



Original

Aplicación de la técnica ROLL como método de biopsia excisional en patología oncológica



Jose R. Infante^{a,*}, Juan I. Rayo^a, Justo Serrano^a, Jose Luis Jiménez^b, Manuel Moreno^a, Andrés Martínez^a, Pedro Jiménez^a y Amparo Cobo^a

^a Servicio de Medicina Nuclear, Complejo Hospitalario Universitario de Badajoz, Badajoz, España

^b Servicio de Cirugía General, Complejo Hospitalario Universitario de Badajoz, Badajoz, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 20 de marzo de 2020

Aceptado el 4 de abril de 2020

On-line el 6 de mayo de 2020

Palabras clave:

Cirugía radiodirigida

ROLL

PET/TC

Biopsia excisional

RESUMEN

Objetivo: Valorar la utilidad de la técnica ROLL (*Radioguided Occult Lesion Localization*) como método de biopsia excisional en lesiones hipermetabólicas sospechosas de malignidad evidenciadas en exploraciones [¹⁸F]Fluordesoxiglucosa PET/TC.

Material y métodos: Se valoraron retrospectivamente 33 pacientes remitidos para la realización de un estudio metabólico por patología tumoral conocida o por sospecha de proceso neoplásico y que presentaban adenopatías hipermetabólicas con alta probabilidad de malignidad. El grupo estaba constituido por 19 mujeres y 14 hombres, con rango de 23 a 77 años. Los pacientes fueron sometidos a la técnica ROLL para la localización y extirpación de las adenopatías seleccionadas, mediante inyección de [^{99m}Tc] macroagregados de albúmina guiada con ecográfica o TC. Durante el acto quirúrgico se utilizaron una sonda de detección y una gammacámara portátil.

Resultados: En 31 pacientes (94%) se consiguió la localización y extirpación de las adenopatías radiomarcadas. En un paciente no fue posible la localización de la lesión y un segundo paciente no fue operado al confirmarse en estudio gammagráfico previo la inyección inadecuada de la dosis. El resultado del estudio anatomopatológico de las adenopatías dio como resultado 23 afectaciones tumorales y 8 procesos benignos, incluyendo un proceso granulomatoso.

Conclusión: La técnica ROLL demostró su utilidad como método de biopsia excisional radiodirigida para el estudio de lesiones sospechosas de malignidad evidenciadas en pacientes sometidos a estudios PET/TC. La técnica permitió confirmar la persistencia de proceso oncológico en unos casos y la existencia de falsos positivos del estudio de imagen en otros, modificando el manejo terapéutico de los pacientes.

© 2020 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: infantetorre@gmail.com (J. R. Infante).

<https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2020.04.005>

0009-739X/© 2020 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Application of the ROLL technique as a method of excisional biopsy in oncological pathology

ABSTRACT

Keywords:

Radioguided surgery
ROLL
PET/CT
Excisional biopsy

Objective: To evaluate the utility of the ROLL (Radioguided Occult Lesion Localization) technique as a method of excisional biopsy in hypermetabolic lesions suspected of malignancy evidenced in [¹⁸F]Fluorodeoxyglucose PET/CT scans.

Material and methods: 33 patients were retrospectively evaluated referred for metabolic studies due to tumoral pathology or suspected neoplastic process and presenting hypermetabolic adenopathies with high probability of malignancy. The group consisted of 19 women and 14 men, ranging from 23 to 77 years old. Patients were performed a ROLL technique for localization and removal the selected adenopathies, through the injection of [^{99m}Tc] macro-aggregates of albumin guided by ultrasound or CT. A detection probe and a portable gamma camera were used during the surgical procedure.

Results: In 31 patients (94%) the location and removal of the radiolabeled adenopathies was achieved. In one patient the location of the lesion was not possible and a second patient was not operated due to inadequate dose injection confirmed by gammagraphy study. The result of the anatomopathological study of adenopathies resulted in 23 tumor affections and 8 benign processes, including a granulomatous process.

Conclusion: The ROLL technique proved its utility as a radioguided excisional biopsy method for the study of lesions suspected of malignancy evidenced in patients undergoing PET/CT studies. The technique allowed to confirm the persistence of oncological process in some cases and the existence of false positives from the imaging study in others, modifying the patients therapeutic management.

© 2020 AEC. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La cirugía radioguiada es la aplicación de Medicina Nuclear que, junto con la tomografía por emisión de positrones (PET), ha tenido un mayor crecimiento en los últimos años¹. En ella se engloban un grupo de técnicas encaminadas a optimizar la cirugía tumoral mínimamente invasiva. Recientemente, estas técnicas han sido englobadas dentro del término GOSTT (Guided intraOperative Scintigraphic Tumor Targeting)².

La PET/TC representa actualmente un importante papel en el manejo del paciente oncológico, siendo utilizada la [¹⁸F]Fluordesoxiglucosa (FDG) como radiofármaco metabólico en la mayor parte de los casos. Además de la estadificación del proceso y la valoración de la respuesta al tratamiento, la exploración tiene como indicación ser guía de biopsia ante sospecha de patología neoplásica³. Aunque la precisión del estudio metabólico es elevada, es conocida la existencia de falsos positivos debidos a procesos inflamatorios-infecciosos o reactivos, siendo necesario, según las circunstancias, confirmación histológica de los hallazgos⁴.

La punción aspiración con aguja fina (PAAF) o la biopsia con aguja gruesa (BAG) permiten la valoración de las lesiones sospechosas. No obstante, el estudio histológico puede verse comprometido por ser insuficiente el material obtenido o por la presencia de numerosas células reactivas y pocas células tumorales en la lesión, planteándose como primera opción la

biopsia excisional^{5,6}. No obstante, si las lesiones hipermetabólicas halladas en el estudio PET/TC no son palpables, pueden ser difíciles de encontrar intraoperatoriamente.

En este contexto, la técnica ROLL (Radioguided Occult Lesion Localization) puede desempeñar un papel importante, permitiendo confirmar los hallazgos evidenciados en el estudio metabólico. Descrita originalmente para lesiones ocultas de mama y englobada dentro del GOSTT, es un tipo de cirugía radioguiada basada en la inyección de partículas radiactivas que son retenidas en el lugar de inyección⁷.

El objetivo de nuestro estudio fue valorar la utilidad de esta técnica como método de biopsia excisional radioguiada en lesiones hipermetabólicas sospechosas de malignidad evidenciadas en pacientes sometidos a exploraciones PET/TC. El trabajo se basó en uno previo desarrollado por nuestro grupo y constituido por un número limitado de pacientes⁸.

Material y métodos

Pacientes en estudio

Se valoraron de manera retrospectiva 33 pacientes remitidos a nuestro servicio para la realización de un estudio PET/TC por patología tumoral o por sospecha de proceso neoplásico y que presentaban adenopatías hipermetabólicas con alta probabi-

lidad de malignidad. Para ello, se consideró un periodo de 6 años y medio (de enero 2012 a julio de 2019).

El grupo estaba constituido por 19 mujeres y 14 hombres, con una media de edad de 54 años y rango de 23 a 77 años. Las indicaciones para la realización de la prueba metabólica fueron: en 20 pacientes, sospecha de recidiva tumoral; en ocho pacientes, estadificación y/o guía de biopsia; y en cinco pacientes, valoración de la respuesta al tratamiento.

Estudio PET/TC

A todos los pacientes se les administró una dosis intravenosa de 5 MBq por kg de peso de [^{18}F]FDG, 60 minutos antes de la adquisición del estudio PET/CT. Los estudios fueron adquiridos en un sistema híbrido Discovery ST (General Electric Medical Systems, Milwaukee, EE. UU.) con unos parámetros de adquisición estándar. En primer lugar, se adquirió un estudio TC de cuerpo entero con un voltaje de 110 KeV y una

modulación del amperaje con máximo de 80 mA. El estudio PET se realizó adquiriendo imágenes en modalidad 3 D de 20 cm de longitud con 3 minutos de duración en cada secuencia y posterior reconstrucción iterativa.

En todos los pacientes se observó la presencia de una o varias adenopatías con elevada actividad glicídica, proponiéndose la biopsia excisional de aquellas con mejor acceso quirúrgico y mayor actividad metabólica (fig. 1). No se consideró la realización de PAAF o BAG previo a la cirugía en ningún caso.

Técnica ROLL

Tras la firma de un consentimiento informado, los pacientes fueron sometidos a la técnica ROLL para la localización y extirpación de las adenopatías seleccionadas, realizándose en un intervalo de 1 a 12 semanas tras el estudio PET/TC. El protocolo consistió en la inyección en el centro de la lesión y mediante guía ecográfica (28 casos) o mediante TC (5 casos) de

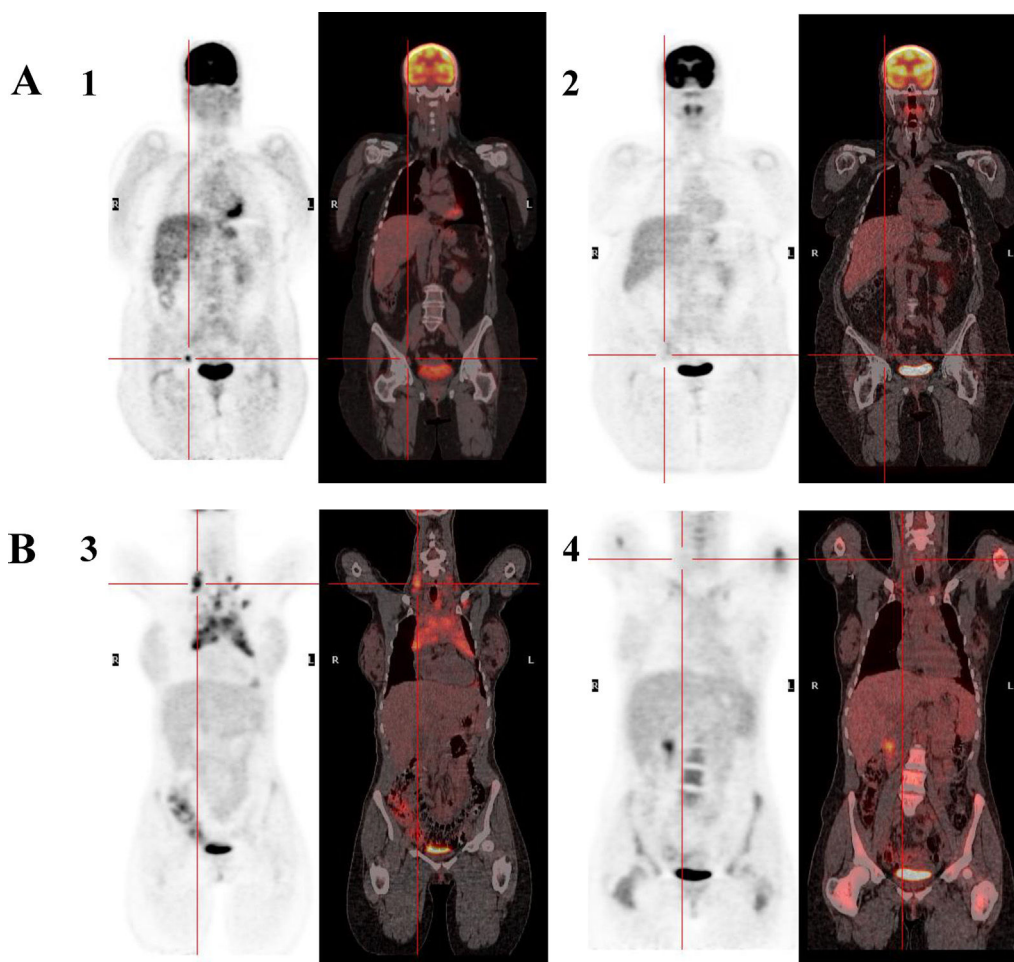


Figura 1 – Cortes coronales de estudios PET e imagen fusionada. A) Paciente con antecedente de melanoma ocular y sospecha de recidiva tumoral. Se apreció una adenopatía hipermetabólica en cadena obturatriz derecha, con resultado histológico tras técnica ROLL de hiperplasia folicular reactiva (1), un nuevo estudio PET fue negativo (2). B) Paciente con adenopatías palpables y síndrome constitucional. En el estudio metabólico solicitado para estadificación y guía de biopsia se objetivaron numerosas adenopatías hipermetabólicas supra e infradiafrágicas (3). El resultado histológico tras ROLL de una adenopatía laterocervical derecha fue de linfoma B de células grandes. Tras tratamiento quimioterápico, un segundo PET confirmó una respuesta completa (4).

una dosis de 37 MBq de [^{99m}Tc] macroagregados de albúmina (MAA) en un volumen de 0,1 ml, todo ello el día previo a la cirugía. La confirmación del depósito focal del radiofármaco y la ausencia de contaminación en piel se llevó a cabo mediante un estudio gammagráfico planar inmediatamente después de la administración del radiofármaco. Asimismo, en algunos pacientes se adquirió un estudio multimodalidad SPECT-TC para localizar anatómicamente la lesión.

La técnica ROLL se realizó bajo anestesia general y mediante cirugía mínimamente invasiva. Para ello se utilizaron durante el acto quirúrgico una sonda de detección Europrobe® y una gammacámara portátil Minicam®, ambas con detector de telururo de cadmio. Las localizaciones más frecuentes de las adenopatías extirpadas fueron en axilas, espacios laterocervicales, cadenas ilíacas externas o inguinales y en espacios supraclaviculares. Tras comprobar la ausencia de actividad residual en el campo quirúrgico, estas fueron remitidas para estudio histológico e inmunohistoquímico en diferido.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron con el programa estadístico SPSS® (IBM, Nueva York, EE. UU.), versión 5.0.1.

Resultados

La **tabla 1** recoge las características clínicas, diagnósticos, hallazgos de la PET/TC y la cirugía, así como la evolución de los pacientes en estudio. En 31 pacientes (94%) se consiguió la localización y extirpación de las adenopatías radiomarcadas. En un paciente no fue posible la localización de la dosis radiactiva (en localización laterocervical izquierda), mientras que un segundo paciente no fue operado al confirmarse en estudio SPECT/TC la inyección en localización inadecuada del radiofármaco.

El tiempo operatorio promedio fue de 34 minutos (rango 23-52 minutos). Las complicaciones postquirúrgicas fueron escasas, presentando un paciente un queloide, otro una infección local sobre un punto de sutura y un tercero un trayecto fistuloso a piel.

El resultado del estudio anatomopatológico de las adenopatías dio como resultado 23 afectaciones tumorales y ocho procesos benignos, incluyendo en ellos un proceso granulomatoso. De esta manera, la técnica permitió confirmar la existencia de falsos positivos en el estudio PET/TC de estos últimos pacientes. Asimismo, los resultados obtenidos indicaron la administración de tratamiento quimio o radioterápico a 19 pacientes y tratamiento quirúrgico en otros dos.

La valoración de la evolución de los pacientes fue llevada a cabo mediante exploración clínica, estudios analíticos, radiológicos y/o nuevo estudio PET/TC. El tiempo de evolución mínimo para dicha evaluación fue de seis meses. Ninguno de los pacientes con histología de proceso benigno en la lesión mostraron clínica de recidiva o proceso tumoral, y el estudio PET/TC de control llevado a cabo en 5 de ellos no evidenció hallazgos patológicos. Por último, el paciente diagnosticado de enfermedad granulomatosa mostró una respuesta adecuada al tratamiento con corticoides.

Tabla 1 – Características clínicas, hallazgos de la PET/TC, cirugía y evolución de los pacientes en estudio

Pacientes	n	33
Sexo	19 mujeres	
	14 hombres	
Edad	media 54 años	
	rango 23-77	
Patología previa	Ca de mama	9
	Sospecha de neoplasia	7
	Melanoma	4
	Linfoma	3
	Ca de pulmón	3
	Ca de cabeza/cuello	2
	Ca de colon	2
	Ca de vulva	1
	Ca de tiroides	1
	Tumor germinal	1
PET/TC		
Indicación	Sospecha de recidiva	20
	Estadificación-guía de biopsia	8
	Respuesta al tratamiento	5
ROLL		
Región anatómica	Axila	9
	Laterocervical	8
	Íliaca-inguinal	7
	Supraclavicular	5
	Mama-interpectoral	3
	Obturatriz	1
Método de guiado	ECO	28
	TC	5
Localización	Positiva	31
	Negativa	1
	No se buscó	1
Histología		
Afectación neoplásica (metástasis)	De Ca de mama	7
	De linfoma	5
	De melanoma	3
	De Ca de pulmón	2
	De Ca de tiroides	1
	De Ca de vulva	1
	De Ca de faringe	1
	De Ca de colon	1
	Tumor germinal	1
	Neuroendocrino	1
Proceso benigno	Hiperplasia folicular	7
	Granulomatosis	1
Seguimiento		
Afectación neoplásica		
	PET con respuesta al tratamiento	12
	PET con persistencia de enfermedad	6
	TC con respuesta al tratamiento	3
	TC con persistencia de enfermedad	1
	Exitus	1
Proceso benigno		
	PET sin hallazgos	5
	Seguimiento clínico	2
	TAC sin hallazgos	1

Discusión

La cirugía radioguiada incluye las técnicas de detección del ganglio centinela y la técnica ROLL, englobándose todo ello dentro del concepto GOSTT. Desde la primera publicación

llevada a cabo por Cabañas en 1977 hasta la actualidad, la detección del ganglio centinela se ha generalizado, siendo aceptada su indicación en tumores de mama, cabeza y cuello, melanoma o neoplasias ginecológicas^{1,9}.

En cuanto a la técnica ROLL, ésta permite identificar intraoperatoriamente lesiones marcadas con isótopos radiactivos difíciles de localizar debido a su tamaño o a su situación anatómica. El método se basa en la inyección intralesional de un radiofármaco que, debido a su tamaño, permanece en el sitio de administración. El cirujano confirma la extirpación completa de la adenopatía comprobando la ausencia de actividad del trazador en el lecho quirúrgico tras la biopsia excisional, utilizando para ella la sonda de detección².

Comenzó siendo utilizada en cáncer de mama oculto, existiendo numerosas publicaciones que confirman sus ventajas, mostrando mayor facilidad para la exéresis y más comodidad para la paciente respecto a las guías metálicas^{10,11}. Actualmente es aplicada también en cáncer de tiroides que presenta adenopatías cervicales no palpables, nódulos pulmonares o en lesiones colónicas^{12,13}.

El estudio PET/TC es considerado una de las pruebas de imagen más útiles para el diagnóstico y seguimiento del paciente oncológico, permitiendo la estadificación del proceso o su uso como guía de biopsia. Las lesiones hipermetabólicas más representativas y asequibles son fácilmente identificadas, permitiendo su estudio histológico¹⁴.

Aunque existen numerosos radiofármacos, el más utilizado en la práctica clínica es la [¹⁸F]FDG, basándose su captación en el metabolismo glicídico elevado que presenta la célula tumoral. No obstante, procesos inflamatorios, infecciosos o granulomatosos pueden ser causa de falsos positivos al acumular igualmente dicho trazador. Estudios PET en linfomas adquiridos tras dos ciclos de quimioterapia presentan hasta en un 30% de casos falsos positivos debido a estas etiologías, pudiendo ser causa de exploraciones o aplicación de tratamientos innecesarios al paciente¹⁵. En este sentido, varios autores han aplicado la técnica ROLL como método de biopsia excisional o como técnica de cirugía de rescate tras estudio PET/TC, mostrando buenos resultados^{6,13,16,17}.

Los resultados descritos en nuestro estudio se encuentran en concordancia con dichos trabajos. La cirugía radioguiada permitió confirmar la persistencia de actividad neoplásica en 23 pacientes, modificando su manejo terapéutico. Igualmente, mostró la existencia de ocho falsos positivos en el estudio metabólico, obviándose la realización de pruebas complementarias añadidas o la administración de tratamientos innecesarios.

Existen otras técnicas no isotópicas para el marcaje de lesiones no palpables que incluyen la introducción de materiales metálicos o el uso de diferentes sustancias. La técnica del arpón requiere la utilización de agujas flexibles que se anclan en la lesión. Para minimizar la posibilidad de movilización, precisa realizarse el mismo día de la intervención quirúrgica. Existe riesgo de punción durante la intervención y en el estudio histológico; pueden quedar restos del material en el tejido causando infecciones o hemorragias. Asimismo, su utilización condiciona la vía quirúrgica y, con ello, el resultado estético de la intervención¹⁸.

El uso del lipiodol, un tipo de contraste radiopaco tiene el inconveniente de poder difundir fuera de la lesión y generar

reacciones no deseadas en el organismo¹⁹. Por último, se ha utilizado como sustancia marcadora una suspensión de carbón activo. Entre sus inconvenientes se encuentran la aparición de tatuajes cutáneos, poder provocar reacciones granulomatosas y la alteración de las muestras histológicas por la propia sustancia²⁰.

La técnica ROLL resultó ser precisa, simple y de fácil aplicación. La utilización de la ecografía para el guiado de la administración del radiofármaco probó ser un método simple, barato y eficaz. La adquisición de una imagen gammagráfica previa a la cirugía permitió comprobar la calidad de la inyección y la ausencia de contaminación en piel. Las imágenes de la PET/TC sirvieron como guía anatómica de la cirugía. El uso de [^{99m}Tc]MAA hizo posible realizar la cirugía el día posterior a la inyección. La alta señal en la lesión marcada, sin existencia de actividad de fondo, facilitó tanto la localización del radiofármaco como la confirmación de su completa extirpación, consiguiéndose con ello tiempos quirúrgicos cortos y escasas complicaciones postquirúrgicas.

La técnica ROLL presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas. Su precisión es dependiente de una adecuada punción de la lesión y acceso quirúrgico a la misma²¹. En nuestro trabajo un paciente no fue operado por no encontrarse el radiofármaco en la localización correcta, mientras que en un segundo paciente no se localizó quirúrgicamente el ganglio en estudio, achacándose a una inadecuada punción. Estos casos representaron el 6% de pacientes, siendo un valor inferior en comparación a los descritos con el uso del ROLL en patología mamaria²².

En pacientes en los que se evidencian múltiples lesiones sospechosas de malignidad por PET/TC, se plantea la imposibilidad de realizar la biopsia excisional de todas ellas. Asimismo, la falta de accesibilidad de una adenopatía para su punción requiere considerar otras posibilidades. En estos casos, diferentes autores han utilizado como trazador la [¹⁸F]FDG, obviando la necesidad de realizar la punción de las lesiones, ya que este radiofármaco se acumularía en el tejido tumoral a través de inyección intravenosa^{16,17}. El uso de un isótopo emisor de positrones con vida media limitada, como es el [¹⁸F], reduce significativamente la ventana temporal para la cirugía¹⁷. Por otro lado, es necesario utilizar una sonda de cirugía de alta energía, considerar la presencia de actividad de fondo significativa y los problemas derivados de la radioprotección del personal sanitario. En este sentido, el uso de [^{99m}Tc]MAA permite que la exposición a la radiación de pacientes, cirujanos y anatomopatólogos sea mínima, estando muy por debajo de los límites recomendados por la *International Commission on Radiological Protection*²³.

En nuestro caso, parte de los pacientes presentaban numerosas adenopatías hipermetabólicas en el estudio de imagen. A pesar de ello, la adenopatía seleccionada en cada enfermo para su punción y posterior exéresis demostró ser la adecuada, confirmando tanto la evolución clínica como los estudios metabólicos posteriores.

En conclusión, la técnica ROLL probó su utilidad como método de biopsia excisional radioguiada para el estudio de lesiones sospechosas de malignidad evidenciadas en pacientes sometidos a estudios PET/TC. La técnica permitió confirmar la persistencia de proceso oncológico en unos casos y la

existencia de falsos positivos del estudio de imagen en otros, modificando el manejo terapéutico de los pacientes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

- Valdés Olmos RA, Vidal-Sicart S, Manca G, Mariani G, León-Ramírez LF, Rubello D, et al. Advances in radioguided surgery in oncology. *Q J Nucl Med Mol Imaging*. 2017;61:247-70.
- Bowles H, Sánchez N, Tapias A, Paredes P, Campos F, Bluemel C, et al. Radioguided surgery and the GOSTT concept: From pre-operative image and intraoperative navigation to image-assisted excision. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol*. 2017;36:175-84.
- Poeppel TD, Krause BJ, Heusner TA, Boy C, Bockisch A, Antoch G. PET/CT for the staging and follow-up of patients with malignancies. *Eur J Radiol*. 2009;70:382-92.
- Mghanga FP, Lan X, Bakari KH, Li C, Zhang Y. Fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography-computed tomography in monitoring the response of breast cancer to neoadjuvant chemotherapy: a meta-analysis. *Clin Breast Cancer*. 2013;13:271-9.
- Landgren O, Porwit MacDonald A, Tani E, Czader M, Grimfors G, Skoog L, et al. A prospective comparison of fine-needle aspiration cytology and histopathology in the diagnosis and classification of lymphomas. *Hematol J*. 2004;5:69-76.
- Györke T, Kollár A, Bottlik G, Szepesi A, Bodó I, Masszi T, et al. Radioguided lymph node biopsy of a chemoresistant lymph node detected on interim FDG PET-CT in Hodgkin lymphoma. *Int J Hematol*. 2011;93:545-50.
- Luini A, Zurrada S, Galimberti V, Paganelli G. Radioguided surgery of occult breast lesions. *Eur J Cancer*. 1998;34:204-5.
- Infante JR, Rayo JI, Serrano J, Domínguez ML, García L, Durán C, et al. Aplicación clínica de la técnica ROLL en patología no mamaria. Uso complementario tras estudio PET-TAC. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol*. 2015;34:162-6.
- Cabañas RM. An approach for the treatment of penile carcinoma. *Cancer*. 1977;39:456-66.
- Fraile M, Mariscal A, Lorenzo C, Solá M, Julián FJ, Gubern JM, et al. Radiolocalización de lesiones mamarias no palpables combinada con la biopsia del ganglio centinela en mujeres con cáncer de mama. *Cir Esp*. 2005;77:36-9.
- Duarte C, Bastidas F, de los Reyes A, Martínez MC, Hurtado G, Gómez MC, et al. Randomized controlled clinical trial comparing radioguided occult lesion localization with wire-guided lesion localization to evaluate their efficacy and accuracy in the localization of nonpalpable breast lesions. *Surgery*. 2016;159:1140-5.
- Borsò E, Grosso M, Boni G, Manca G, Bianchi P, Puccini M, et al. Radioguided occult lesion localization of cervical recurrences from differentiated thyroid cancer: technical feasibility and clinical results. *Q J Nucl Med Mol Imaging*. 2013;57:401-11.
- Gulec SA, Hoenie E, Rheinheimer K. A multimodality localization technique for radio-guided surgery. *World J Surg Oncol*. 2007;5:43.
- Krause BJ, Schwarzenböck S, Souvatzoglou M. FDG PET and PET/CT. *Recent Results Cancer Res*. 2013;187:351-69.
- Kostakoglu L, Gallamini A. Interim 18F-FDG PET in Hodgkin lymphoma: would PET-adapted clinical trials lead to a paradigm shift? *J Nucl Med*. 2013;54:1082-93.
- Gulec SA, Hoenie E, Hostetter R, Schwartzentruber D. PET probe-guided surgery: applications and clinical protocol. *World J Surg Oncol*. 2007;5:65.
- García JR, Fraile M, Soler M, Bechini J, Ayuso JR, Lomeña F. Protocolo de cirugía de rescate guiada por PET/TAC. Resultados con técnica ROLL y sonda PET. *Rev Esp Med Nucl*. 2011;30:217-22.
- Dua SM, Gray RJ, Keshtgar M. Strategies for localisation of impalpable breast lesions. *Breast*. 2011;20:246-53.
- Vidal-Sicart S, Fuertes Cabero S, Danús Lainez M, Valdés Olmos R, Paredes Barranco P, Rayo Madrid JI, et al. Actualización en cirugía radioguiada: del consenso internacional en ganglio centinela de cabeza y cuello a los avances en tumores ginecológicos y localización de lesiones no palpables. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol*. 2019;38:173-82.
- Bick U, Trimboli RM, Athanasiou A, Balleyguier C, Baltzer PAT, Bernathova M, et al. Image-guided breast biopsy and localisation: recommendations for information to women and referring physicians by the European Society of Breast Imaging. *Insights Imaging*. 2020;11:12.
- Paredes P, Vidal-Sicart S, Zanón G, Roé N, Rubí S, Lafuente S, et al. Radioguided occult lesion localisation in breast cancer using an intraoperative portable gamma camera: first results. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2008;35:230-5.
- Landman J, Kulawansa S, McCarthy M, Troedson R, Phillips M, Tinning J, et al. Radioguided localisation of impalpable breast lesions using 99m-Tc-macroaggregated albumin: Lessons learnt during introduction of a new technique to guide preoperative localisation. *J Med Radiat Sci*. 2015;62:6-14.
- Giammarile F, Alazraki N, Aarsvold JN, Audisio RA, Glass E, Grant SF, et al. The EANM and SNMMI practice guideline for lymphoscintigraphy and sentinel node localization in breast cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2013;40:1932-47.