otros.

Se denomina aniquilación al proceso en el que se produce liberación de energía (fotones gamma) después de que la materia (positrón +, radiofármaco) y antimateria (electrón -, paciente) entran en contacto (figura 1) (1,2).

Los radionúclidos que se usan para el diagnóstico forman parte de las vías metabólicas de las células, como el 2-(flourino-18) fluoro-2-deoxi-d-glucosa (¹⁸FDG), como parte del metabolismo de la glucosa, y

el ¹¹Carbono metionina o colina, que participan en la síntesis de la membrana (3).

PET-CT

La PET-CT es un sistema dual en el que se utilizan simultáneamente la tomografía por emisión de positrones (PET, por sus iniciales en inglés) y la tomografía computada (CT, por sus iniciales en inglés). El primer prototipo de PET-CT fue diseñado en 1998, por Beyer et al, en donde la PET y la CT compartían el mismo gantry. Posteriormente, en el 2001, Siemens fabricó el primer equipo comercial en Knoxville (Tennessee, Estados Unidos) con un tomógrafo de 6 a 16 detectores en espiral (1).

La PET como único método tiene limitaciones en la correlación anatómica, debido a su baja resolución espacial y captación fisiológica tan variable, en especial el ¹⁸FDG en la cabeza y el cuello, pero al fusionarla con la CT esto mejora, en especial en una región anatómica tan compleja y compacta (4,5).

En los tumores de cabeza y cuello, la PET-CT con ¹⁸FDG, que es el radiofármaco más usado, logra una sensibilidad del 98 % y especificidad de 92 % (1,3,5).

¹Médico residente de Radiología, del Centro de diagnóstico CT-Scanner, de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

²Radiólogo y docente adscrito, del Centro de diagnóstico CT-Scanner, de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Los radiofármacos más usados en la evaluación de los tumores de cabeza y cuello son el ^{18}F -FDG y el ^{68}Ga -DOTA-TOC, que es útil en tumores neuroendocrinos. En esta revisión se hará referencia principalmente a la PET-CT con ^{18}F -FDG, y se expondrán casos como parte de la experiencia en el Centro de diagnóstico CT-Scanner, de la Universidad Nacional Autónoma de México.

En búsqueda de recurrencia la PET-CT con ^{18}F -FDG tiene una sensibilidad del 93 % y una especificidad del 83 %. La PET-CT ha demostrado ser sensible y específico en la búsqueda de una recurrencia regional y a distancia (92-94 % y 95-96 %, respectivamente). Sin embargo, en las recurrencias locales es sensible, pero menos específico (97 % y 79 %, respectivamente), por los falsos positivos causados por los procesos infecciosos o inflamatorios. Se afirma que si la PET-CT es negativo, la biopsia ya no es necesaria, pero si es positivo, y la biopsia es negativa, se debe seguimiento (6).

^{18}F -FDG

El ^{18}F -FDG es un análogo de la glucosa, con captación y metabolismo competitivo, con un transportador de glucosa por la membrana celular (GLUT) y la hexoquinasa, respectivamente. La vida media es de 120 minutos (3).

Las células tumorales tienen incrementado el uso de la glucosa, tanto en fase aeróbica (piruvato) como anaeróbica (hipoxia tisular, lactato) y con altos niveles de la enzima hexoquinasa (4).

La captación celular del ^{18}F -FDG está dada por el transporte facilitado por el GLUT, una vez que el radiofármaco llega al citoplasma se produce la glucólisis, de este modo, al igual que la glucosa, la ^{18}F -FDG es fosforilada y pasa a ^{18}F -FDG 6-fosfato (figura 2) (4).

La captación del ^{18}F -FDG puede determinarse en forma visual, únicamente cualitativa o de manera semicuantitativa, a través de la determinación del SUV (valor estandarizado de captación) (1,4).

El SUV es el resultado de la siguiente ecuación:

$$\text{SUV} = \frac{\text{actividad del trazador en el tejido}}{\text{dosis inyectada/peso del paciente (kg)}}$$

Un SUV mayor a 2,5 o 3,0 se relaciona como sospechoso de actividad tumoral, a pesar de esto, se debe tener en cuenta que (4,5);

- Tejidos normales como el hígado, los pulmones y la médula ósea pueden tener una captación entre 0,5 y 2,5.
- Los procesos infecciosos pueden tener captaciones cercanas a las malignas.
- En lesiones menores de 10 mm, la PET-CT con ^{18}F -FDG pierde sensibilidad (defecto de volumen parcial, por baja resolución del tomógrafo) donde los valores típicamente benignos pueden ser realmente malignos, lo cual es relevante en la evaluación de metástasis ganglionares.

Captación fisiológica de ^{18}F -FDG

Es usual encontrar una captación simétrica en sitios anatómicos típicos, pero puede igualmente ser asimétrica en pacientes que han sido sometidos a procedimientos quirúrgicos.

El cerebro es metabólicamente dependiente de la glucosa. Los sitios de mayor captación son la corteza, los núcleos basales, el tálamo y, en menor grado, el cerebelo. La captación de la sustancia blanca es menor (2).

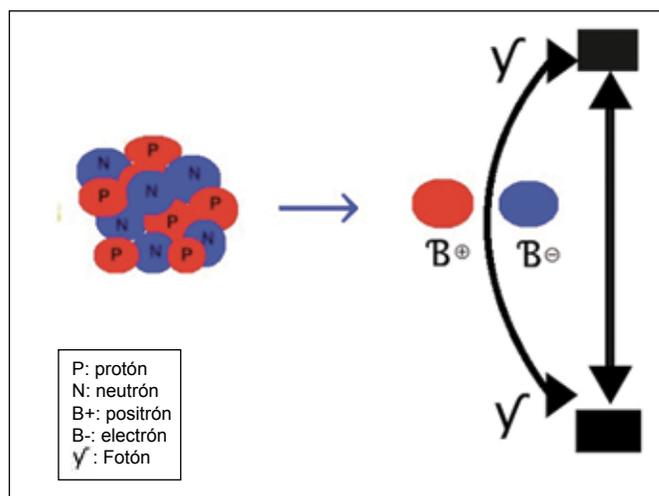


Figura 1. Reacción de aniquilación.

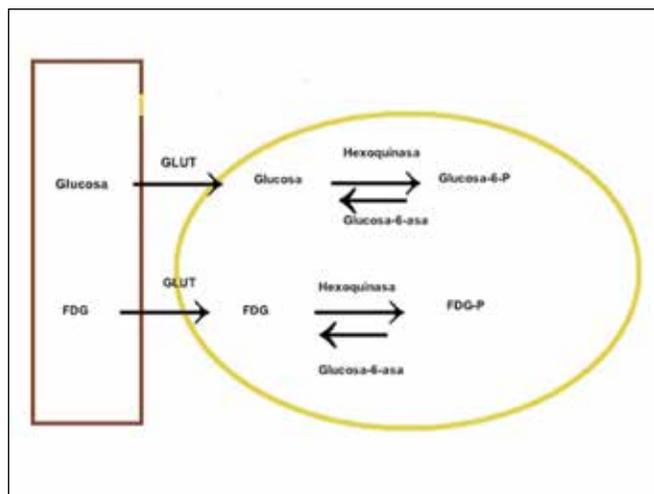


Figura 2. Gráfica del proceso metabólico del ^{18}F -FDG.

En el cuello hay una captación en los músculos cervicales, especialmente bajo tensión, y en los músculos laringeos, por el uso de la voz; para evitar esto, se recomienda que el paciente permanezca en silencio y reposo 15 minutos antes de la inyección y durante el estudio. Existe una captación fisiológica en el tejido linfóide, así como en las glándulas salivales (figura 3) (2,4,5).

El miocardio, después de una comida, tiene incrementada la captación de la glucosa debido a los altos niveles de insulina sérica; para evitarlo, el paciente debe estar en ayuno de cuatro a seis horas, lo cual hará que los niveles séricos de insulina y glucosa estén bajos, y disminuye la captación del radiofármaco (4).

Material y método

Entre noviembre de 2004 y abril de 2012, en el CT-Scanner del Sur (Centro PET-CT), en la ciudad de México, se realizaron 9380 estudios de PET-CT. Se contó con un equipo híbrido de PET-CT Discovery (GE),

multidetector de 16 canales con cristales de BGO (ortogermanato de bismuto).

Se practicaron los exámenes con las siguientes características técnicas: FOV de 70 - 92 cm, matriz de 120 × 120, pitch de 1375:1, velocidad del gantry de 0,8 s/giro. El protocolo dependió de la patología tumoral evaluada y, por ende, del radiotrazador usado.

Las condiciones previas al estudio con ¹⁸F-DG fueron: glicemia sérica ≤ 150 mg/dl, ayuno de cuatro a seis horas, no haber ingerido cafeína ni licor y permanecer en reposo absoluto (2,3).

La adquisición se hizo una hora posterior a la aplicación intravenosa de 10 a 15 mCi (370-555 MBq) de ¹⁸F-DG en el adulto. En caso de usar ⁶⁸Galio DOTA-TOC, la dosis promedio era de 100 a 120 MBq.

De forma retrospectiva se revisaron los expedientes y los estudios de los pacientes con diagnóstico de neoplasia de cabeza y cuello. Se utilizaron los grupos ganglionares y los espacios cervicales para clasificar las lesiones. Es imperioso señalar que para lograr una adecuada evaluación de los tumores de la cabeza y el cuello es básico dominar la anatomía y estar actualizado con el sistema de clasificación TNM, ya que de esto depende el plan terapéutico y el pronóstico del paciente.

Grupos ganglionares del cuello

Para evaluar las neoplasias del cuello, especialmente los procesos linfoproliferativos, es esencial hacer una descripción minuciosa de los grupos ganglionares.

En dicha institución se empleó la clasificación de los diez grupos ganglionares, descrita por la Asociación Americana contra el cáncer y la Asociación Americana de Otorrinolaringología y Cirugía de cabeza y cuello de 1997.

Es muy importante comentar que uno de los criterios controversiales en la valoración de los ganglios es el tamaño mínimo para el riesgo de metástasis. Para algunos autores el valor mínimo en el eje corto es de 10 mm, con un valor predictivo negativo del 84 %; sin embargo, algunos estudios han demostrado nódulos metastásicos menores de 10 mm (figuras 4-6) (2).

A continuación, se expondrán unos casos interesantes de PET-CT con ¹⁸F-DG, como parte de la experiencia adquirida en el CT-Scanner del Sur (Centro PET-CT), en la ciudad de México.

Una manera didáctica recomendada para el estudio de los tumores de la cabeza y el cuello es clasificarlos, según su localización, en suprahiodeos e infrahiodeos:

Espacios cervicales y patologías neoplásicas más frecuentes (tabla 1, figuras 7 y 8) (7,8).

Tabla 1. Tumores del espacio suprahiodeo

Espacios suprahiodeos	Tumores
Parafaríngeo	Ganglios metastásicos.
Faríngeo	Escamocelular de nasofaringe y amígdalas. Maligno de la glándula salivar menor, linfoma no Hodgkin, adenoide y amígdala (MALT).
Masticador	Sarcoma: Osteo/condrosarcoma.
Carotídeo	Paraganglioma, Schwannoma, noveno y decimosegundo nervios craneales, neurofibroma.
Parotídeo	Carcinoma adenoide quístico y mucoepidermoide. Metástasis a la parótida. Tumor benigno mixto y tumor de Warthin.
Bucal	Epidermoide de lengua. Desplazamiento por masas.
Retrofaríngeo	Metástasis ganglionares (escamocelular, linfoma no Hodgkin y sistémicas).
Prevertebral	Ganglios metastásicos.
Paravertebral	Schwannoma, plexos braquiales, metástasis en cuerpos vertebrales.

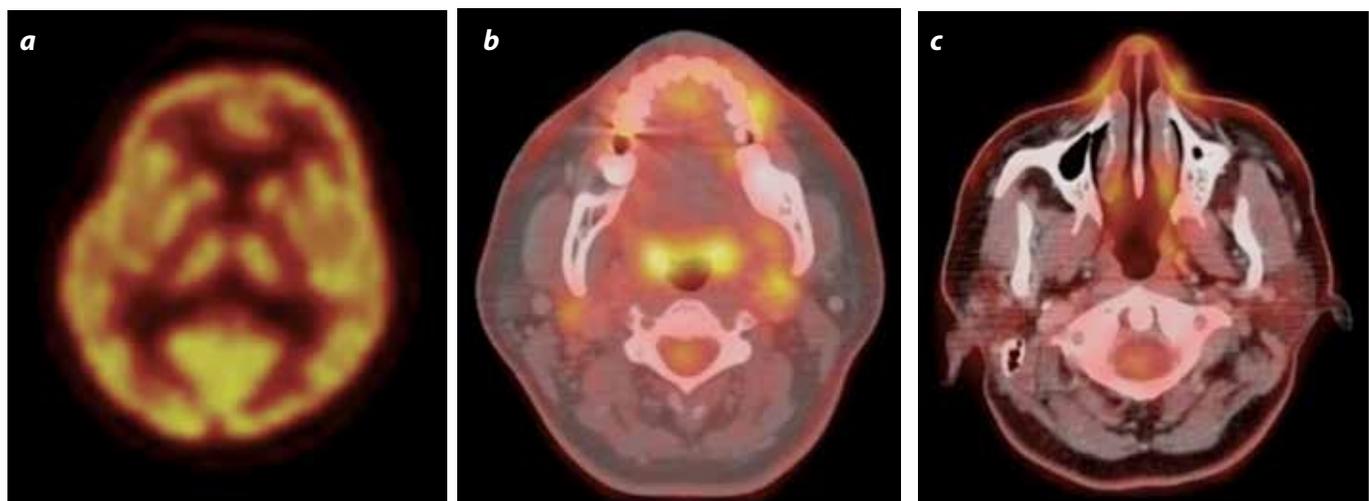


Figura 3. Captación fisiológica del ¹⁸F-DG. Se observa la captación fisiológica del radiotrazador en: (a) la corteza cerebral, los núcleos basales y el tálamo; (b) y (c) cuerdas vocales, anillo de Waldeyer, amígdalas palatinas y, en menor grado, en las parótidas y la médula espinal.

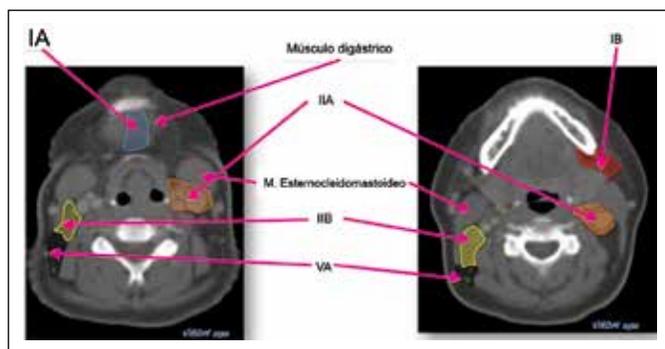


Figura 4. Grupos ganglionares del cuello.

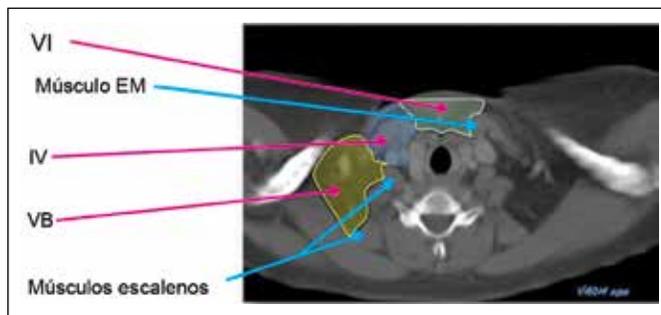


Figura 5. Grupos ganglionares del cuello.

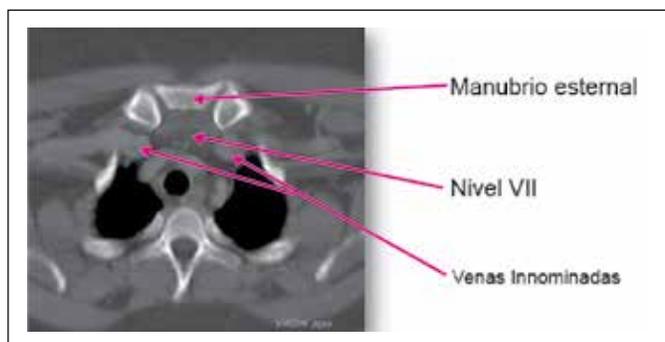


Figura 6. Grupos ganglionares del cuello.

En este grupo de tumores es de vital importancia mencionar que es muy controvertido el hecho de tratar de encontrar el momento ideal para la realización del primer seguimiento posterior a la radioterapia y quimioterapia, para la búsqueda de recurrencia o enfermedad residual. A pesar de esto, los estudios sugieren que después de las diez semanas iniciales la sensibilidad es mayor y, por ende, los falsos negativos disminuyen (9).

Según los estudios recientes, la PET-CT con ^{18}F -FDG ha demostrado ser superior en la estadificación, reestadificación y seguimiento terapéutico en los pacientes con linfoma no Hodgkin, enfermedad de Hodgkin y linfomas extranodales. En la estadificación, la sensibilidad y especificidad sube si se compara con la tomografía computada contrastada de un 87 y 85 % a un 97 y 100 %, respectivamente. Aun así, la captación del ^{18}F -FDG es multifactorial, es menor en los extranodales con una sensibilidad del 88 % y una especificidad del 100 %. En la actualidad se recomienda la práctica rutinaria en pacientes con linfomas que tengan avidéz al ^{18}F -FDG, como el linfoma no Hodgkin anaplásico, y con un buen pronóstico, potencialmente curables, como

la enfermedad de Hodgkin y el linfoma de células B grandes difuso (figuras 9 y 10) (10).

Una variedad poco frecuente de linfoma no Hodgkin de células B es el de las células del manto, el cual hace parte del grupo de linfomas extranodales. Representa el 6 % de los linfomas no Hodgkin y se caracteriza por tener una captación del ^{18}F -FDG entre regularmente baja y moderada. En este caso en particular tiene una localización poco frecuente, las glándulas lacrimales.

Según las recomendaciones actuales, cuando un paciente tiene un linfoma del subtipo histológico indolente, como las células del manto, la PET no es recomendado de rutina, al igual que en los considerados incurables o sin avidéz al ^{18}F -FDG, y se realiza bajo criterio médico (figura 11) (5,10).

Definitivamente, uno de los tumores más frecuentes en el cuello infrahioideo es el epidermoide o escamocelular de la faringe, la PET-CT con ^{18}F -FDG tiene una sensibilidad para el diagnóstico primario y reestadificación del 98 % y una especificidad del 92 % (tabla 2, figuras 12 y 13) (1,11).

Tabla 2. Tumores infrahioideos

Espacios infrahioideos	Tumores
Visceral	Carcinoma de tiroides, linfoma no Hodgkin de tiroides, carcinoma del esófago cervical, adenoma de paratiroides.
Cervical anterior	Metástasis ganglionares.
Cervical posterior	Metástasis: escamocelular de faringe, linfoma no Hodgkin, carcinoma de tiroides y metástasis sistémicas.

Normalmente, la glándula tiroides capta poco o nada el ^{18}F -FDG. Si se encuentra una captación difusa en un estudio, la primera posibilidad es que se trate de una tiroiditis autoinmune, pero si la captación es focal, la probabilidad de que sea un tumor primario de tiroides es del 30 al 50 %. La segunda probabilidad es que se trate de una metástasis por melanoma, de riñón, pulmón, mama o gastrointestinal. En los tumores de la tiroides, la PET-CT con ^{18}F -FDG puede tener una captación variable según sea el grado de diferenciación histológica; los bien diferenciados (folicular y papilar) captan menos que los desdiferenciados (sensibilidad del 75 % y especificidad del 98 %), por lo que no es útil para hacer un diagnóstico. Hoy en día, la principal indicación es la búsqueda de recurrencias en los pacientes que han sido sometidos a una tiroidectomía o ablación con yodo, y que tienen una captación de ^{131}I negativo en la gammagrafía más elevación de la tiroglobulina sérica, con niveles mayores de 10 ng/ml; en estos casos, el valor predictivo negativo es cercano al 100 % (figura 13) (1,8,11,12).

En la hipofaringe y la laringe los tumores más frecuentes son: el escamocelular de laringe (supraglótico, glótico e infraglótico) e hipofaringe. El cáncer de laringe representa el 1 % de todos los cánceres diagnosticados y el 95 % son escamocelulares, más frecuentes en hombres que abusan del tabaco y del alcohol. Estudios recientes de PET-CT con ^{18}F -FDG informaron que los pacientes con un SUV menor de 9 tuvieron menos recurrencias y una supervivencia del 96 %, comparados con el grupo con un SUV mayor de 9 (grado bajo a moderado de diferenciación histológica) (figura 14) (5,7,13).

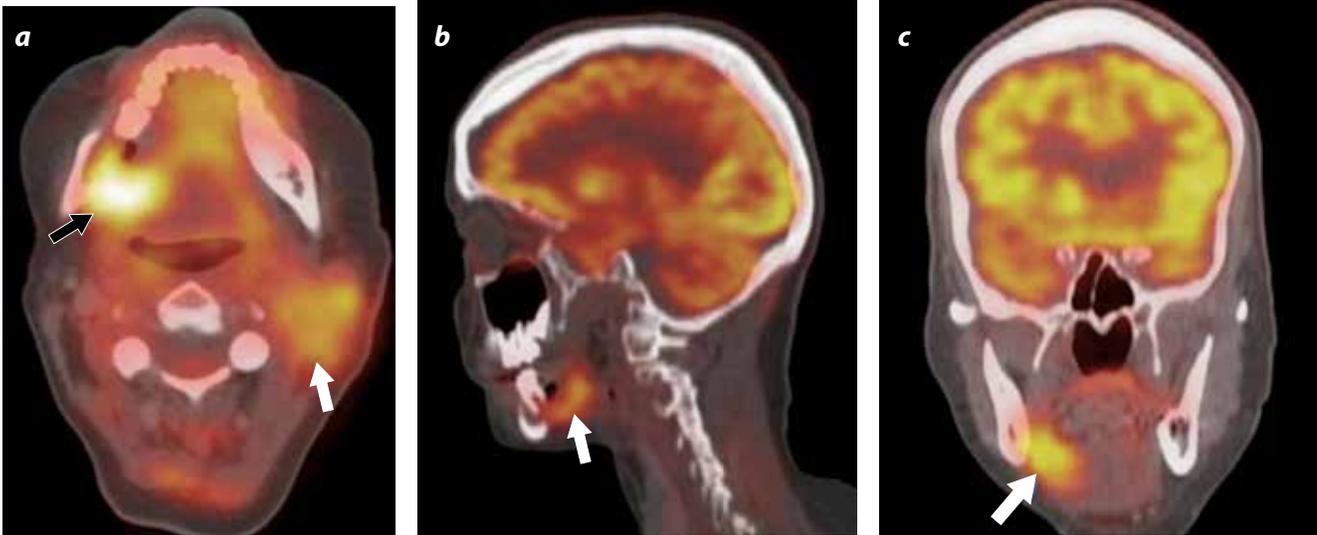


Figura 7. PET-CT¹⁸-FDG. Tumor epidermoide de lengua (dosis 15 mCi). Mujer de 50 años de edad, con lesión en el lado derecho del piso de la lengua, que erosiona la rama mandibular ipsilateral y se extiende a los tejidos blandos adyacentes. SUVmax de 9,3. Conglomerados ganglionares, en los grupos cervicales IIA y IIB izquierdos, con SUVmax de 4,8.

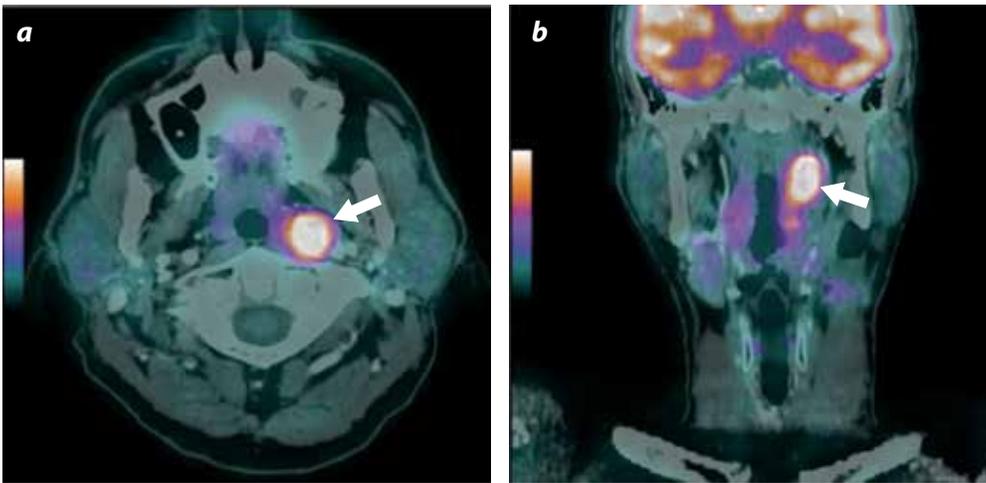


Figura 8. Tumor escamocelular de la nasofaringe. Hombre de 75 años de edad, con lesión de 18 × 22 mm en el espacio retrofaringeo y parafaringeo izquierdo, SUVmax de 12,2. Ganglio cervical de 20 × 18,7 mm en el nivel III izquierdo, heterogéneo con SUVmax de 7,2.

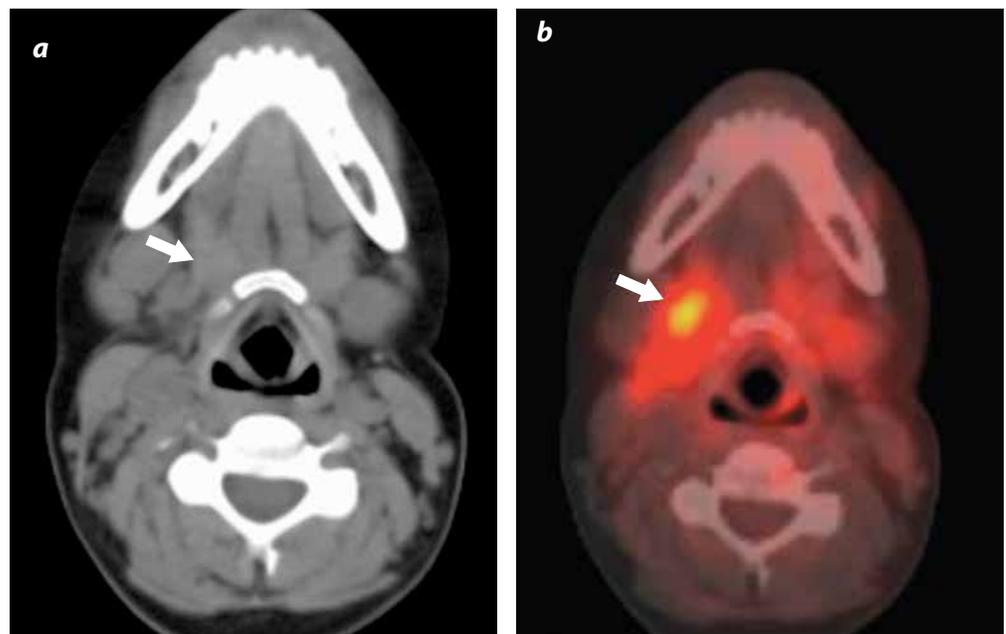


Figura 9. PET-CT. Linfoma anaplásico de células T. Niña de 12 años de edad, con ganglio submandibular derecho localizado en el grupo cervical V, mide 10 mm de diámetro no llamativo en la TC, pero que en la PET tuvo una captación significativa, con un SUVmáx de 2,8.

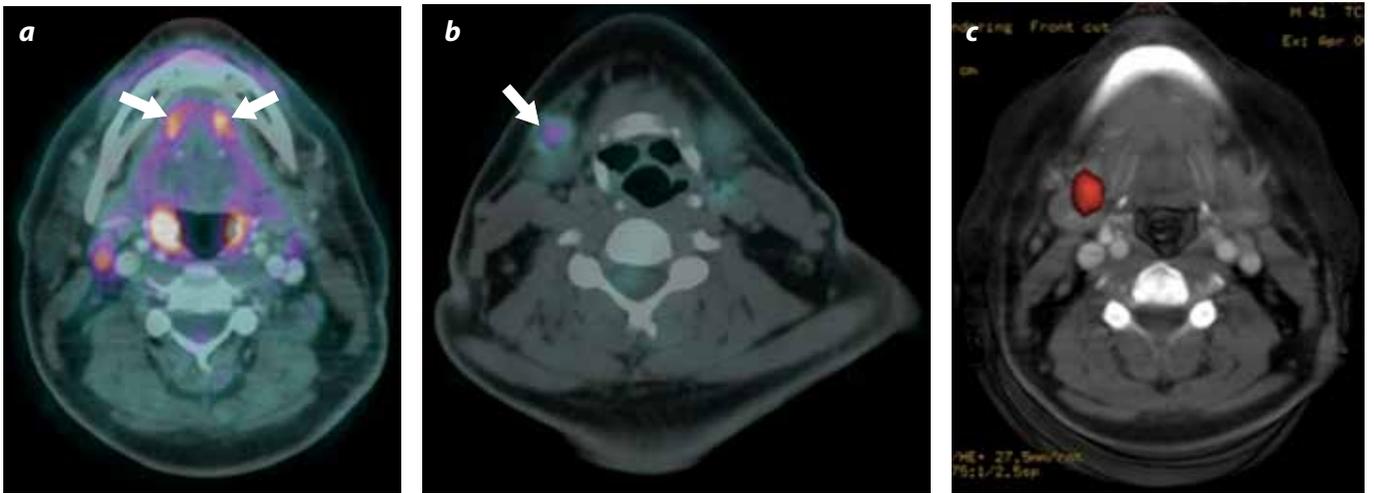


Figura 10. Linfoma no Hodgkin. Hombre de 41 años de edad, con ganglios cervicales y una mayor captación en los grupos ganglionares 1-BIB y 2-A, IIA derecho de 17 y 9 mm, respectivamente, SUV_{máx} de 3,5.

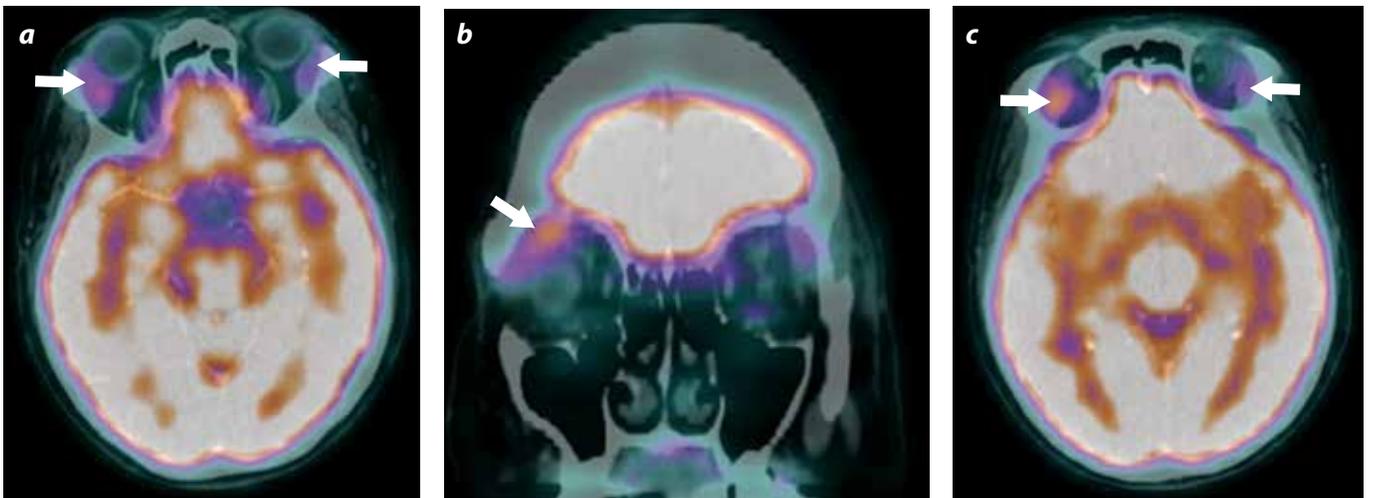


Figura 11. Linfoma no Hodgkin del manto. Mujer, con aumento de volumen de las glándulas lacrimales: la derecha tiene un SUV_{máx} de 4,9 y la izquierda de 7,8.

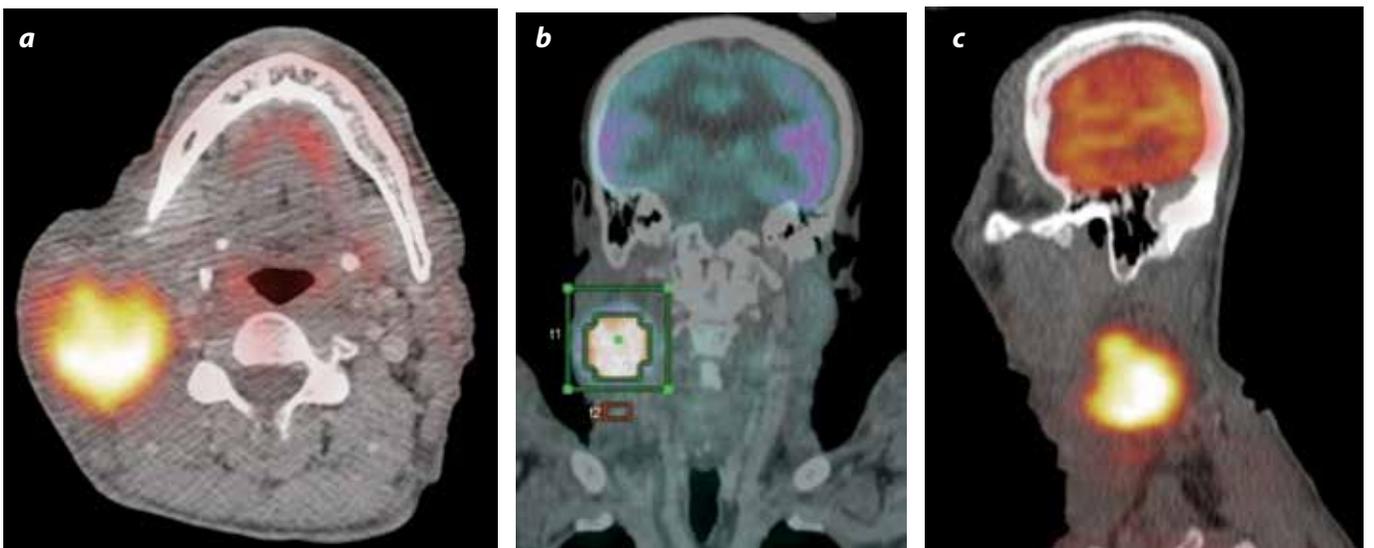


Figura 12. Tumor epidermoide faríngeo. Hombre de 22 años de edad, con lesión ocupativa sólida, localizada en el espacio cervical posterior derecho de 48 × 37 × 50 mm, con reforzamiento heterogéneo, infiltra la vena yugular interna y desplaza el músculo esternocleidomastoideo. SUV_{máx} de 13,7.

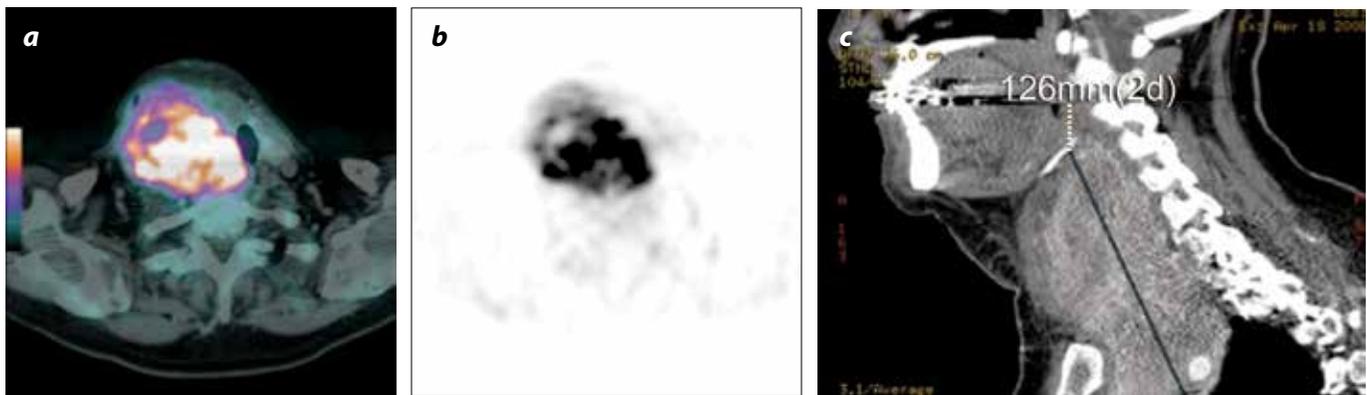


Figura 13. Tumor papilar de tiroides. Hombre de 67 años de edad, con lesión de 126 × 75 × 107 mm (76-100UH) sólida, heterogénea, en el lóbulo derecho de la tiroides, que se extiende hasta la región suprahioidea, con desplazamiento de la tráquea, estructuras vasculares e infiltra el cartilago laríngeo. SUVmax de 10,4.

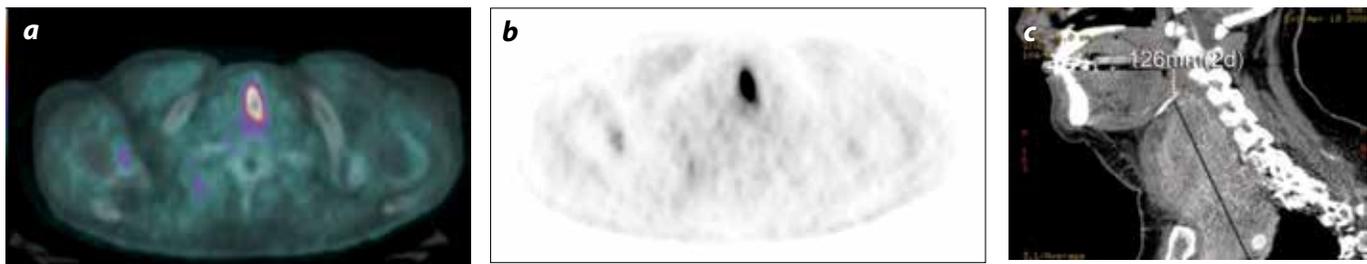


Figura 14. Carcinoma epidermoide de cuerda vocal izquierda. Hombre de 45 años de edad, con engrosamiento asimétrico de los tejidos en la cuerda vocal izquierda, con SUVmax de 8,2.

Los tumores de los senos paranasales más frecuentes en dicha revisión fueron los escamocelulares y los melanomas sinunasales. Estos últimos representan el 1 % de los melanomas y el 25 % de todos los tumores de cabeza y cuello, son la variedad más agresiva, con una supervivencia en 5 años del 6 al 17 % (figura 15) (7).

El ⁶⁸Galio-DOTA-TOC

Es un fármaco, análogo, sintético de la somatostatina, se obtiene de generadores Ga68/Ge68, la vida media es de 68 minutos (89 % por positrones) y la eliminación es hepática (14).

Ventajas y utilidad:

- En la cintigrafía presenta una afinidad diez veces mayor por los receptores subtipo 2 que el ¹¹¹In-octreoscan.
- Tiene una resolución espacial dos veces mayor que el ¹¹¹In-octreoscan.
- Es útil en diagnósticos de tumores neuroendocrinos: expresión de receptores subtipo 2 de somatostatina.

Captación fisiológica de ⁶⁸Galio-DOTA-TOC (12):

- Hipófisis.
- Timo.
- Glándula tiroides, amígdalas palatinas.
- Otros: suprarrenales (principal), páncreas, riñones, hígado (eliminación) y bazo.

Discusión

La PET-CT es el mejor método para el diagnóstico de los tumores escamocelulares de cabeza y cuello, con una alta sensibilidad y espe-

cificidad, 98 y 92 %, respectivamente. Es útil en la estadificación de los tumores de cabeza y cuello, con una sensibilidad del 85-100 % y especificidad del 75-100 %, en manos expertas.

De igual forma, es muy importante en la detección de enfermedad residual y una recurrencia posterior al tratamiento médico y quirúrgico, con una sensibilidad del 84-100 % y una especificidad del 61-93 %.

Se recomienda la práctica de la PET-CT de seguimiento, en la búsqueda de recurrencia, en mínimo doce semanas después de la radioterapia, ya que la inflamación es menor (< falsos positivos), con una sensibilidad del 93-100 %, especificidad del 93 % y VPN del 97 % (6,9,13,15-17).

Usualmente, las quimioterapias con intención curativa son de seis ciclos y en tratamiento coadyuvante son de tres o cuatro ciclos (tumores sólidos). Se recomienda realizar la PET-CT dos a tres semanas después del último ciclo (6,17,18). Ahora bien, si el paciente ya fue sometido a un procedimiento quirúrgico se debería realizar el estudio de una a dos semanas después (11,19,20).

En los tumores de tiroides, es importante mencionar que es útil en el seguimiento posquirúrgico y en la detección de recurrencias en pacientes con una gammagrama negativa con yodo, niveles elevados de tiroglobulina sérica y con bajo grado de diferenciación. Con un VVP del 100 %; sensibilidad y especificidad del 75 y 98 %, respectivamente (1,12).

En la glándula parótida es difícil diferenciar entre un tumor benigno y uno maligno, puesto que se pueden tener captaciones similares.

El ⁶⁸Ga-DOTA-TOC, es un método ideal en el diagnóstico inicial, el seguimiento, la vigilancia de recurrencia y de metástasis en los tumores neuroendocrinos, sensibles a los receptores de serotonina (14).

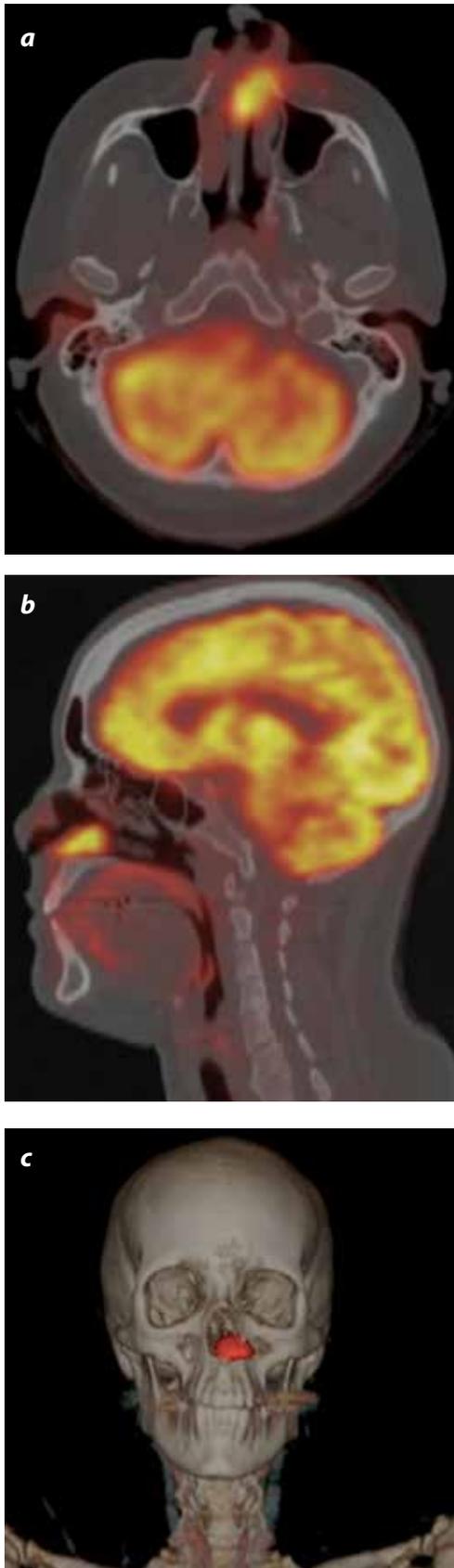


Figura 15. Melanoma sinusal. Mujer, con engrosamiento de la mucosa de la pared lateral de la cavidad nasal izquierda, con densidad de tejidos blandos que se extiende y compromete las celdillas etmoidales, con un SUVmax de 13,6.



Figura 16. Captación fisiológica de la hipófisis de ^{68}Ga Galio DOTA-TOC.

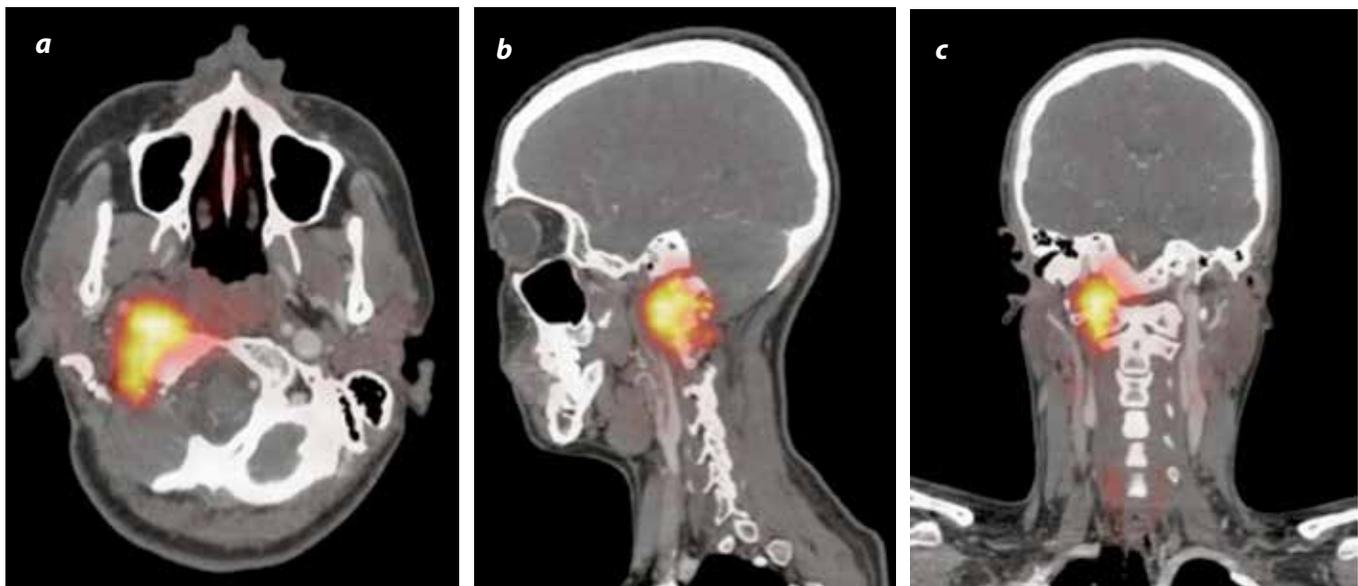


Figura 17. Tumor neuroendocrino craneovertebral (dosis 5 mCi). Mujer que tiene una lesión, con extensión intrarraquídea adyacente al foramen magno, que mide $23 \times 6,6 \times 8,3$ mm (SUVmax de 2,7), y cervical posterior derecha, que mide $38 \times 26 \times 16$ mm (SUVmax de 6,1). La estructura ósea adyacente captó igualmente, con SUVmax de 4,6.

Resultados

Las neoplasias de cuello más frecuentes referidas al CT-Scanner del Sur (Centro PET-CT), fueron: metástasis ganglionares, tiroides, escamocelulares, linfoma no Hodgkin, parótida, neuroendocrinos y melanomas. El método fue útil para detectar un proceso primario cuando el paciente comenzó con metástasis ganglionares.

En todos los casos la PET-CT demostró utilidad para la etapificación y el seguimiento de las lesiones.

Conclusión

La PET-CT es, hoy en día, el método más preciso para la evaluación de la mayoría de los procesos neoplásicos del cuello antes y después del tratamiento.

Referencias

- Blodgett TM, Meltzer CC, Townsend DW. PET/CT: Form and function. *Radiology*. 2007;242:360-85.
- Fukui MB, Blodgett TM, Snyderman CH, et al. Combined PET-CT in the head and neck Part 2. Diagnostic uses and pitfalls of oncologic imaging. *Radiographics*. 2005;25:913-30.
- Yuji N, Tatsumi M, Hammoud D, et al. Normal FDG distribution patterns in the head and neck: PET/CT evolution. *Radiology*. 2005;234:879-85.
- Kostakoglu L, Hardoff R, Mirtcheva R, et al. PET-CT fusion imaging in differentiating Physiology from pathologic FDG uptake. *Radiographics*. 2004;24:1411-31.
- Kapoor V, McCook B, Torok F. An introduction to PET-CT imaging. *Radiographics*. 2004;24:523-43.
- Eugene L, Abass A. PET and PET/CT: A clinical guide. New York: Thieme; 2008.
- Hansberger H, Wiggins R, Davidson H, et al. Diagnostic imaging, head and neck. Canadá: Amirsys; 2004.
- Mukherji S, Gapani M, Phillips D, et al. Head and neck MR imaging. *Neuroimaging Clinics N Am*. 2004;14:679-94.
- King KG, Kositwattanakr A, Genden E, et al. Cancers of the oral cavity and oropharynx: FDG PET with contrast-enhanced CT in the posttreatment setting. *Radiographics*. 2011;31:355-73.
- Paes FM, Kalkanis DG, Sideras PA, et al. FDG PET/CT of extranodal involvement in non-hodgkin lymphoma and hodgkin disease. *Radiographics*. 2010;30:269-91.
- Quon A, Fischbein NJ, McDougall IR, et al. Clinical role of 18F-FDG PET/CT in the management of squamous cell carcinoma of the head and neck and thyroid carcinoma. *J Nucl Med*. 2007;48:58S-67S.
- Shammas A, Degirmenci B, Mountz JM, et al. 18F-FDG PET/CT in patients with suspected recurrent or metastatic well-differentiated thyroid cancer. *J Nucl Med*. 2007;48:221-6.
- Chu MM, Kositwattanakr A, Lee DJ, et al. FDG PET with contrast-enhanced CT: a critical imaging tool for laryngeal carcinoma. *Radiographics*. 2010;30:1353-72.
- Ruf J, Schiefer J, Furth C, et al. 68Ga-DOTATOC PET/CT of neuroendocrine tumors: spotlight on the ct phases of a triple-phase protocol. *J Nucl Med*. 2011;52:697-704.
- Kubota K, Yokoyama J, Yamaguchi K, et al. FDGPET delayed imaging for the detection of head and neck cancer recurrence after radio-chemotherapy: comparison with MRI/CT. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2004;31:590-5.
- Isles MG, McConkey C, Mehanna HM. A systematic review and meta-analysis of the role of positron emission tomography in the follow up of head and neck squamous cell carcinoma following radiotherapy or chemoradiotherapy. *Clin Otolaryngol*. 2008;33:210-22.
- Mosci C, Davidzon G, Quon A. FDG-PET/CT initial and subsequent therapy evaluation progressing to PET/MR imaging. *PET Clin*. 2012;7:369-80.
- Kostakoglu L. FDG-PET evaluation of response to treatment. *PET Clin*. 2008;3:37-75.
- Ong SC, Schöder H, Lee NY, et al. Clinical utility of 18F-FDG PET/CT in assessing the neck after concurrent chemoradiotherapy for locoregional advanced head and neck cancer. *J Nucl Med*. 2008;49:532-40.
- Fletcher JW, Djulbegovic B, Soares HP, et al. Recommendations

Correspondencia

Víctor Alfonso Ortega Marrugo
 Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
 Av. Universidad 3000 Ciudad Universitaria,
 Coyoacán, 04510 Ciudad de México, Distrito Federal, México
 vicalex_ortega@hotmail.com

Recibido para evaluación: 24 de enero de 2013

Aceptado para publicación: 9 de julio de 2013