



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**  
FACULTAD DE MEDICINA

**TESIS PARA OPTAR POR EL TITULO PROFESIONAL  
DE LICENCIADO EN TECNOLOGIA MÉDICA,  
ESPECIALIDAD RADIOLOGIA**

**TÍTULO:**

**ARTEFACTOS EN ESTUDIOS DE TOMOGRAFÍA POR EMISIÓN DE  
POSITRONES (PET) – TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA (CT) CON  
FLÚOR 18 – FLUORODESOXIGLUCOSA (18F-FDG) EN PACIENTES  
ONCOLÓGICOS EN EL HOSPITAL NACIONAL GUILLERMO  
ALMENARA IRIGOYEN - ESSALUD**

**ALUMNOS:**

**MARCELO MARCO ANAMARIA HENOSTROZA**

**ITALO DIEGO AQUINO FERNÁNDEZ**

**ASESORES:**

**JOSE LUIS ROJAS VILCA**

**JOSE LUIS ARANA VIVAR**

**2018**

## Contenido

RESUMEN .....	3
ABSTRACT .....	4
INTRODUCCIÓN .....	5
OBJETIVO .....	10
MATERIAL Y MÉTODOS .....	10
• DISEÑO DEL ESTUDIO.....	10
• POBLACIÓN .....	10
• MUESTRA.....	11
• PROCEDIMIENTO Y TÉCNICAS .....	11
○ RECOLECCION DE DATOS.....	11
○ PROCESAMIENTO DE DATOS .....	11
• PLAN DE ANALISIS .....	12
• ASPECTO ÉTICO .....	12
RESULTADOS.....	12
DISCUSIÓN .....	13
DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERÉS Y DE FINANCIAMIENTO .....	16
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	16
TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS .....	20

## RESUMEN

La presencia de artefactos en la obtención de la imagen de PET/CT es un hecho patente y presente en esta tecnología a nivel mundial. Los artefactos que afectan la sensibilidad y resolución pueden tener distintos orígenes, desde aquellos intrínsecos a la tecnología, como aquellos derivados del manejo del paciente en el momento de la adquisición de la imagen PET/CT. Los protocolos de apnea, han mostrado disminuir los artefactos relativos al movimiento respiratorio, y es posible que el incremento de la velocidad de adquisición, elimine los artefactos derivados del movimiento voluntario. Objetivo: Identificar el tipo y frecuencia de artefactos en estudios de PET-CT con 18F-FDG en pacientes oncológicos. Material y métodos: Se incluyó una muestra de los estudios adquiridos entre abril del 2014 y agosto del 2016, y los estudios fueron leídos por 2 tecnólogos médicos en radiología expertos en PET-CT. Resultados: El total de estudios con al menos un artefacto fue 114 (87%), siendo el más frecuente por movimiento (54 estudios) y de ellos el más frecuente por movimiento voluntario (25 estudios). Conclusiones: El artefacto más frecuente fue por movimiento voluntario y con la implementación del protocolo de apnea se minimizó la ocurrencia del artefacto por movimiento respiratorio. Se recomienda reducir el tiempo de la adquisición de las imágenes y el uso de equipos PET-CT con tomógrafos de 64 o más líneas de detectores para reducir el artefacto por movimiento voluntario.

Palabras claves: PET-CT; artefacto; 18F-FDG.

## ABSTRACT

The PET/CT image acquisition process is a complex fusion process of images both metabolic and functional data, this process generate “artifacts” that could be generate by respiration process itself or voluntary movements from patient. The current protocols had been established that apnea during the PET/CT acquisition resolve the artifacts generated by natural movement of the lungs during respiration, but the artifacts generated by voluntary movements could be minimized with an increment in the velocity of image acquisition from PET/CT device. Objective: To identify the type and frequency of artifacts in PET-CT studies with 18F-FDG in oncological patients. Material and methods: A sample of the studies acquired between April 2014 and August 2016 was included, and the studies were read by 2 medical technologists in radiology experts in PET-CT. Results: The total number of studies with at least one artifact was 114 (87%), being the most frequent by movement (54 studies) and of them the most frequent by voluntary movement (25 studies). Conclusions: The most frequent artifact was by voluntary movement and with the implementation of the apnea protocol, the occurrence of the artifact by respiratory movement was minimized. It is recommended to reduce the time of acquisition of the images and the use of PET-CT equipment with tomographs of 64 or more lines of detectors to reduce the artifact by voluntary movement.

Keywords: PET-CT; artifact; 18F-FDG.

## INTRODUCCIÓN

La tomografía por emisión de positrones – tomografía computarizada (PET-CT) es una modalidad diagnóstica que combina dos tipos de tecnologías: la tomografía computarizada (CT), que es una técnica radiológica cuyo objetivo es detectar las lesiones, cuantificar su tamaño y obtener la información anatómica de las mismas; y la tomografía por emisión de positrones (PET), que es una técnica de medicina nuclear no invasiva cuyo objetivo es detectar lesiones, cuantificar su tamaño y contraste, determinando parámetros de sentido fisiológico debido a la obtención de información metabólica del cuerpo. La tecnología PET disponible actualmente en Perú proporciona imágenes que se obtienen con el radio trazador flúor 18 - fluorodesoxiglucosa (18F-FDG), que nos permite la medición de fotones colineales, creados a partir de la aniquilación de los positrones, los cuales son en sí el producto que emite el radiotrazador; es a partir de la reconstrucción de los lugares de aniquilación que se obtiene una estimación de la distribución del radio trazador o radioisótopos en el cuerpo. (1,2)

Las imágenes PET-CT se fusionan para otorgar una imagen funcional y anatómica al mismo tiempo, de una estructura o lesión del cuerpo, dando mayor aporte al diagnóstico clínico. La importancia del PET-CT radica en que es un estudio altamente ventajoso para el diagnóstico y estadificación adecuados de patologías oncológicas, permitiendo determinar su extensión y/o expansión delineando correctamente la masa tumoral, para así delimitar el daño al tejido circundante; en ese sentido el PET-CT permite lograr un planeamiento terapéutico más exacto cuando el objetivo es la erradicación del tumor.

Las indicaciones del PET-CT para patologías oncológicas incluyen: diagnóstico diferencial de malignidad o benignidad, diagnóstico de extensión tumoral local y/o a distancia; búsqueda del tumor primario en pacientes con metástasis de origen desconocido, sospecha de recurrencia

tumoral por sospecha clínica o evaluación de marcadores tumorales, reestadificación tras diagnóstico de recurrencia y la valoración de la respuesta al esquema terapéutico.(1,3–7)

En imagenología se denomina artefacto a todas las irregularidades, densidades ópticas no deseadas o defectos en una imagen médica causadas por una interacción inadecuada del tejido con la fuente emisora de radiación, que parecen haber sido creadas por el objeto, pero que en realidad han sido creadas durante el proceso de adquisición. Es importante prevenir los artefactos, identificarlos y clasificarlos para evitar las causas que los originan y proponer mejoras, todo esto no solo para un adecuado control de calidad sino para evitar cualquier error que los artefactos puedan ocasionar en el diagnóstico de las patologías, sobre todo en las oncológicas; además es importante recalcar que la imagen que se obtiene mediante PET-CT es una representación de la imagen real, por lo cual debe ser lo más fidedigna posible. (8)

La clasificación de los artefactos en PET-CT es diversa y varían de acuerdo a los diferentes autores, a continuación mencionaremos los artefactos y los describiremos brevemente.

El movimiento, ya sea voluntario (movimiento de tronco o extremidades) o involuntario (movimiento cardíaco, peristaltismo, respiración, etc) ocasiona un error de alineación entre la imagen PET y la imagen CT, la cual se puede mejorar si se disminuyen los tiempos de adquisición del estudio. (1,9)

El artefacto causado por el movimiento respiratorio en las imágenes de PET-CT, puede causar que ciertas porciones del hígado se desplacen al tórax, o viceversa, y existe una importancia clínica cuando hay lesiones en la parte superior del hígado o la parte inferior del tórax, sobretodo en el planeamiento de la radioterapia ya que se trata de mejorar la agudeza de la radiación a áreas afectadas específicamente sin dañar el tejido sano circundante. Se puede evitar la presencia de

este artefacto utilizando protocolos de respiración modificados (contención de inspiración o espiración lenta), sin embargo pese a que existen estos protocolos especiales se termina beneficiando o a la adquisición PET o a la adquisición CT, difícilmente a ambos; en la imagen este artefacto podría producir una zona fría curvilínea en el interfaz del diafragma. (1,9–15) Osman y colaboradores realizaron un estudio en 50 pacientes encontrando artefactos en la interfaz de los pulmones y diafragma (zonas frías curvilíneas), causados por el movimiento respiratorio, de los 50 estudios se encontraron artefactos curvilíneos fríos en un 84% de las adquisiciones, estos artefactos no se veían en la imagen corregida, y no causaron problemas diagnósticos en los pacientes pues eran infrecuentemente severos. (16)

Los implantes o agentes de alta densidad causan artefactos por corrección de atenuación en la imagen CT debido a la sobreestimación local de la actividad del trazador (se afecta la precisión cuantitativa y cualitativa de la imagen PET), estos pueden complicar severamente la interpretación de la imagen, oscureciendo lesiones reales o creando lesiones falsas positivas, sin embargo la gravedad depende de la concentración del agente, su distribución, aclaramiento y tiempo entre la administración y adquisición del CT.

Los contrastes endovenosos causan efectos focales y pueden causar artefactos lineales que por ejemplo simulen una metástasis de nodo linfático en la axila o área supraclavicular, o no tomar en cuenta un nódulo maligno pequeño o anormal confundiendo la interpretación de la imagen e incluso puede simular un hipermetabolismo en el ápex pulmonar (cerca de la vena subclavia).

Los contrastes orales de bario o yodo causan efectos globales que se pueden corregir reemplazando el contraste oral positivo por uno negativo basado en agua. Groves y colaboradores realizaron un estudio sobre el uso de medio de contraste oral en PET/CT cuyos resultados

mostraron que en 38 de los 200 pacientes estudiados, el contraste ayudó a la interpretación de imágenes y que los artefactos que se encontraron eran clínicamente significativos, sin embargo existió un grado de discrepancia en las imágenes corregidas y no corregidas. (17)

Los implantes metálicos como prótesis de cadera o dentales, clips metálicos o puertos de infusión de quimioterapia también ocasionan artefactos por sobrecorrección sin embargo, la prótesis de cadera a pesar de ser de alta densidad y que tiene alta absorción de fotones, va a atenuar los fotones de PET debido a la ausencia de actividad de la prótesis, lo que no da emisión en la región del implante (conocida como zona fría). (1,9–15) En un estudio de 14 pacientes con cardiodesfibriladores implantados realizado por Ghafarian y colaboradores se obtiene como resultados que las imágenes PET corregidas por atenuación, se pueden interpretar sin errores cuando no existe una corrección para los artefactos metálicos, sin embargo hay que enfatizar que en algunos casos la reducción del artefacto metálico puede ser útil para agudizar la corrección de atenuación. (18) Los nódulos linfáticos calcificados también son agentes de alta densidad porque tienen alta captación de  $^{18}\text{F}$ -FDG y su interpretación puede alterar el tratamiento de un paciente oncológico. (10)

El artefacto por truncamiento se debe a la diferencia del campo de visión entre el CT (50cm) y el PET (70 cm) y genera distorsiones visuales en el CT y una corrección de atenuación en las imágenes PET en el área de truncamiento, ocurre en pacientes grandes o escaneados con los brazos abajo, y causan que una parte del cuerpo se corte y no esté representada en la reconstrucción de la imagen PET o CT, por eso es que es importante un adecuado posicionamiento del paciente con los brazos levantados, también se recalca que la calidad de imagen disminuye conforme el tamaño del paciente aumenta. (1,9–15)



La actividad del tejido marrón adiposo que se presenta comúnmente en la línea media axilar, mediastino posterior y regiones supraclaviculares y paraespinales, puede demostrar una elevada absorción de FDG y causar artefactos si no se prepara bien al paciente antes del estudio, el paciente no debe realizar esfuerzo físico como correr o caminar mucho o hablar antes, tampoco puede sentir frío ya que los músculos comenzarán a trabajar para autorregular la temperatura, lo cual se observará como zonas de captación aumentada de FDG en el estudio. (15)

Popilock (19) en cambio clasificó a los artefactos por su forma, por ejemplo por movimiento u objetos de alta densidad se ocasionarán los artefactos de bandas o rayos; por movimientos voluntarios (deglutir, respirar) o involuntarios (latidos cardiacos, peristaltismo) se crea una distorsión de la forma creando un oscurecimiento o brillantamiento que puede parecer una enfermedad.

En objetos densos como el hueso se crea un artefacto por endurecimiento del haz que se presenta como una banda oscura entre objetos. En la creación de este artefacto interviene el ruido de imagen, el contraste, la uniformidad de números de CT, considerando los filtros, posicionamiento y parámetros escogidos para el estudio (19).

Si es que el equipo está dañado (daño del detector por radiación, irregularidades lineales) se crean artefactos en forma de anillo, oscuros o brillantes en la imagen, por lo que es importante calibrar bien el equipo y mantenerlo en las condiciones ambientales específicas. Finalmente los artefactos de florecimiento son causados por áreas de propagación de fotones debido a estructuras de alta densidad como el metal, estos artefactos aparecen como sombras, pero si son severos aparecen bandas o rayos de alta intensidad. Son fáciles de identificar porque emanan de lugares con implantes ortopédicos, grapas quirúrgicas o depósitos de calcio. (19)

## **OBJETIVO**

Identificar el tipo y frecuencia de artefactos en estudios de PET-CT con 18F-FDG en pacientes oncológicos en el Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen – EsSalud.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

- **DISEÑO DEL ESTUDIO**

Observacional transversal descriptivo. La investigación se basó en la observación de estudios PET-CT con 18F-FDG en pacientes oncológicos adquiridos entre abril del 2014 y agosto del 2016 en el HOSPITAL NACIONAL GUILLERMO ALMENARA IRIGOYEN - EsSalud. Se recolectó la información sobre cada estudio de la muestra y los datos fueron vaciados en tablas diseñadas para determinar el tipo de artefactos y medir su frecuencia (Cuadro 3). Fue importante observar las imágenes en bruto del CT y PET por separado y sin ningún tratamiento de mejora de la imagen en caso de que se tenga sospecha por alguna lesión.

Las variables principales y secundarias se describen en los cuadros 1 y 2.

- **POBLACIÓN**

Estudios de PET-CT con 18F-FDG en pacientes oncológicos adquiridos en el área de medicina nuclear del HOSPITAL NACIONAL GUILLERMO ALMENARA IRIGOYEN. La población accesible es de aproximadamente 500 estudios adquiridos entre abril del 2014 y agosto de 2016. Nuestros criterios de inclusión comprenden a los estudios PET/CT con imágenes, informes e historia clínica completa, cuyos procedimientos se hayan realizado dentro de los parámetros adecuados: Nivel correcto de glicemia, dosis correcta, tiempo de biodistribución adecuado, reposo físico y parámetros de adquisición de acuerdo a protocolo. El criterio de exclusión se

aplicó para los estudios que no poseían información de cuerpo entero, que no eran pacientes oncológicos y no tenían ambos estudios (PET y CT).

- MUESTRA

Nuestro tamaño muestral es de 131 estudios. Para el cálculo del tamaño muestral se utilizó el programa OpenEpi, versión 3 con un intervalo de confianza del 95% y con límites de confianza de 2%. Teniendo como antecedente que Osman (16) y colaboradores realizaron un estudio con 50 pacientes, y que Beyer et al (24) realizó un estudio con 62 pacientes.

- PROCEDIMIENTO Y TÉCNICAS

- RECOLECCION DE DATOS

Se observaron imágenes adquiridas en el equipo del Hospital Nacional Guillermo Almenara – EsSalud, un PET-CT de la marca Philips, modelo GEMINI TF. El radiofármaco flúor 18 – fluorodesoxiglucosa (18F-FDG), lo provee la empresa CICLOTRÓN PERÚ.

- PROCESAMIENTO DE DATOS

La evaluación de la muestra se realizó por 3 expertos (Tecnólogos Médicos en Radiología que laboren en el área de Medicina Nuclear, específicamente con equipos PET-CT) los cuales observaron el volumen reconstruido de cada estudio PET-CT: el MIP colección. En caso de haber identificado artefactos en estas imágenes, se procedía a observar las imágenes volumétricas, tanto de CT como de PET, la información obtenida se recopiló en la ficha de adquisición de datos previamente

diseñada. Cuando existía alguna discrepancia entre 2 expertos, se procedía a la decisión final de un experto dirimente.

- PLAN DE ANALISIS

Se utilizó STATA para realizar las pruebas estadísticas las cuales fueron Shapiro Wilk, U Mann Whitney, Prueba exacta de Fisher, Chi2. Se hizo uso de EXCEL para la creación de tablas donde se almacenaría la información estadística obtenida y donde se haría uso de fórmulas de ser necesario.

- ASPECTO ÉTICO

Nuestro trabajo consistió en la recolección de información obtenida a partir de la revisión de una base de datos, por lo que no requerimos un consentimiento informado. Los datos que lleguemos a obtener son anónimos y solicitamos la revisión del comité de ética, del cual obtuvimos su aprobación. La sede donde realizamos la recolección de datos nos brindó su autorización para realizar la investigación.

## **RESULTADOS**

Se seleccionaron de forma aleatoria 131 estudios PET-CT de la base de datos de exámenes realizados a la fecha de la investigación; Se excluyeron 24 estudios en total, 4 de ellos por no corresponder a pacientes oncológicos, 10 por no tener información corporal completa y 10 por no haber sido evaluados por ambas tecnologías (PET y CT), por lo cual se sorteó reemplazos para estos exámenes con los cuales realizamos el análisis de datos.

La edad de los pacientes tuvo distribución no normal (Shapiro Wilk=0,0968;  $p < 0,01$ ), mediana de 59, valor mínimo 6 y máximo 91 años, rango intercuartílico entre 44 y 69. Se incluyeron 69

(52.7%) estudios PET-CT de mujeres (rango entre 22 y 86 años) y 62 (47.7%) de hombres (rango entre 6 y 91 años), sin diferencia significativa por género (U Mann Whitney=0,164; p=0,87).

De las 131 historias clínicas revisadas, 107 (81,7%) de las imágenes correspondieron a pacientes que recibieron quimioterapia, radioterapia, cirugía o alguna combinación de ellas, 22 (16.8%) a pacientes con alguna enfermedad concomitante; la inyección del radiofármaco de 72 (55,0%) fue en la flexura del brazo, 43 (32,8%) en la mano, 3 (2.3%) en el pie, en 13 (9,9%) no se consignó el lugar de inyección del radiofármaco (Tabla 1).

El total de estudios con al menos un artefacto fue 114 (87%), siendo el más frecuente por movimiento (54 estudios) y de ellos el más frecuente por movimiento voluntario (25 estudios). El detalle de los artefactos encontrados se observa en la Tabla 4 y 5.

Al categorizar la edad en menor o igual a 60 años y mayores de 60 (ancianos), no se encontró diferencia significativa (Prueba exacta de Fisher; p=0,071); tampoco encontramos diferencia por género (Chi2 = 0.2966; p = 0.586), tratamiento recibido (Chi2 = 5.1181; p = 0.646), enfermedad concomitante (Chi2 = 0.3536; p = 0.552) ni lugar de inyección (Chi2 = 1.1512; p = 0.765).

## **DISCUSIÓN**

La frecuencia de artefactos encontrados es muy alta, lo cual podría explicarse porque la tecnología era reciente en el país al momento de realizarse el estudio y había una progresiva adaptación de los profesionales de la salud, asociado a la poca colaboración de pacientes oncológicos por su propia condición, con las indicaciones y recomendaciones del profesional a cargo del estudio.

Nuestro trabajo de investigación clasificó a los artefactos por las causas que los desencadenaban, según lo reportado en la literatura (20–24), aunque a diferencia de ellos incluimos todos los tipos de artefactos, y no específicamente a solo un tipo. Sureshbabu (22) y Beyer (24) describen al artefacto por movimiento respiratorio en las imágenes PET/CT como el de mayor prevalencia, que ocurre debido a la discrepancia entre la posición del tórax en la imagen CT y a la posición del tórax en la imagen PET, debido a que el tiempo de adquisición del estudio PET es mayor que en el CT; sin embargo, en nuestro estudio si bien se presentó (2.3%), no fue el más frecuente. Existen diversos protocolos establecidos para el momento de adquirir las imágenes con los pacientes, para minimizar o eliminar los artefactos por respiración. Este artefacto se procura minimizar mediante protocolos de respiración tales como: Respiración tidal con single slice, respiración Tidal con dual slice y protocolo de apnea (24), dado que este último es el que se usaba en el servicio, esto prevenido una mayor frecuencia de artefactos por movimiento respiratorio. En un estudio realizado por Beyer et al (24) se evaluaron la aparición, magnitud y frecuencia de los artefactos ocasionados por respiración en estudios PET/CT en 62 pacientes, imágenes de 43 pacientes fueron adquiridas durante un ciclo respiratorio normal y sin usar el protocolo de respiración y 19 fueron evaluados con el protocolo especial de respiración. Se observó que aplicar la técnica de contener la respiración reduce a la mitad la frecuencia de artefactos severos en la zona del diafragma y que realizar la técnica de respiración espaciada reduce al menos 40% de los artefactos en comparación con la adquisición de imágenes sin ningún protocolo de respiración.

El artefacto más frecuente que encontramos fue debido a movimientos voluntarios (19.1%), lo cual se podría explicar por la poca colaboración de los pacientes oncológicos, debido a su propia condición delicada y predispuesta a sentir dolor en posiciones estáticas en tiempos prolongados,

adicionalmente a eso el poco confort que pueden sentir en la camilla del equipo y del estrés que conlleva estar en la misma posición a lo largo del estudio.

En el presente estudio la mayor frecuencia de artefactos se encontró en el grupo de movimiento con 54 imágenes representando un 41.2% del porcentaje total, sin embargo, dicho grupo tuvo una sub-clasificación que fue la siguiente: movimiento voluntario y movimiento involuntario (peristaltismo, movimiento cardíaco, respiración, estornudo y tos). De las sub-clasificaciones mencionadas dentro del grupo de movimiento quien tuvo la mayor frecuencia de artefactos fue la de movimiento voluntario (19.1%).

En el presente trabajo la incidencia del artefacto por movimiento respiratorio es de 2.3 %, a diferencia de lo reportado por la literatura, probablemente por la correcta implementación de los protocolos de respiración y a la buena llegada y acercamiento con los pacientes. Sin embargo, la clasificación de artefactos por movimiento tiene una frecuencia del 41.2%, probablemente debido a la falta de colaboración de los pacientes; los pacientes oncológicos, muchas veces por dolor no permanecen inmóviles durante todo el proceso de evaluación. Con los avances tecnológicos y mejora de los equipos, se ha logrado disminuir entre el 30 y 40% del tiempo total del estudio, lo que da mayor confort y comodidad al paciente y debería disminuir la aparición de artefactos por movimiento voluntario.

Los conocimientos de la información anatómica de la imagen funcional son vitales para que el profesional encargado del estudio tenga el conocimiento suficiente para realizar correctamente los protocolos que minimizan la aparición de los artefactos y por lo tanto mejoran el diagnóstico de la enfermedad y su estadificación. Es así como el tecnólogo médico en radiología y su

conocimiento cumplen un papel crucial en la obtención de un estudio de calidad minimizando así la aparición de falsos positivos y/o de artefactos que se interpongan en el correcto diagnóstico.

En conclusión, el artefacto más frecuente fue por movimiento voluntario y con la implementación del protocolo de apnea se minimizó la ocurrencia del artefacto por movimiento respiratorio. Recomendamos reducir el tiempo de la adquisición de las imágenes y el uso de equipos PET-CT con tomógrafos de 64 o más líneas de detectores.

## **DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERÉS Y DE FINANCIAMIENTO**

El presente trabajo de investigación no presenta conflictos de interés por parte de los autores. Fue financiado por dichos autores.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Clinical PET-CT in Radiology - Integrated Imaging in Oncology | Paul Shreve | Springer [Internet]. [citado el 15 de diciembre de 2017]. Disponible en: [//www.springer.com/in/book/9780387489001](http://www.springer.com/in/book/9780387489001)
2. Clinical PET and PET/CT | H. Jadvar | Springer [Internet]. [citado el 15 de diciembre de 2017]. Disponible en: [//www.springer.com/la/book/9781852338381](http://www.springer.com/la/book/9781852338381)
3. Martínez-Villaseñor D, Gerson-Cwilich R. La tomografía por emisión de positrones (PET/CT). Utilidad en oncología. Cir Cir. 2006;74(4):295–304.
4. PET in Oncology | Stefan Dresel | Springer [Internet]. [citado el 15 de diciembre de 2017]. Disponible en: [//www.springer.com/gp/book/9783540312031](http://www.springer.com/gp/book/9783540312031)



5. 10-Dr.Ladr-IndeGuevara.pdf [Internet]. [citado el 15 de diciembre de 2017]. Disponible en:  
[http://www.clinicalascondes.cl/Dev\\_CLC/media/Imagenes/PDF%20revista%20m%C3%A9dica/2013/1%20enero/10-Dr.Ladr-%C2%A6ndeGuevara.pdf](http://www.clinicalascondes.cl/Dev_CLC/media/Imagenes/PDF%20revista%20m%C3%A9dica/2013/1%20enero/10-Dr.Ladr-%C2%A6ndeGuevara.pdf)
6. A. Maldonado Suárez JPSF. La Tomografía por Emisión de Positrones (PET) en la práctica clínica oncológica. Barcelona [Internet]. agosto de 2004;27(8). Disponible en:  
[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-48352004000800002](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-48352004000800002)
7. Estrada Sánchez GR ALJ. Tomografía por emisión de positrones y tomografía computarizada en oncología [Internet]. [citado el 15 de diciembre de 2017]. Disponible en:  
[http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id\\_articulo=34552&id\\_seccion=2289&id\\_ejemplar=3559&id\\_revista=139](http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_articulo=34552&id_seccion=2289&id_ejemplar=3559&id_revista=139)
8. Bushong SC. Manual de radiología para técnicos: física, biología y protección [Internet]. Barcelona: Elsevier España; 2013 [citado el 15 de diciembre de 2017]. Disponible en:  
<http://public.eblib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=1746564>
9. Lonsdale MN, Beyer T. Dual-modality PET/CT instrumentation-today and tomorrow. Eur J Radiol. marzo de 2010;73(3):452–60.
10. Blodgett TM, Mehta AS, Mehta AS, Laymon CM, Carney J, Townsend DW. PET/CT artifacts. Clin Imaging. el 1 de enero de 2011;35(1):49–63.
11. Sureshababu W, Mawlawi O. PET/CT imaging artifacts. J Nucl Med Technol. septiembre de 2005;33(3):156-161; quiz 163-164.
12. Artefacts of PET/CT images. Biomed Imaging Interv J. el 7 de enero de 2006;2(4):e60.

13. Cook GJR, Wegner EA, Fogelman I. Pitfalls and artifacts in 18FDG PET and PET/CT oncologic imaging. *Semin Nucl Med.* abril de 2004;34(2):122–33.
14. Beyer T, Bockisch A, Köhl H, Martínez M-J. Whole-body 18F-FDG PET/CT in the presence of truncation artifacts. *J Nucl Med Off Publ Soc Nucl Med.* enero de 2006;47(1):91–9.
15. Wang X, Koch S. Positron Emission Tomography/Computed Tomography Potential Pitfalls and Artifacts. *Curr Probl Diagn Radiol.* el 1 de julio de 2009;38(4):156–69.
16. Osman MM, Cohade C, Nakamoto Y, Wahl RL. Respiratory motion artifacts on PET emission images obtained using CT attenuation correction on PET-CT. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* abril de 2003;30(4):603–6.
17. Groves AM, Kayani I, Dickson JC, Townsend C, Croasdale I, Syed R, et al. Oral contrast medium in PET/CT: should you or shouldn't you? *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* octubre de 2005;32(10):1160–6.
18. Ghafarian P, Aghamiri SMR, Ay MR, Rahmim A, Schindler TH, Ratib O, et al. Is metal artefact reduction mandatory in cardiac PET/CT imaging in the presence of pacemaker and implantable cardioverter defibrillator leads? *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* febrero de 2011;38(2):252–62.
19. Popilock R, Sandrasagaren K, Harris L, Kaser KA. CT artifact recognition for the nuclear technologist. *J Nucl Med Technol.* junio de 2008;36(2):79–81.
20. Mihailovic J, Matovina E, Nikoletic K. 18F-fluorideoxyglucose positron emission tomography/computed tomography imaging: Artifacts and pitfalls. *Med Pregl.* 2015;68(1–2):41–8.

21. Blodgett TM, Mehta AS, Mehta AS, Laymon CM, Carney J, Townsend DW. PET/CT artifacts. *Clin Imaging*. enero de 2011;35(1):49–63.
22. Sureshbabu W, Mawlawi O. PET/CT Imaging Artifacts. *J Nucl Med Technol*. el 9 de enero de 2005;33(3):156–61.
23. Corrigan AJG, Schleyer PJ, Cook GJ. Pitfalls and Artifacts in the Use of PET/CT in Oncology Imaging. *Semin Nucl Med*. noviembre de 2015;45(6):481–99.
24. Beyer T, Antoch G, Blodgett T, Freudenberg LF, Akhurst T, Mueller S. Dual-modality PET/CT imaging: the effect of respiratory motion on combined image quality in clinical oncology. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. abril de 2003;30(4):588–96.

## TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS

- Cuadro 1. Variables Principales.

NOMBRE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	TIPO DE VARIABLE	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
1. <b>Artefacto</b>	Existencia de una o más irregularidades, densidades ópticas no deseadas o defectos en una imagen médica causada por una interacción incorrecta entre la radiación y el tejido.	Presente Ausente	Cualitativa nominal	Cuadro 3
1.1. <b>Tratamiento recibido</b>	Rezago fisiológico que queda en el paciente debido a su tratamiento previamente recibido, capta el FDG,	Presente Ausente	Cualitativa nominal	Cuadro 3
1.2. <b>Movimiento</b>	Artefactos causados por el paciente, se observan como bandas de oscurecimiento o abrillantamiento, a su vez se clasifican en: A. VOLUNTARIO: movimiento de extremidades y tronco. B. INVOLUNTARIO: - Peristaltismo - Movimiento cardiaco - Respiración - Estornudos - Tos	Presente Ausente	Cualitativa nominal	Cuadro 3
1.3. <b>Agente de alta densidad</b>	Artefacto de sobre corrección de atenuación que causa imágenes lineales, zonas frías. Se clasifican en: A. PRÓTESIS DE CADERA B. PRÓTESIS DENTAL C. OTROS	Presente Ausente	Cualitativa nominal	Cuadro 3
1.4. <b>Inyección de radiofármaco</b>	En la zona de inyección queda contaminado por el radiofármaco si no se inyecta de manera correcta, mostrando un foco caliente en la adquisición.	Presente Ausente	Cualitativa Nominal	Cuadro 3
1.5. <b>Truncamiento</b>	Ocasionados por la diferencia del campo de visión del PET y el CT.	Presente Ausente	Cualitativa nominal	Cuadro 3
1.6. <b>Medio orgánico</b>	Condiciones fisiológicas del paciente que ocasionan focos calientes en lugares equivocados, se clasifican en: A. TEJIDO ADIPOSO: alta captación del FDG debido a un esfuerzo físico. Se presenta	Presente Ausente	Cualitativa nominal	Cuadro 3

	<p>comúnmente en la línea media axilar, mediastino superior, regiones supraclaviculares y para espinales.</p> <p>B. ACTIVIDAD MUSCULAR: focos calientes en áreas en que no deberían encontrarse debido a la mala preparación del paciente.</p> <p>C. OTROS</p>			
--	--	--	--	--

- Cuadro 2. Variables secundarias.

<b>NOMBRE</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>TIPO DE VARIABLE</b>	<b>INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>
<b>Edad del paciente</b>	Años de vida que tiene el paciente al momento de realizarse el estudio PET-CT, indicado según la fecha de nacimiento de su documento nacional de identidad.	<12 >12 <60 >60	Cuantitativa discreta	Determinada mediante la fecha de nacimiento consignada en el documento nacional de identidad del paciente
<b>Género</b>	Sexo consignado en el documento nacional de identidad del paciente	Masculino Femenino	Cualitativa nominal	Determinado según el género consignado en el documento nacional de identidad del paciente.
<b>Fecha en que se realizó el estudio PET - CT</b>	Fecha en que se realizó el estudio PET - CT	dd/mm/aaaa	Cualitativa nominal	Determinado según la información que se consigna en la historia clínica
<b>Tipo de cáncer</b>	Tipo de patología oncológica que presenta el paciente al momento de realizarse el estudio PET-CT, el tipo de patología debe ser captadora del F18-FDG	-	Cualitativa nominal	Determinado según la información que se consigna en la historia clínica
<b>Tratamiento recibido</b>	Tipo de tratamiento oncológico que el paciente ha recibido o recibe para paliar su enfermedad	Ninguno Quimioterapia Radioterapia Cirugía Multitratamiento	Cualitativa nominal	Determinado según la información que se consigna en la historia clínica

<b>Enfermedad concomitante</b>	Tipo de enfermedad actual del paciente al momento de realizarse el estudio PET-CT que pueda producir artefactos, solo se considera relevante las enfermedades infecciosas e inflamatorias.	Presente Ausente	Cualitativa nominal	Determinado según la información que se consigna en la historia clínica
<b>Centro en el que se realiza el estudio</b>	Lugar en el que se realizó el estudio de PET - CT	HNGAI - ESSALUD	Cualitativa nominal	Determinada según el lugar en el que se haga la recolección de datos

- Cuadro 3. Instrumento de medición.

ESTUDIO	FECHA EN QUE SE REALIZA EL EXAMEN	EDAD	GÉNERO	TIPO DE CÁNCER	TRATAMIENTO RECIBIDO	ENFERMEDAD CONCOMITANTE	LUGAR DE INYECCIÓN

TTO RECIBIDO	ENFERMEDAD CONCOMITANTE	MOVIMIENTO	AGENTE DE ALTA DENSIDAD	INYECCIÓN DE RF	TRUNCAMIENTO	FALLA DEL DETECTOR	ORGÁNICOS	PRESENCIA DE ARTEFACTO

ARTEFACTO OCASIONADO POR MOVIMIENTO						ARTEFACTO OCASIONADO POR AGENTE DE ALTA DENSIDAD			ARTEFACTO OCASIONADO POR MEDIOS ORGÁNICOS		
MOVIMIENTO VOLUNTARIO	MOVIMIENTO INVOLUNTARIO					Prótesis de Cadera	Prótesis dental	Otros	Tejido marrón adiposo	Actividad muscular	Otros
	Peristaltismo	Movimiento cardíaco	Respiración	Estornudos	Tos						

- Tabla 1. Características demográficas y presencia de artefactos (n=131).

Características	N (%)
<b>Género</b>	
Femenino	69 (52.7)
Masculino	62 (47.3)
<b>Edad*</b>	59 (6 -91)
<b>Tratamiento recibido</b>	
Ninguno	24 (18.3)
Solo Quimioterapia	20 (15.3)
Solo Radioterapia	5 (3.8)
Solo Cirugía	(12.2)
QT + RT	22 (16.8)
QT + CX	20 (15.3)
RT + CX	4 (3.0)
QT + RT+ CX	20 (15.3)
<b>Enfermedad concomitante</b>	
Ausencia	109 (83.2)
Presencia	22 (16.8)
<b>Lugar de inyección**</b>	
Mano	43 (36.5)
Brazo	72 (61.0)
Pie	3 (2.5)

\*mediana (mínimo - máximo)

\*\*13 valores perdidos

- Tabla 2. Artefactos identificados por imagen.

Número de artefactos	Evaluable 1	Evaluable 2
	n (%)	n (%)
1 artefacto	27 (25.2)	27 (25.7)
2 artefactos	58 (54.2)	60 (57.1)
3 artefactos	22 (20.6)	15 (14.3)
4 artefactos	0 (0.0)	3 (2.9)
Total	107 (100.0)	105 (100.0)

- Tabla 3. Correlación en la detección de artefactos por observador, según causa.

	ev1 vs ev2	
	kappa	IC 95%
Tratamiento recibido	0.7168	(0.482 - 0.952)
Movimiento	0.3288	(0.168 - 0.489)

Agentes de alta densidad	0.4111	(0.249 - 0.573)
Inyección de radiofármaco	0.4325	(0.263 - 0.602)
Truncamiento	0.2627	(0.046 - 0.479)
Medio orgánico	0.5115	(0.355 - 0.667)

- Tabla 4. Frecuencia de artefactos identificados (n=131).

Frecuencia	N (%)
<b>Artefactos identificados</b>	
Evaluador 1	107 (81.7)
Evaluador 2	105 (80.2)
Consolidado	114 (87.0)

- Tabla 5. Tipos de artefactos identificados.

Tipos	N (%)
<b>Causa de artefactos</b>	
Tratamiento recibido	8 (6.1)
Movimiento <sup>1</sup>	54 (41.2)
Agente de alta densidad <sup>2</sup>	43 (32.8)
Inyección de radiofármaco	29 (22.1)
Truncamiento	14 (10.7)
Medio orgánico <sup>3</sup>	36 (27.5)
<b><sup>1</sup>Artefactos por movimiento</b>	
Movimiento voluntario	25 (19.1)
Peristaltismo	11 (8.4)
Movimiento cardiaco	6 (4.6)
Respiración	3 (2.3)
Estornudo	2 (1.5)
Tos	3 (2.3)
<b><sup>2</sup>Artefactos por agentes de alta densidad</b>	
Prótesis de cadera	2 (1.5)
Prótesis dental	35 (26.7)
Otros	7 (5.3)
<b><sup>3</sup>Artefactos por medios orgánico</b>	
Tejido adiposo	11 (8.4)
Actividad muscular	15 (11.5)
Otros	11 (8.4)