



UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

TRABAJO FINAL DE TESIS
Para la carrera de Licenciatura en Producción de
Bioimágenes

“Implementación del SUV máximo en SPECT-CT óseos”

Autora: Patricia Alejandra Yapura
Año: 2022





Agradecimientos

En especial a mi compañero, mi amigo, mi esposo Pablo que siempre me apoya en todos mis proyectos y me acompaña ayudándome a ser una mejor profesional y mejor persona.

A mis compañeros y amigos del Instituto de Oncología Ángel H. Roffo por el apoyo incondicional desde el inicio de este trabajo participando en recolección de datos.

Gracias



Índice de Abreviaturas

SPECT-CT: Tomografía por Emisión de Fotón Único – Tomografía Computada.

CT (Computed Tomography): Tomografía Computada.

PET-CT: Tomografía por Emisión de Positrones – Tomografía Computada.

SUV (Standardized Uptake Value): Valor estandarizado de captación.

BMU: Unidades Multicelulares Básicas.

^{99m}Tc : Tecnecio 99 metaestable.

MN: Medicina Nuclear.

RM: Resonancia Magnética.

TC: Tomografía Computada.

RX: Rayos X.

MDP: Metilendifosfonato.

HMDP: HidroxiMetilendifosfonato.

ANMAT: Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica

ARN: Autoridad Regulatoria Nuclear.

PMT: Tubo Fotomultiplicador.

RPF: Retroproyección Filtrada.

OSEM(Ordered Subsets Expectation Maximization): Maximización de la expectativa de subconjuntos ordenados.

FDG: Fluoro-2-desoxi-D-glucosa.

ROI (Region Of Interest): Región de Interés.

VOI (Volume Of Interest): Volumen de interés.

mCi: milicurie.

KeV: Kilo electrón volt.

^{99}Mo : Molibdeno 99 .



Tabla de contenido

Índice de Abreviaturas	4
Resumen	7
Introducción.....	8
Problemática	9
Pregunta de Investigación.....	9
Justificación.....	10
Estado de Arte	10
Objetivo	11
Hipótesis.....	11
Marco Teórico	11
ANATOMÍA del Sistema Óseo.....	11
FISIOLOGÍA.....	13
Remodelado Óseo	13
Fisiopatología de la enfermedad tumoral ósea	13
Metástasis Óseas	14
Diagnóstico Clínico.....	14
Diagnóstico por imágenes de la metástasis óseas.....	15
MEDICINA NUCLEAR.....	16
Radionucleídos y Radiofármacos	17
HMDP (Hidroximetilendifosfonato).....	18
MDP(Metilendifosfonato).....	18
Cámara Gamma	18
SPECT.....	19
Métodos de Reconstrucción.....	19
Retroproyección Filtrada	19
Métodos Iterativos.....	20
SPECT-CT.....	20
CT (Computed Tomography)	21
Cuantificación.....	21
Corrección de Atenuación	22
Fantoma	22



SUV (Valor de Captación Estandarizado).....	23
Presentación de un Caso.....	24
Metodología y Procedimiento	26
Criterios de Inclusión	27
Criterios de Exclusión	27
Variables para la encuesta de pacientes	27
Selección de pacientes.....	28
Radiofármaco.....	28
Parámetros de Adquisición y Equipamiento	28
Reconstrucción de las Imágenes	29
Cuantificación de las lesiones.....	29
Calibración de la Cámara Gamma con Fantoma	30
Ejemplo de obtención del SUV	33
Cálculo del SUV máximo del paciente muestra.....	34
ANÁLISIS DE DATOS (de la encuesta)	35
Análisis de Datos del SUV Máximo	51
Conclusiones.....	54
Referencias Bibliográficas	55
ANEXOS.....	58
ANEXO I.....	58
ANEXO II	60
ANEXO III	65



Resumen

El centelleograma y SPECT-CT óseo con difosfonatos es un estudio de probada eficacia clínica para la detección de metástasis óseas provenientes de tumores de mama de próstata, renal y pulmón. A pesar de su alta sensibilidad para la detección de las mismas es una prueba de baja especificidad. Entre las estrategias para optimizar la misma en los equipos más recientes es posible obtener el valor de captación estándar máximo (SUV máximo) ampliamente utilizado en exploraciones PET-CT. Pero para el cálculo de los mismos se requiere de software especiales caros y poco disponibles. **Objetivos:** se propone una metodología basada en el registro de datos biométricos del paciente, la estandarización de las adquisiciones y del procesamiento de las imágenes en SPECT-CT óseo. Para la implementación del SUV máx para diferenciar lesiones metastásicas con respecto a lesiones benignas y tejido sano. **Metodología:** se estudiaron 37 SPECT-CT con ^{99m}Tc -HMDP de pacientes del Insituto de Oncología Ángel Roffo entre Enero y octubre del 2021 con antecedentes de cáncer de mama, próstata, renal y pulmón. Analizándose 15 lesiones malignas, 22 lesiones benignas y 37 regiones sanas. Y se confeccionaron encuestas a los pacientes de modo de poder interpretar junto con sus antecedentes clínicos, de laboratorio e informes médicos las lesiones y poder segmentar la muestra. **Resultados:** las lesiones metastásicas arrojaron un SUV máximo de $30,17 \pm 10,67$, mientras que las lesiones benignas presentaron un SUV máximo de $12,35 \pm 5$ mientras que el índice promedio en la región sana fue de $2,49 \pm 1,97$. **Conclusiones:** Se presentó una metodología para implementar de manera rutinaria la obtención del SUV máximo para la interpretación de lesiones en SPECT-CT. El índice SUV máximo fue significativamente mayor para las lesiones metastásicas permitiendo obtener una herramienta para diferenciarlas con respecto a otro tipo de lesiones no malignas. La metodología es sencilla y puede ser reproducible dado que se basó en la estandarización de la adquisición y la reconstrucción de los SPECT – CT analizados.

Palabras clave: SPECT-CT, SUV, Cuantificación.



Introducción

El centelleograma y SPECT-CT óseo es un estudio de probada eficacia y sensibilidad para la detección de metástasis óseas (Suh et al 2016). Sin embargo frecuentemente este tipo de lesiones es de difícil diferenciación de patologías benignas como por ejemplo traumatólogicas o degenerativas que también poseen comportamiento osteoblástico cuando se analizan cualitativamente. Por ello en los últimos 15 años se desarrollaron equipos híbridos como el SPECT-CT; que se encuentran conformados por el SPECT (Tomografía por Emisión de Fotón único) y un Tomógrafo de rayos x (CT). Los mismos proporcionan imágenes de fusión mediante software de reconstrucción y análisis que permiten la caracterización radiológica e índices cuantitativos de ambos tipos de lesiones (Even-Sapir, 2009).

En general en medicina nuclear se obtienen índices cuantitativos a partir del análisis de las imágenes que suelen correlacionar con aspectos fisiológicos. Lo que se cuantifica en general son las cuentas o eventos relacionados con la actividad o concentración radioactiva en los vóxeles de las imágenes correspondientes a una región anatómica o lesión.

El índice cuantitativo más utilizado en medicina nuclear y en especial en técnicas como la Tomografía por emisión de Positrones (PET-CT) es el valor de captación estándar o SUV (Standardized Uptake Value). Que básicamente se obtiene a partir de la actividad acumulada en una lesión con respecto a la dosis administrada y el peso del paciente (Huang, 2000).

Se ha comprobado que en PET este índice correlaciona muy bien con la actividad metabólica tumoral, siendo una herramienta muy valiosa para la caracterización y seguimiento de diversas lesiones tumorales. Recientemente también se ha reportado su utilidad clínica en SPECT-CT óseo, SPECT-CT de paratiroides y en estudios dosimétricos. En el caso de los estudios óseos además los valores cuantitativos de SUV mostraron una buena correlación con el tipo de lesión (Tabotta, 2019).

Por lo tanto en los últimos años, la introducción del SUV en el SPECT-CT se convirtió en una herramienta accesible para fines diagnósticos particularmente para contribuir al



diagnóstico diferencial de las metástasis óseas con respecto a otras patologías benignas (Han, 2010).

Particularmente para realizar este tipo de cuantificaciones los fabricantes de equipos SPECT-CT han desarrollado softwares dedicados entre los que se encuentran Xeleris (General Electric), xSPECT Quant (SIEMENS) o el Hybrid Viewer (Hermes Medical solution) entre otros. Estos programas permiten la reconstrucción de los estudios SPECT, la fusión con el CT, corrección de atenuación y poseen herramientas de segmentación y la posibilidad de expresar los valores de captación en unidades de Megabecquerels por volumen.

Problemática

Los softwares anteriormente descritos sólo se encuentran disponibles en las versiones más recientes de los equipos SPECT-CT o debe hacerse una actualización de los sistemas vigentes. Pero estos programas de computación son pagos bajo licencia y cuestan miles de dólares. Debido a que el costo es muy elevado, la disponibilidad de los mismos es baja y a su vez es de gran relevancia la obtención de estos índices para la interpretación de las imágenes. Se hace necesario emplear una estrategia para realizar este tipo de cuantificaciones con las herramientas disponibles. Como por ejemplo obtener las cuentas de las lesiones con softwares de reconstrucción convencionales y por medio de calibraciones con fantomas convertirlas a unidades de actividad sobre volumen (Ritt, 2011). Y finalmente obtener el índice SUV que se deriva de las actividades calculadas de cada lesión y se normalizan por el peso y la dosis administrada al paciente.

Pregunta de Investigación

¿Cómo implementar la cuantificación manual en estudios SPECT-CT óseos para la obtención del índice SUV (Valor de Captación Estándar) utilizando herramientas de rutina y de fácil acceso en un servicio de Medicina Nuclear?



Justificación

Las metástasis óseas constituyen uno de los principales problemas clínicos en oncología, si bien el centelleograma óseo es una herramienta de gran sensibilidad para su detección. La especificidad de los mismos frecuentemente se ve reducida ante lesiones de tipo benignas que poseen captación elevada. La relevancia de utilizar o implementar estos índices cuantitativos en forma rutinaria es que sería de gran ayuda a la hora de diferenciar este tipo de afecciones óseas. Esto condiciona el tratamiento a seguir para cada paciente y el pronóstico de los mismos.

Estado de Arte

Con el desarrollo de los equipos híbridos SPECT-CT que permiten correlacionar los hallazgos centellográficos con el comportamiento radiológico de las lesiones se ha dado un salto cualitativo en la interpretación de estos estudios debido que con esta modalidad dual se pueden adquirir imágenes de centellograma y de TC en un solo equipo. La incorporación de la CT al SPECT ha aportado los detalles anatómicos que le estaban faltando a las imágenes fisiológicas de la medicina nuclear (Collen, 2015).

Adicionalmente se ha reportado que la utilización de los índices SUV en lesiones metastásicas correlaciona muy bien con variables clínicas y bioquímicas en patologías como cáncer de próstata, cáncer de mama y patologías degenerativas permitiendo la diferenciación entre lesiones malignas y benignas (Tabotta, 2019).

Por ejemplo Kuji (2000) empleó el análisis de SUV en 170 pacientes con cáncer de próstata para el diagnóstico diferencial en lesiones vertebrales. Reportando que los valores de SUV fueron significativamente mayores en las lesiones metastásicas con respecto a lesiones benignas y al tejido sano. Además estos valores tuvieron una muy buena correlación con la fosfatasa alcalina y el antígeno prostático específico.

El SUV podría ser una herramienta útil en imágenes de SPECT-CT ya que se ha utilizado con frecuencia a la hora de evaluar actividades en lesiones óseas y como respuesta a los



tratamientos. Ya que el SUV se correlaciona con la actividad osteoblástica, la concentración de los marcadores óseos podrían correlacionarse directamente con este índice.

Objetivo

Implementar el cálculo SUV en estudios SPECT-CT óseos, utilizando un software de reconstrucción convencional, calibración con fantomas, datos biométricos y de adquisición del paciente como el peso, dosis administrada y las cuentas de las lesiones. En una serie de pacientes del servicio de medicina nuclear del Instituto de Oncología Ángel Roffo utilizando los índices SUV para caracterizar los tipos de lesiones óseas observadas en esta muestra.

Hipótesis

Se espera que los valores SUVs obtenidos del análisis de las lesiones de los estudios SPECT-CT óseos presenten una buena concordancia con la interpretación cualitativa de los mismos.

Marco Teórico

ANATOMÍA del Sistema Óseo

El tejido óseo cumple la función de soporte y protección a los órganos permitiendo el movimiento del cuerpo y constituye el principal reservorio de calcio del organismo. Es un tejido dinámico porque continuamente se encuentra en fase de remodelación sufriendo procesos de destrucción y formación constantes. El tejido óseo es un tejido conjuntivo que sufre un proceso de mineralización.

Dentro de sus principales funciones podemos nombrar:



- Protección: de estructuras vitales formando cavidades para proteger los órganos
- Soporte: los huesos proveen un cuadro rígido de soporte para músculos y tejidos blandos
- Movimiento: permite el movimiento gracias a los músculos y tendones que se insertan en las articulaciones
- Depósito mineral: los huesos son la principal reserva de minerales en el cuerpo, especialmente del calcio y del fósforo.

El tejido óseo está compuesto por una matriz donde se encuentran células dispersas. Dicha matriz está compuesta por 25% de agua, 25% de proteínas y 50% de sales minerales.

Compuesta por cuatro tipo de células:

- Células osteoprogenitoras: células madre ubicadas en la capa interna del periostio, en el endostio y canales del hueso que contienen vasos sanguíneos. De ellas derivan los osteoblastos y los osteocitos.
- Osteoblastos: células que perdieron su capacidad de dividirse. Se encargan de construir el hueso sintetizando los componentes de la matriz del tejido óseo e inician el proceso de calcificación transformándose en osteocitos.
- Osteocitos: derivadas de los osteoblastos, también perdieron la capacidad de dividirse y su función es permitir el intercambio de nutrientes y productos de desecho con la sangre.
- Osteoclastos: derivadas de los monocitos. Intervienen en la destrucción de la matriz ósea a través de enzimas lisosómicas.

Las sales minerales más abundantes son la hidroxapatita (fosfato tricálcico) y carbonato cálcico. En menores cantidades hay hidróxido de magnesio y cloruro y sulfato magnésicos. Estas sales minerales se depositan por cristalización en el entramado formado por las fibras de colágeno, durante el proceso de calcificación o mineralización.

El hueso no es totalmente sólido sino que tiene pequeños espacios entre sus componentes, formando pequeños canales por donde circulan los vasos sanguíneos encargados del intercambio de nutrientes. En función del tamaño de estos espacios, el hueso se clasifican en compacto o esponjoso.



La firmeza del hueso depende de las sales minerales orgánicas cristalizadas y la flexibilidad de las fibras colágenas.

FISIOLOGÍA

Remodelado Óseo

A lo largo de la vida el hueso se va remodelando acondicionando al esqueleto a las cargas que debe soportar y a la renovación de su estructura.

Para el remodelamiento óseo intervienen las Unidades Multicelulares Básicas (BMU). Cuando alguna de ellas se activa aparecen los osteoclastos, los cuales reabsorben el hueso en dos fases: primero solubilizan el mineral y luego digieren la matriz orgánica, dejando una cavidad que luego va a ser rellenada por los osteoblastos con hueso nuevo que se reclutan en el sitio de remodelación bajo estímulos y secretan nueva matriz orgánica (osteoides). Luego de unos días el osteoide comienza a mineralizarse y esto continúa hasta que se rellena completamente la cavidad. Este proceso dura aproximadamente unos 200 días, 50 días son de actividad osteoblástica y 150 días de actividad osteoclástica. Esto altera la arquitectura del hueso aumentando su diámetro y la masa trabecular disminuye lentamente a lo largo del tiempo. De esta manera se pueden explicar las enfermedades metabólicas óseas.

Fisiológicamente los huesos se encuentran en constante movimiento gracias a las células encargadas de la resorción y la formación ósea (osteoblastos y osteoclastos) manteniendo un equilibrio hasta la cuarta década de la vida humana en la mayoría de los casos. Donde la cantidad de hueso reabsorbido supera a la cantidad de hueso formado.

Fisiopatología de la enfermedad tumoral ósea

Las células tumorales de la lesión primaria primero invaden el tejido normal circundante. Esto posibilita que accedan a la microcirculación del tejido vecino haciendo uso de la neovascularización que induce el propio tumor primario (angiogénesis).



Una vez alcanzado el hueso se crea un microambiente entre células tumorales y tejido óseo que favorece la progresión de la metástasis.

Metástasis Óseas

Las metástasis se describen como la capacidad de las células tumorales de abandonar el tumor primario, migrar e implantarse en un órgano distante para luego proliferar y formar nuevos focos tumorales.

Las metástasis óseas son generadas por algunos tumores malignos como la mama, próstata, pulmón y riñón. Por ejemplo, las células del cáncer de próstata estimulan los osteoblastos encargados de formar el hueso, produciendo imágenes radiológicas densas. Mientras que en medicina nuclear por ejemplo en el centelleograma óseo son lesiones que poseen mayor captación relativa del radiofármaco. Por otro lado, en el cáncer de mama las células metastásicas si bien pueden formar lesiones osteoblásticas, también intervienen con los osteoclastos estimulados determinando la pérdida de material óseo. Estas lesiones de tipo líticas produce imágenes radiológicas radiolúcidas en el centro y de mayor densidad en la periferia y en el centelleograma óseo se pueden visualizar con aspecto de tipo "mixto" es decir, con un núcleo hipocaptante con halo hipercaptante.

Diagnóstico Clínico

Las metástasis óseas pueden ser detectadas de tres maneras. La primera es la más común donde el paciente es controlado y tratado por una lesión neoplásica conocida que presenta dolores óseos, una imagen sospechosa en imagenología o una fractura patológica. La otra manera, es cuando la detección se realiza mediante el chequeo de la extensión del tumor primario mediante un centellograma óseo con ^{99m}Tc . Por último, es la aparición de la metástasis ósea inicial en un paciente sano sin antecedente de cáncer conocido.

El dolor es el principal motivo de consulta, la localización es variable pero generalmente suele darse en columna vertebral, tórax o pelvis.



Cuando el paciente tiene una fractura patológica inicial, hay que diagnosticar el tumor primario mediante la biopsia para poder definir el tratamiento a seguir.

Diagnóstico por imágenes de la metástasis óseas

El centellograma óseo con ^{99m}Tc en Medicina Nuclear (MN) sigue siendo el examen de elección a la hora de explorar el cuerpo completo en toda su totalidad para detectar metástasis óseas. Es menos sensible que la Resonancia Magnética (RM), 78% versus 95% respectivamente, (O'Sullivan, 2015) pero ésta no puede realizar exploraciones de cuerpo entero. La Tomografía Computada (TC) suele usar en el estudio de metástasis sintomáticas para poder determinar su posterior tratamiento. Con respecto a las radiografías (RX) siguen siendo de baja sensibilidad ya que necesita un alto porcentaje de destrucción de la trama ósea para que se puedan visualizar radiológicamente.

Las radiografías simples y la TC utilizan rayos x donde la formación de la imagen depende de la absorción de los rayos cuando atraviesan el tejido (Figura 1). El centellograma óseo se realiza con un radiofármaco ($^{99m}\text{Tc-MDP}$) que se administra al paciente vía endovenosa, el cual es absorbido en los sitios de formación de hueso nuevo mostrándonos su fisiología, o sea, que para ser positiva el mismo debe poseer actividad osteoblástica aumentada. Es un método altamente sensible, positivo, antes de que la trama ósea sea destruida pero poco específico ya que puede brindar falsos positivos debido a que su patrón de captación podría ser similar a patologías benignas de actividad osteoblástica elevada. La RM presenta propiedades magnéticas del hidrógeno el cual se encuentra mayormente en el agua y las grasas. Esta técnica permite el estudio de la médula ósea que de la trama ósea desprovista de agua. Debido a esto, ofrece una mayor sensibilidad con respecto a los exámenes con rayos x y al centellograma óseo, que son positivos tardíamente cuando aparecen las modificaciones óseas por la infiltración tumoral. (Collen, 2015).

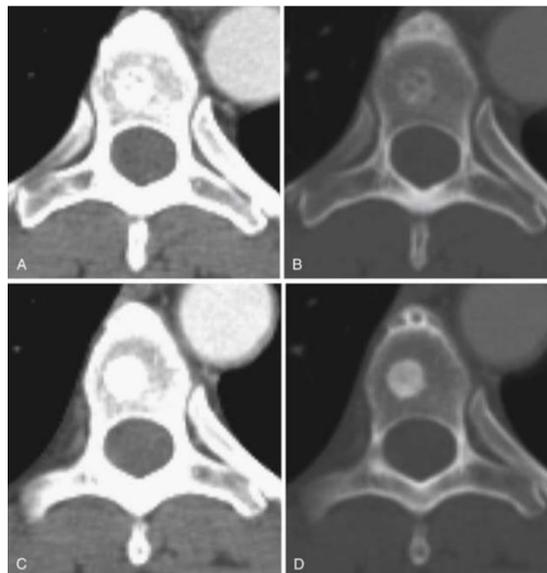


Figura 1 Collen, M. 2015. *Metástasis óseas*. Recuperado de <https://clinicalgate.com/bone-metastases-3/>

MEDICINA NUCLEAR

La medicina nuclear es una especialidad donde se utiliza isótopos radioactivos o radioisótopos de emisión alfa, beta y gamma con fines diagnóstico, terapéuticos y de investigación. Los radiofármacos o radiotrazadores (fármacos unidos a un isótopo radioactivo) pueden ser administrados al paciente por vía intravenosa, oral e inhalatoria etc. Una vez administrado el radiofármaco al paciente se realizan imágenes de tipo fisiológico-molecular mediante la detección de la radiación ionizante producida por el órgano de estudio donde se ha fijado el trazador y captada por un equipos que utilizan cristales de centelleo como la Cámara Gamma, SPECT o PET.

En los últimos años la Medicina Nuclear ha experimentado un avance a pasos agigantados desarrollando nuevos radiofármacos tanto para el diagnóstico como así también para el terapéutico junto con el avance de las nuevos equipos híbridos de SPECT-CT, PET-CT, PET-RM, etc.(Gambini González, 2010).



Radionucleídos y Radiofármacos

Los radionucleídos o también llamados isótopos radioactivos son átomos con núcleos inestables que produce desintegraciones espontáneas con la emisión de diferentes partículas y/o ondas electromagnéticas. La selección de un radionucleído para su uso en medicina nuclear depende de sus propiedades físicas como la vida media, tipos de emisión y decaimiento radioactivo. Los radionucleídos poseen una constante desintegración característica de cada uno de ellos.

Los radiofármacos son compuestos formados por un radionucleído y un fármaco generando una imagen de la fisiología, la bioquímica, patología y anatomía de un órgano o sistema corporal. Se utilizan para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Son denominan radiotrazadores o radiomarcadores porque “marcan” el lugar del organismo que se desea estudiar o tratar. Su preparación se realiza en unidades de radiofarmacia combinando la preparación farmacéutica y las habilidades del manejo de materiales radioactivos (Roca M & Iglesias F, 2009). Estos fármacos deben estar aprobados por la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT) y su manipulación debe realizarse bajo normas de radioprotección por personal con permiso individual de radioisótopos expedido por la Autoridad Regulatoria Nacional (ARN).

En algunos casos solo se usa el radionucleído puro sin estar unido a ningún fármaco. Es importante que la radiación de los radionucleídos sea la menor posible para el paciente permitiendo un estudio de calidad suficiente para el diagnóstico o tratamiento. (Sopena, 2014).

Los radiofármacos empleados para la realización del centelleograma y/o SPECT-CT óseo son los llamados difosfonatos marcados con ^{99m}Tc , estos son el Hidroxi metilendifosfonato y el Metilendifosfonato (^{99m}Tc -HMDP y ^{99m}Tc -MDP, respectivamente). Ambos se fijan a la matriz ósea en forma proporcional a la actividad de remodelación ósea por un mecanismo de quimioadsorción en el cual los grupos fosfatos de estos compuestos establecen uniones iónicas con el calcio de la matriz del tejido óseo (Ziessman, 2008). Por lo tanto en la imagen se observará un aumento de la captación del radiofármaco por parte del hueso que posee mayor remodelación. Esta es una de las características fundamentales de variadas patologías como por ejemplo el hueso metastásico en el cual se genera continuamente



hueso enfermo o en procesos de remodelación en patologías traumáticas, inflamatorias y degenerativas.

HMDP (Hidroximetilendifosfonato)

Es un fármaco compuesto por hidroximetilendifosfonato como principio activo, cloruro estagnoso dihidratado como agente reductor y ácido ascórbico como estabilizador. El pH es ajustado con soluciones de hidróxido de sodio y/o ácido clorhídrico.

El HMDP viene en un vial listo para la preparación de oxidronato (^{99m}Tc) con todas las condiciones para ser inyectado. Una vez en el organismo durante las primeras 24 horas el ^{99m}Tc - HMDP se va eliminando concentrándose en el esqueleto y orina. De acuerdo al protocolo clínico el tiempo óptimo para el barrido de las imágenes óseas se encuentra entre los 60 y 120 minutos post administración endovenosa. Está indicado para la realización de estudios diagnóstico del esqueleto, mostrando procesos de áreas alteradas tanto en adultos como en pediátricos.

MDP(Metilendifosfonato)

Este fármaco está compuesto por metilendifosfonato de sodio como principio activo, cloruro estagnoso dihidratado como agente reductor y manitol como carga inerte. El pH previo a la liofilización es ajustado con soluciones de hidróxido y/o ácido clorhídrico. El MDP se presenta en un vial en un polvo liofilizado para la preparación de medronato(^{99m}Tc) con todas las condiciones estéril y apirógeno, bajo una atmósfera de gas nitrógeno para ser administrado vía endovenosa. Durante las primeras 24 horas el ^{99m}Tc -MDP es rápidamente eliminado por otros órganos y concentrado en esqueleto y orina. Los tiempos óptimos para la obtención de imágenes óseas a investigar se encuentra entre los 120 y 240 minutos post administración endovenosa del radiofármaco.

Cámara Gamma

La cámara gamma también conocida como cámara de centelleo Anger debido a su creador Hal Oscar Anger en el año 1958, es un equipo que consta de un gran cristal compuesto por



fotomultiplicadores (PMT) conectado a una computadora donde se puede obtener imágenes a partir de la detección de los fotones gamma “in vivo” emitidos por el paciente inyectado con un radiofármaco o radionucleído obteniendo imágenes bidimensionales de la distribución del radiotrazador. Compuesta por detectores acoplados a un gantry, una camilla para el paciente y un monitor, los cuales se conectan a una estación de trabajo. La imagen obtenida se denomina centellograma o gammagrafía, es una imagen digital donde cada pixel se representa dependiendo de los fotones que incidieron sobre un punto del detector. Estos fotones se los denomina cuentas o eventos, o sea que cada imagen en un centellograma está representada por cuentas.

SPECT

La Tomografía por Emisión de Fotón Único (SPECT, por sus siglas en inglés de Single-Photon Emission Computed Tomography) fue introducida en 1963 por Kuhl y Edwards. Se basa en la tecnología que permite adquirir imágenes tomográficas en una cámara gamma donde el o los cabezales giran alrededor del paciente adquiriendo proyecciones planares desde diferentes ángulos, las cuales pueden realizarse de manera continua o por pasos (Step and Shoot). Mediante algoritmos matemáticos de reconstrucción tomográfica es posible obtener imágenes en los tres ejes del espacio (axial, sagital y coronal) de manera que se puede estimar la distribución tridimensional de la captación del radiofármaco. (National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering, 2013).

Métodos de Reconstrucción

Retroproyección Filtrada

Este método se basa en obtener los cortes axiales a partir de la sumatoria de las filas de cada proyección planar de todos los ángulos de adquisición obtenidos de un objeto que contiene una distribución tridimensional de radioactividad (Pérez, 2005). Se realiza la reconstrucción tomográfica a partir de algoritmos matemáticos los cuales pueden ser de carácter analítico como el algoritmo de retroproyección filtrada (RPF) (Figura 2) o de



carácter estadístico como el algoritmo OSEM (Ordered Subsets Expectation Maximization).

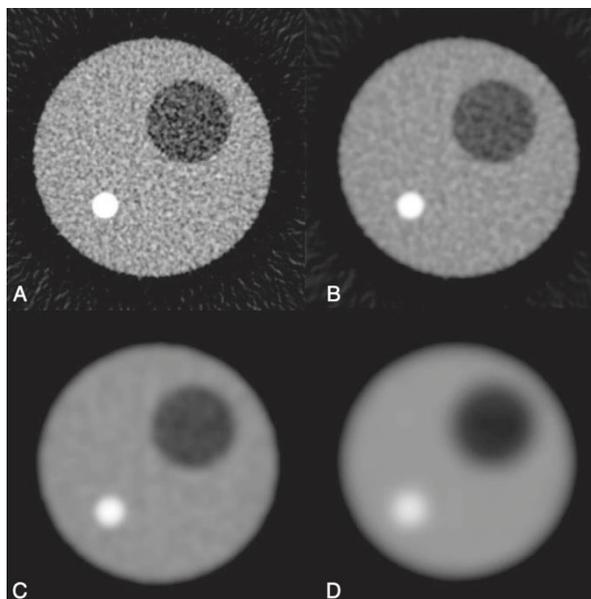


Figura 2. Reconstrucciones de retroproyección filtrada a partir de un fantoma de simulación.

Métodos Iterativos

En los últimos años se han desarrollado algoritmos dando importancia al carácter estadístico de la formación de la imagen introduciendo la estructura del ruido y características del equipo de adquisición de datos. Se basan en estimar el valor de cada corte tomográfico hasta lograr la convergencia con el valor esperado de los mismos. Este segundo método consume mayor capacidad de cómputo, pero permite una mejor corrección de los artefactos de atenuación y scatter.

SPECT-CT

La Tomografía por Emisión de Fotón Único – Tomografía Computada (SPECT-CT, por sus siglas en inglés de Single-Photon Emission Computed Tomography – Computed Tomography) a diferencia del SPECT que solo adquiere imágenes de emisión, posee también un tomógrafo convencional, la CT ayuda a identificar la estructura anatómica complementaria a la imagen funcional. Convirtiéndolo en un equipo híbrido que fusiona la



imagen del SPECT con la imagen morfológica obtenida con un escáner de baja intensidad, posibilitando la correlación anatómica y funcional logrando identificar con exactitud la localización de diferentes patologías (OIEA, 2010). Esta técnica ha demostrado que mejora la sensibilidad y especificidad de los estudios centellográficos mejorando el análisis de los mismos. Por otro lado, se evidenció los datos de transmisión de la CT son útiles para la corrección de atenuación presente en los estudios SPECT.

CT (Computed Tomography)

El equipo de tomografía computada comprende un tubo de rayos x el cual se encuentra enfrente una fila de detectores en estado sólido montados sobre un gantry que los hace rotar a 360°. Su principio se basa en la atenuación de los rayos x al atravesar al paciente, las cuales se almacenan y se procesan obteniendo un mapa de atenuación donde cada pixel contiene el valor del coeficiente de atenuación representado por una escala de grises conocida como unidades de Hounsfield (HU, del inglés Hounsfield Units). La tomografía computada por rayos X es de gran ayuda para el diagnóstico diferencial de las lesiones que se visualizan como hipercaptantes en el centelleograma y en el SPECT. Ya que la caracterización radiológica de las mismas posibilita caracterizar aquellas lesiones de elevada actividad osteoblástica pero que pueden ser metastásicas o de otro tipo como artríticas, degenerativas o traumáticas.

Cuantificación

Cuantificación en medicina nuclear significa contar “cuentas” en un volumen o en este caso actividad por volumen de lesión de manera de caracterizar a la misma. Pero obtener estos valores de cuantificación depende de varios factores, a saber: la atenuación (son los fotones que son absorbidos cuando interactúan con la materia en su camino hacia la cámara gamma) y producen pérdida de información y por lo tanto subestimación de las actividades en las lesiones. El scatter o la radiación dispersa se produce cuando los fotones interactúan por Efecto Compton y no son filtrados por el sistema de detección. El problema provocado es que disminuye el contraste (Pérez, 2005).



El volumen parcial se produce en aquellas lesiones cuyo tamaño son menores a la resolución espacial del equipo y por lo tanto son representadas con menor captación relativa en la imagen en consecuencia el problema que presenta es que se subestima la actividad y se dificulta la segmentación de las lesiones. Si se tienen en cuenta estos factores de degradación y se emplean correcciones adecuadas entonces puede estimarse las cuentas sobre los vóxeles de las imágenes de los SPECT y mediante una calibración con un fantoma transformarlas en valores de actividad por volumen.

Corrección de Atenuación

Los fotones sufren de atenuación al atravesar los diferentes espesores del organismo y alcanzar los detectores, provocando degradación en las imágenes obtenidas. Hoy en día se pueden obtener mapas de atenuación adquiridos de las imágenes de la TC en los equipos híbridos SPECT-CT, produciendo menor ruido y disminuyendo el tiempo de adquisición obteniendo una mejor calidad de contraste y una mejor resolución espacial (Pérez, 2011).

Fantoma

Los fantomas son dispositivos o maniqués que representan el cuerpo humano, en su gran mayoría están compuestos de acrílico y se rellenan con agua y actividad conocida. Éstos se utilizan para hacer calibraciones, mediciones dosimétricas y probar limitaciones de los diferentes sistemas de imágenes. Pueden desarrollarse para evaluar dosis administradas a un paciente, para determinar los límites de una imagen u otras múltiples funciones. El propósito del fantoma va a determinar cuál será su forma, tamaño, composición, entre otras cosas (DeWerd & Kissick, 2013). En particular para el cálculo del SUV se requiere un fantoma cilíndrico con concentración conocida de actividad de ^{99m}Tc diluido en agua de modo de poder obtener la relación entre las cuentas por volumen con respecto a la concentración de la actividad. Es decir para poder realizar la conversión de las cuentas que provee la cámara gamma en unidades de actividad. Se adquiere una exploración de SPECT-CT con los mismos parámetros que en los estudios clínicos y se procesan utilizando los mismos algoritmos. Se analizan las imágenes tomográficas del fantoma contabilizando las cuentas radioactivas en su volumen total y se calcula la concentración en cuentas/volumen.



Esa concentración es equivalente a la concentración de actividad/ volumen al momento de la adquisición de la imagen. Esto último será el factor de conversión que debe usarse para todos los estudios SPECT-CT óseos que se van a cuantificar. Cuando se detecta una lesión en el SPECT óseo se computan las cuentas en dicha región y se transforman a concentración de actividad/volumen a partir del factor de conversión obtenido con el fantoma de calibración.

SUV (Valor de Captación Estandarizado)

El SUV (por sus siglas en inglés, Standardized Uptake Value) es el método más utilizado para la cuantificación de los estudios PET con ^{18}F -FDG en medicina nuclear. Este valor representa la absorción del radiotrazador en un tejido (Figura 3), luego de un intervalo de tiempo, que se divide por la actividad inyectada y se normaliza por el peso del paciente. Se determina mediante el volumen o región de interés específico (ROI) que el usuario debe determinar en un software de procesamiento. La medición del SUV se realiza sobre una región bidimensional de interés (ROI) o volumétrica (VOI) de la imagen.

En el SPECT –CT óseo se utiliza el mismo concepto que en PET para caracterizar las lesiones óseas.

El SUV se puede calcular como valor máximo (SUV_{máx}), como valor promedio (SUV_{mean}) o como valor pico (SUV_{peak}).

SUV_{máximo} se define como el vóxel de mayor actividad en Megabecquerel sobre una región de interés o lesión dividido por la dosis inyectada y decaída del paciente al momento de la exploración y multiplicado por el peso del paciente:

$$SUV_{\text{máximo}} = \frac{\text{Vóxel mayor actividad de la lesión} \times \text{peso de paciente (gramos)}}{\text{Dosis inyectada (MBq)}}$$

$$SUV_{\text{medio}} = \frac{\text{Actividad promedio de la lesión} \times \text{peso del paciente (gramos)}}{\text{Dosis inyectada (MBq)}}$$

*SUV pico: Actividad máxima sobre un volumen fijo de la lesiónxpeso del paciente(gramos)
Dosis inyectada (MBq)*

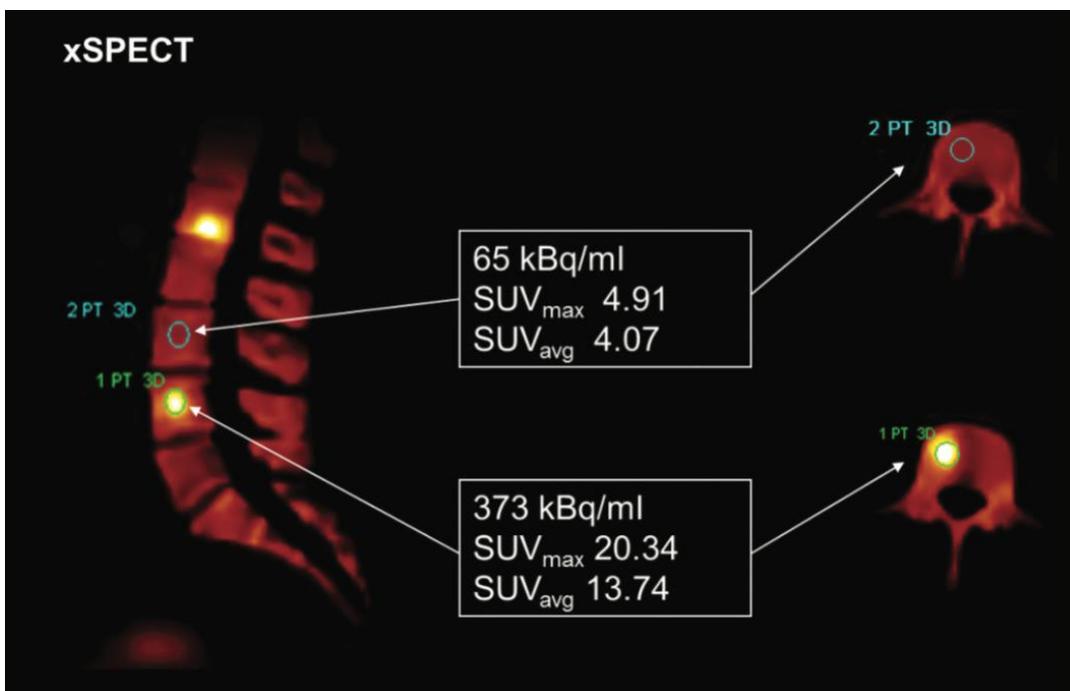


Figura 3. Metástasis vertebrales. La cuantificación confirma que las lesiones hipercaptantes corresponden a metástasis óseas con los valores del SUV_{máximo}.

Presentación de un Caso

Mujer de 78 años, 71 kilos y 180 cm de altura. Con antecedentes de cáncer de mama no operado. Refiere fractura de muñeca izquierda en el 2001 y biopsia de mama en el 2016. Tratada actualmente con quimioterapia y medicación se realiza centellograma óseo con ^{99m}Tc-HMDP para control anual de rutina. Estudio corporal total (wholebody) fue seguido por un estudio de SPECT-CT del tórax realizado en un equipo Xeleris Hawkeye 4 de General Electric (Figura 4). Los hallazgos presentados por el centellograma óseo planar es una marcada actividad hipermetabólica del radiotrazador a nivel de manubrio esternal junto

al extremo proximal del cuerpo del esternón y la clavícula izquierda. Signos compatibles con patología osteoarticular degenerativa en grandes articulaciones, en especial en raquis cervical (carillas articulares).

En las imágenes de SPECT-CT tórax para evaluar esternón se evidencia con ventana ósea de TC de baja resolución imagen de aspecto condensante sugestiva de secundarismo óseo de su patología de base.

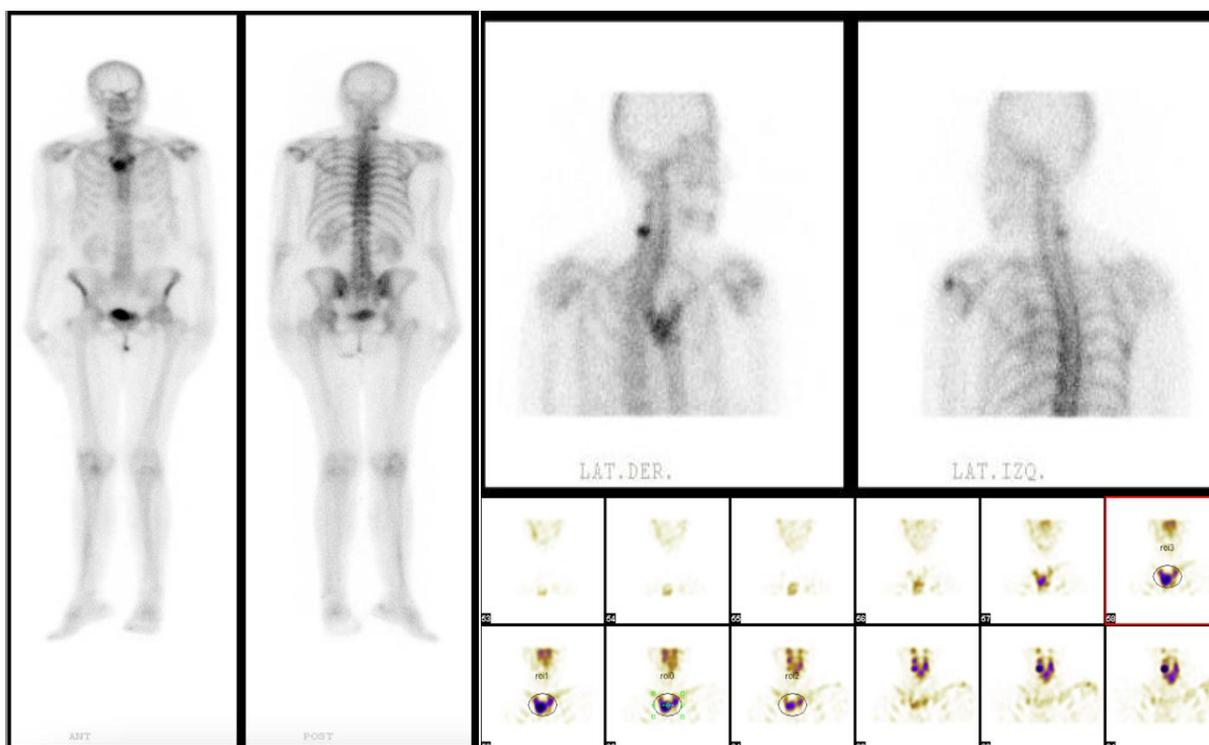


Figura 4. Centellograma óseo SPECT-CT. (A) Barrido corporal total. (B) Imágenes planares de las zonas de interés. (C) Imágenes tomográficas con un ROI delimitando la lesión a estudiar.

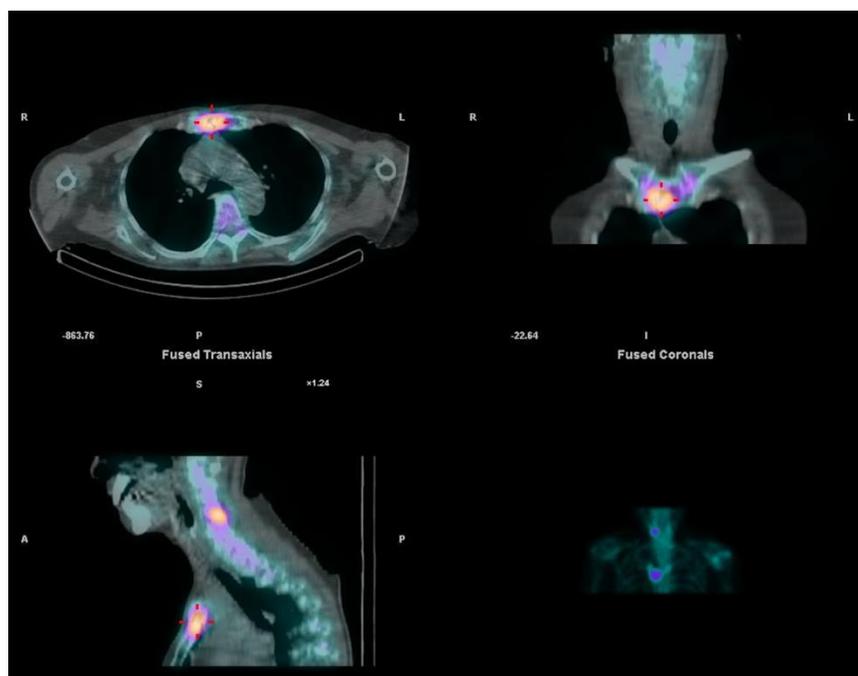


Figura 5. Imagen tomográfica donde se puede ver la fusión de las imágenes de emisión con las imágenes del CT en los 3 cortes (axiales, coronales y sagitales).

Metodología y Procedimiento

El presente trabajo de tesis es un estudio de caso observacional analítico retrospectivo desarrollándose entre los meses de enero y octubre del 2021.

Los métodos de recolección de datos fue a partir de encuestas dirigidas a los pacientes con preguntas seleccionadas de interés de esta tesis y el análisis cuantitativo de las imágenes fue realizado por un operador experimentado en medicina nuclear del Instituto de Oncología Ángel Roffo de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

La población de la muestra de este trabajo está conformada de 37 pacientes con diagnóstico de cáncer de mama, de próstata, de pulmón, de riñón confirmado con sospecha de metástasis óseas. Analizándose 15 lesiones malignas y 22 lesiones benignas y 37 regiones sanas.



Criterios de Inclusión

- Enfermedad diagnosticada de cáncer de mama, cáncer de próstata o cáncer de pulmón
- Mayor de 18 años
- Sin enfermedad metastásica diseminada
- Tumores óseos primarios

Criterios de Exclusión

- Enfermedad metastásica diseminada
- Enfermedad de osteomielitis
- Pacientes menores de 18 años
- Pacientes infiltrados
- Estudios centellográficos sin SPECT-CT

La metodología del trabajo se basó en encuestas realizadas a pacientes y profesionales en medicina nuclear y análisis de datos de imágenes. Para las encuestas se analizaron las siguientes variables:

VARIABLES PARA LA ENCUESTA DE PACIENTES

Se realizaron las encuestas a los pacientes acerca de su patología de base con el objeto de clasificar las lesiones de los mismos y poder segmentar la muestra en lesiones metastásicas y lesiones benignas.

Patología de base. Indicadores: Tipo de tumor primario, Cáncer de mama, cáncer de próstata, cáncer renal.

Antecedentes previos de cirugías tratamiento oncológicos. Indicadores: Tratamiento de radioterapia, tratamiento de quimioterapia, medicación.

Motivo de solicitud del estudio. Indicadores: Control de rutina, Estadificación,



Indicadores que permitan identificar lesiones benignas a saber antecedentes de traumatismo, enfermedades degenerativas como artrosis, artritis. Presencia de prótesis, etc. Con el objeto de calcular el SUV se le preguntaron los datos biométricos. Indicadores: Peso, Edad, Altura, etc.

Con respecto a la encuesta a profesionales se buscó determinar si tenían conocimiento del uso del SUV en el SPECT-CT.

Determinar si realmente el SUV puede ser un aporte significativo para el diagnóstico clínico diario. Indicadores: Reparo anatómico, diagnóstico diferencial.

Relevamiento de las limitaciones que presentan los protocolos de centellograma y SPECT para la valoración de las lesiones óseas.

Selección de pacientes

Para este trabajo se adquirieron y procesaron SPECT-CT óseos de 14 varones y 23 mujeres cuyo rango de edad fue de 20-82 años. Los mismos se encontraban con diagnóstico de cáncer de mama 22, próstata 5, renal 1 y pulmón 2 y el estudio fue indicado para la búsqueda de metástasis óseas.

Radiofármaco

El radiofármaco utilizado fue el ^{99m}Tc -HMDP en un rango de dosis de (20-30 mCi) y se administró vía endovenosa. Se computaron las dosis, peso en gramos de los pacientes, la hora de inyección y de adquisición de los mismos. Las exploraciones se realizaron entre 2 y 3 horas post administración del radiotrazador.

Parámetros de Adquisición y Equipamiento

Los SPECT-CT se adquirieron con los siguientes parámetros: rango de 360 grados, órbita autocontorno, tamaño de matriz: 128 x 128, tiempo por vista: 10 segundos, modo step and shoot, colimador de baja energía y ventana de adquisición centrada en 140 keV con un ancho de +/- 10% y una segunda ventana centrada en 120 keV para la sustracción de



scatter. El equipo fue General Electric Infinia Hawkeye. La tomografía computada helicoidal se adquirió seguido a las imágenes SPECT con los siguientes parámetros: 140 keV de voltaje 2,5 miliAmpere de corriente, pitch de 1,9 con intervalo de 4.42 milímetros, la matriz de reconstrucción fue de 512x512 píxeles.

Reconstrucción de las Imágenes

Las imágenes SPECT se exportaron a una terminal Xeleris y fueron reconstruidas utilizando algoritmo OSEM de 20 iteraciones, 4 subsets, filtro Butterworth de 0,4 ciclos/cm. Se empleó corrección de atenuación por CT, de scatter mediante método de dos ventanas con un factor de 0,5 (Figura 6).

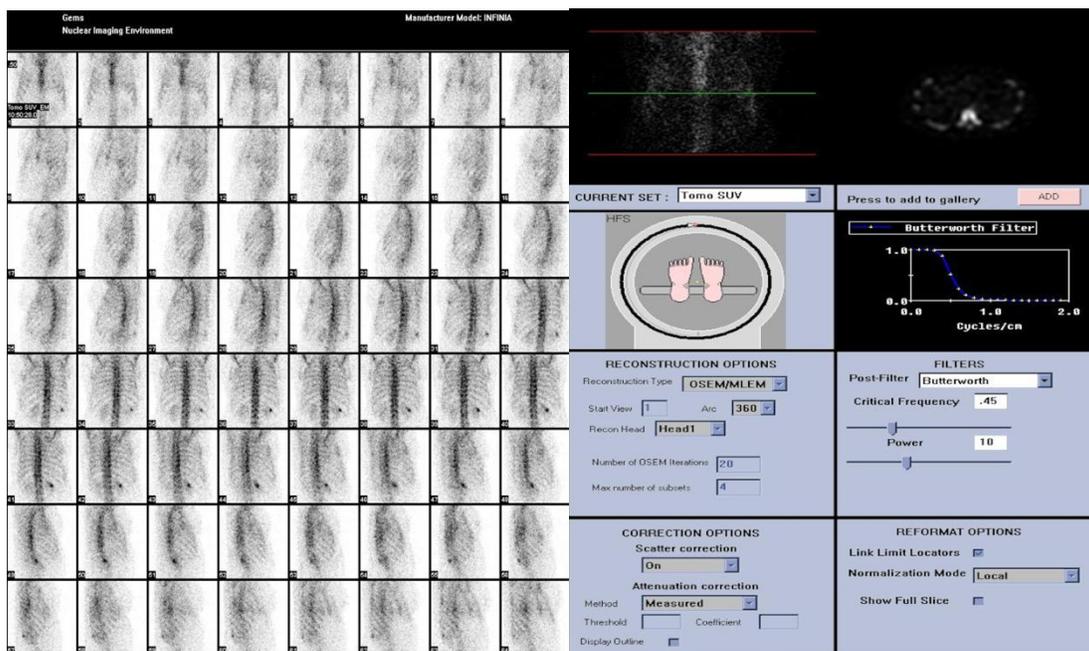


Figura 6.(A) Imágenes tomográficas previas al procesamiento (crudas). (B) Parámetros utilizados para la reconstrucción de las imágenes.

Cuantificación de las lesiones

Se cuantificaron las lesiones en los cortes coronales, sagitales y axiales mediante el dibujo de regiones de interés (ROIs) empleando herramientas geométricas de segmentación

(circulares) se registraron las cuentas máximas, totales y promedio de cada lesión (Figura 7).

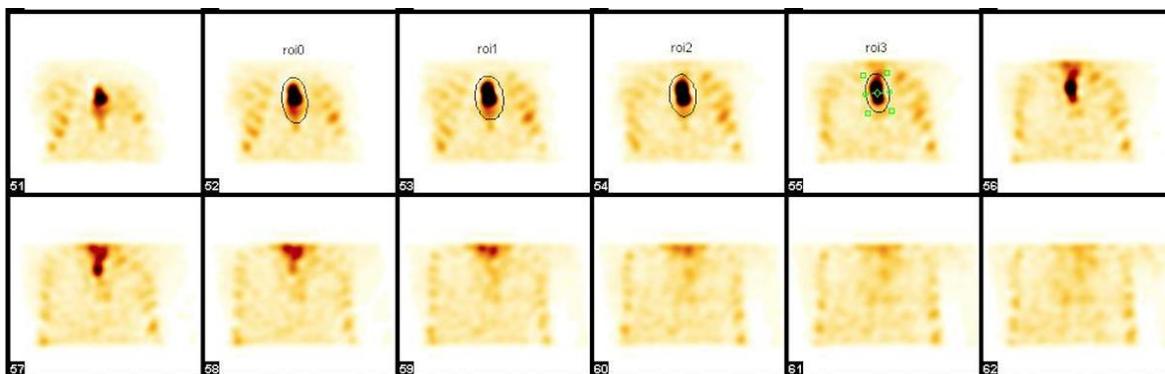


Figura 7. Cortes axiales de un tórax donde se realizó un ROI en la lesión para su cuantificación

Calibración de la Cámara Gamma con Fantoma

El sistema cámara gamma SPECT-CT genera las imágenes a partir de la detección de los fotones que provienen del paciente a los cuales se les administró el radiofármaco. La información que contienen los píxeles de las imágenes planares y los vóxeles de los cortes SPECT consiste en cuentas que representan la detección y el registro de esos eventos radioactivos. Para la obtención del índice SUV es necesario convertir esos valores de cuentas de cada vóxel de los SPECT a valores de actividad eso es en milicuríes o Megabecquerels.

Para convertir los valores de cuentas de cada vóxel en actividad se utilizó una fantoma cilíndrico de 10 litros de volumen y 20 cm de diámetro (Figura 8). Al mismo se lo rellenó con una actividad conocida de ^{99m}Tc eluido de un generador de $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$ la cual consistió en 10,2 milicuríes. Se dejó que se homogenice la solución acuosa de ^{99m}Tc en el fantoma de modo de obtener una distribución uniforme de actividad que cubra todo el campo visual del detector.



Figura 8. Fantoma cilíndrico en una cámara gamma SPECT-CT.

Al fantoma se lo adquirió y reconstruyó con los mismos parámetros que a los estudios óseos (Figura 9). Luego de la reconstrucción se sumaron todos los cortes axiales del fantoma y se obtuvieron las cuentas totales en el volumen del mismo (Figura 10).

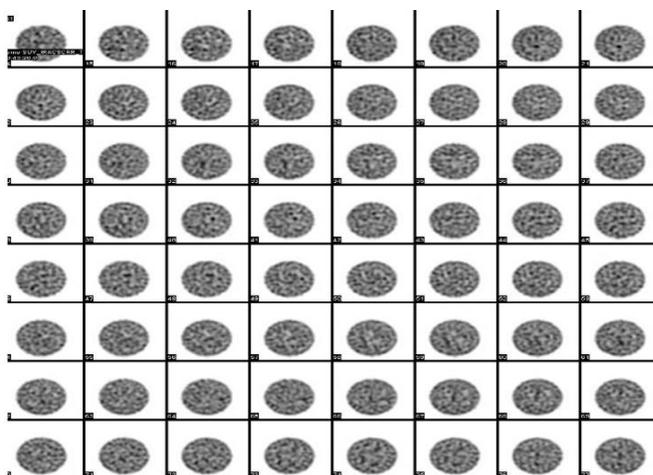


Figura 9. Se visualizan los cortes axiales reconstruidos del SPECT del fantoma con una concentración conocida de actividad de ^{99m}Tc .

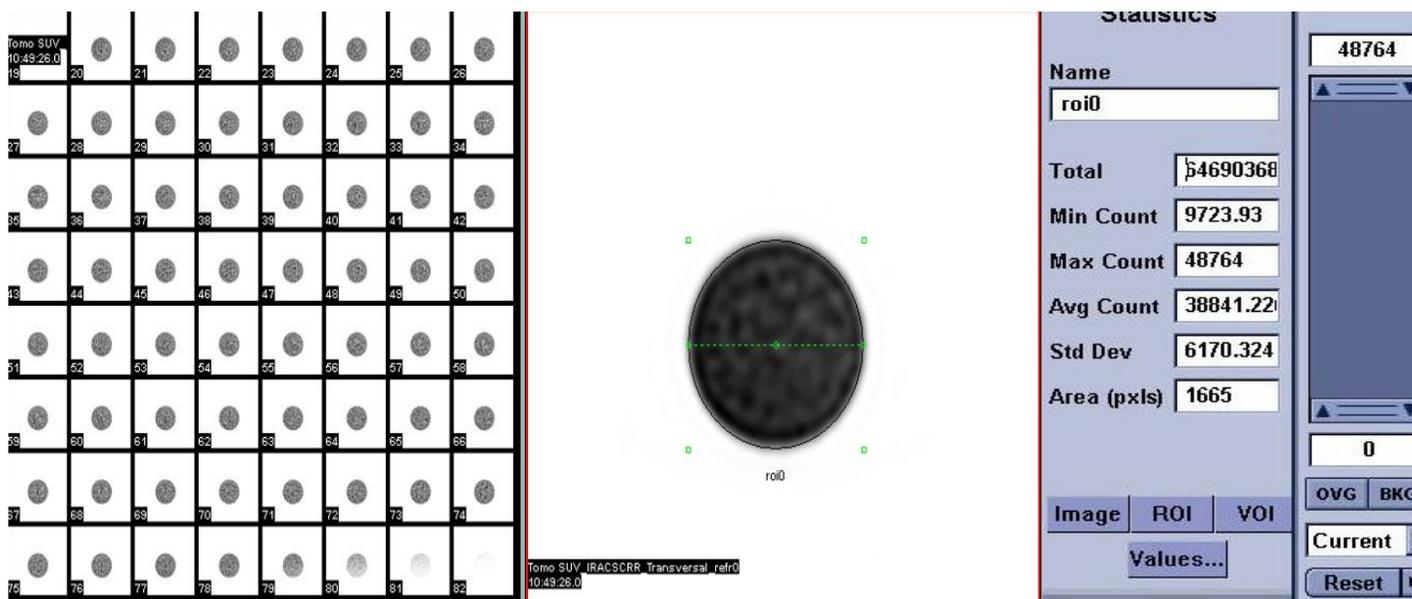


Figura 10. Se observa la sumatoria de todos los cortes axiales SPECT del fantoma (a la derecha) y el trazado del ROI circular con su correspondiente estadística en la cual se observan las cuentas (centro).

Una vez obtenido la cantidad de cuentas totales por volumen del fantoma se registró el factor de conversión de cuentas a actividad definido de la siguiente manera:

Factor de conversión: cuentas/mililitros=actividad/mililitros.

Como la adquisición del fantoma fue realizada una hora y 15 minutos después de su llenado el factor obtenido fue el siguiente: $64690368 \text{ cuentas} / 10,01 \text{ litros} = 8.76 \text{ milicuríes} / 10,01 \text{ litros}$.

Factor de conversión:

6459, 12 cuentas/ml = 0.0341 Megabecquerles/ml

Este es el factor utilizado para convertir las cuentas máximas obtenidas en cada lesión de los SPECT-CT.



Ejemplo de obtención del SUV:

En el siguiente ejemplo se visualiza la reconstrucción de cortes coronales de un SPECT óseo de pelvis de un paciente que presenta una lesión hipercaptante en el hueso Ilíaco izquierdo. Se siguen los siguientes pasos para la cuantificación:

1. Se delimita la lesión en los cortes sucesivos en los cuales aparece por medio de una región de interés circular (ROI).
2. En el corte donde la lesión es más captante el software computa las cuentas máximas del vóxel más intenso de la lesión.
3. Se computa el volumen del vóxel.
4. Utilizando la información registrada de la dosis administrada al paciente en Megabecquerels, el peso del mismo y el factor de calibración obtenido del fantoma se calcula el índice SUV máximo para esa lesión (Figura 11).

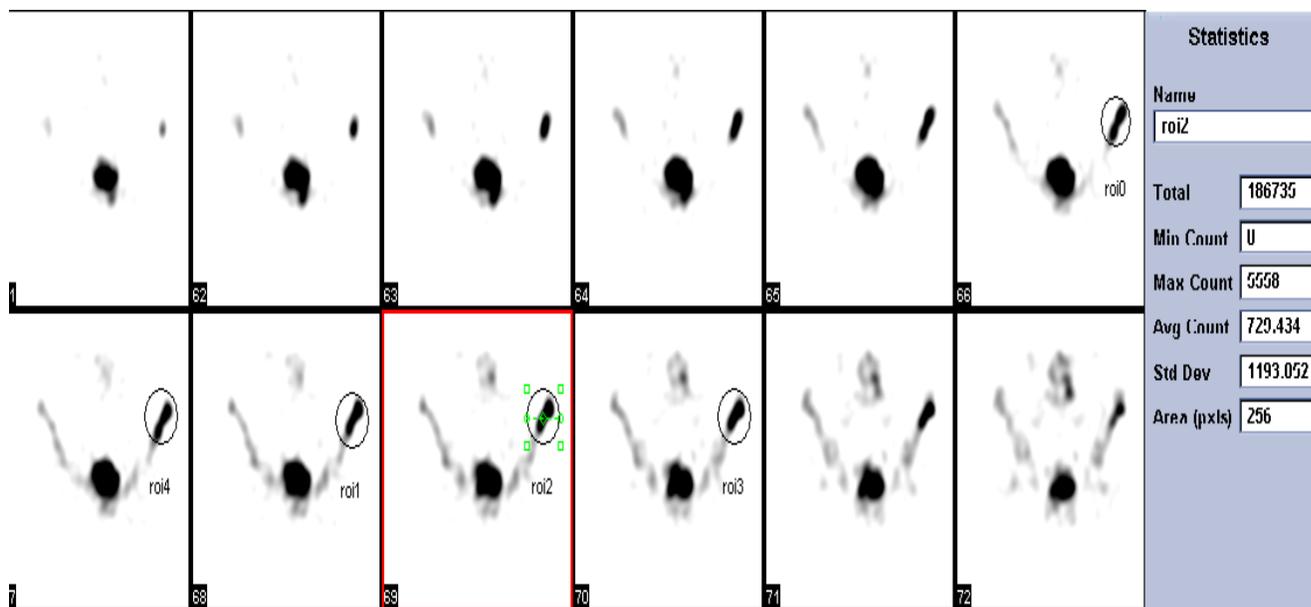


Figura 11. delimitación del ROI en la lesión y obtención de las cuentas máximas a partir de la información del software de reconstrucción del equipo.



Cálculo del SUV máximo del paciente muestra

Peso en gramos del paciente: 60000 gramos.

Actividad administrada decaída al momento de la adquisición del SPECT: 600,59

Megabecquerels

Cuentas máximas de la lesión: 5558 cuentas.

Volumen del vóxel más captante: 0.086 mililitros

Concentración de las cuentas de la lesión

5558 cuentas/0.086 mililitros= **64627cuentas/mililitros**

Factor de calibración del fantoma:

6459 ctas/ml = 0.0341 Megabecquerels/mililitros.

Actividad máxima de la lesión: se realiza regla de tres simple para convertir los valores en actividad:

Si en **6459 ctas/ml** equivalen a -----**0,0341 Megabecquerels/mililitros**

entonces

64627ctas/ml serán -----**0.34 Megabecquerels/mililitros**

$$SUV \text{ MÁX en la lesión ilíaca izquierda} = \frac{\text{Actividad lesión} \times \text{peso del paciente (gr)} \times \text{ml}}{\text{Dosis administrada (Mbq)} \times \text{gr.}}$$

Reemplazando en la fórmula de SUV MÁXIMO:

$$SUV \text{ MÁX lesión ilíaca izquierda} = \frac{0.34 \text{ Megabecquerels/ml} \times 60000 \text{ grs.} \times \text{ml}}{600,59 \text{ Mbq}} = 33.9 \text{ gr.}$$

En este ejemplo se obtuvo un SUV máximo de **33.9** para la lesión del ilíaco izquierdo. Se realiza la misma operación para todos los pacientes y lesiones analizadas.



ANÁLISIS DE DATOS (de la encuesta)

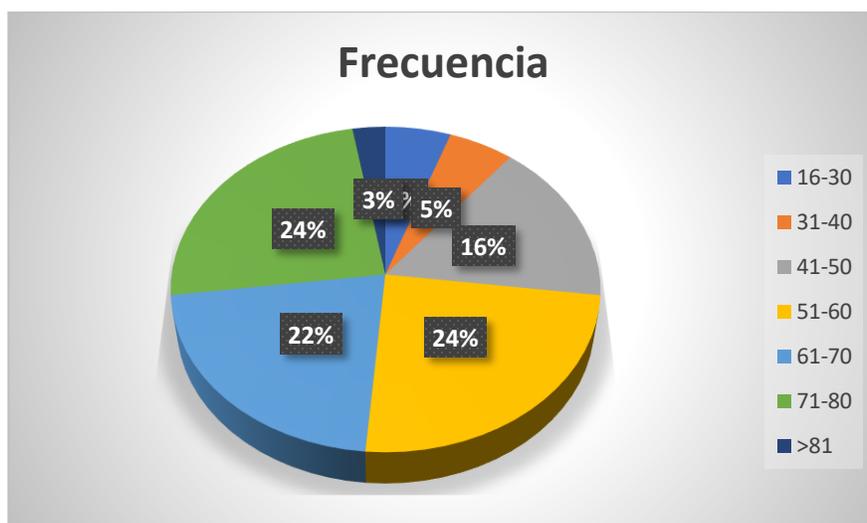
Tabla 1

Edad del paciente.

EDAD (años)	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	Frecuencia Relativa Acumulada %
16-30	2	2	5%	0,054054054	5,405405405
31-40	2	4	5%	0,108108108	10,81081081
41-50	6	10	16%	0,27027027	27,02702703
51-60	9	19	24%	0,513513514	51,35135135
61-70	8	27	22%	0,72972973	72,97297297
71-80	9	36	24%	0,972972973	97,2972973
>81	1	37	3%	1	100

Gráfico 1

Frecuencia de Edad de los pacientes encuestados





Con respecto a la edad en el gráfico podemos observar que los rangos entre 51-60 años y 71-80 años comparten la mayoría con el 24%, seguido del 22% correspondiente al rango de 61-70 años, el 16% para el rango de 41-50 años, el 5% compartido con los rangos de 31-41 y 16-30 años, y finalizando con el 3% que corresponde para el rango de >81 años.

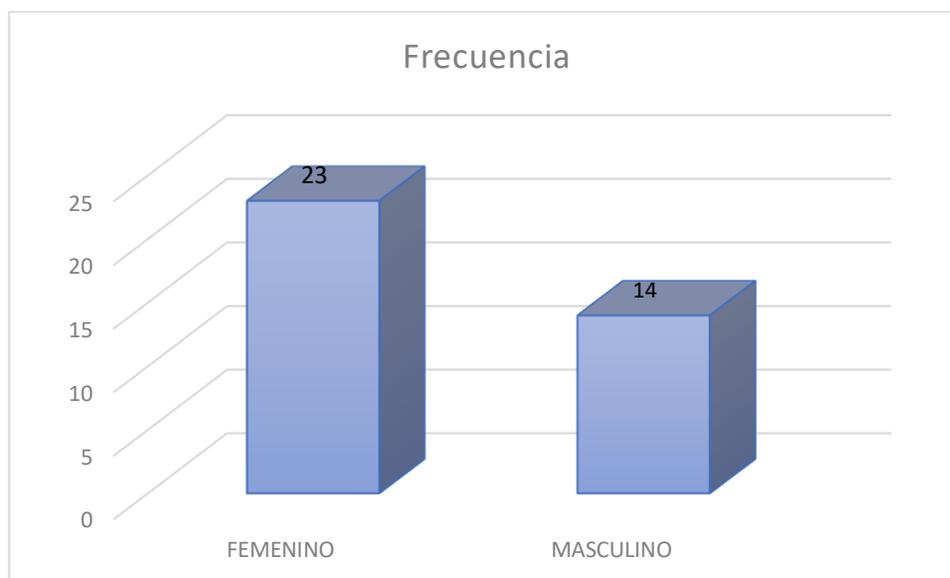
Tabla 2

Género de los encuestados

SEXO	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	Frecuencia Relativa Acumulada %
FEMENINO	23	23	62%	0,621621622	62,16216216
MASCULINO	14	37	38%	1	100

Gráfico 2

Frecuencia de Género de la muestra



El gráfico de barras nos demuestra que con respecto al género el 60% corresponde al femenino con un total de 23 pacientes y el 40% al masculino integrado por 14 pacientes.



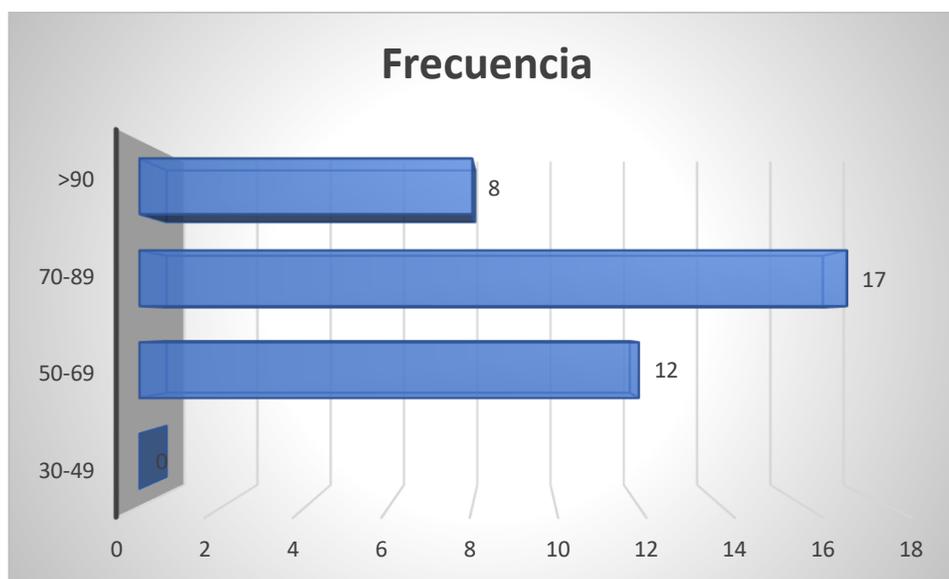
Tabla 3

Peso de los pacientes encuestados

PESO (kg)	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	Frecuencia Relativa Acumulada %
30-49	0	0	0%	0	0
50-69	12	12	32%	0,324324324	32,43243243
70-89	17	29	46%	0,783783784	78,37837838
>90	8	37	22%	1	100

Gráfico 3

Frecuencias del peso de la muestra



En las barras se observa que el rango de peso mayor está dado con el 46% (70-89 kg) compuesto de 17 pacientes, seguido 32% (50-69 kg) con 12 pacientes, el 22% (>90 kg) con 8 pacientes. En el rango de 30-49 kg no se observaron muestras.



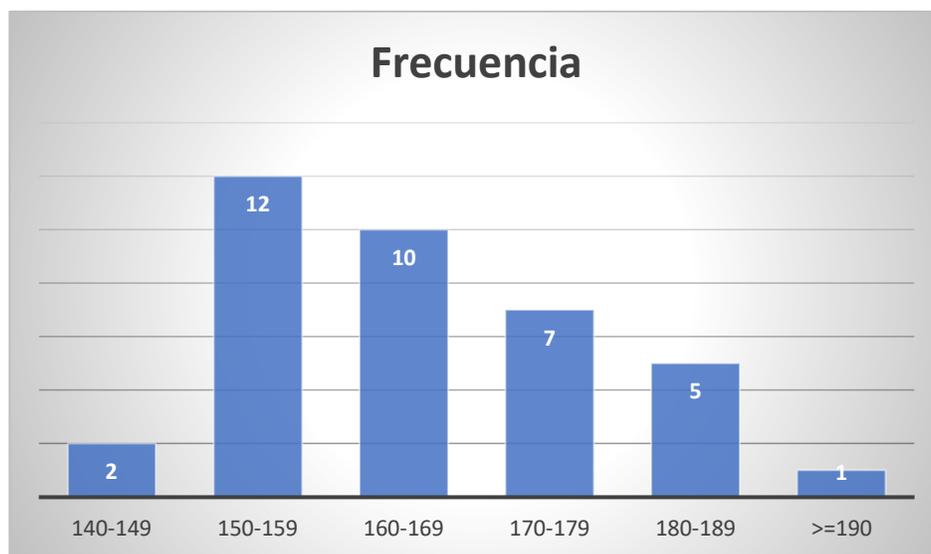
Tabla 4

Altura que presenta la muestra

ALTURA (cm)	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	Frecuencia Relativa Acumulada %
140-149	2	2	5%	0,054054054	5,405405405
150-159	12	14	32%	0,378378378	37,83783784
160-169	10	24	27%	0,648648649	64,86486486
170-179	7	31	19%	0,837837838	83,78378378
180-189	5	36	14%	0,972972973	97,2972973
>=190	1	37	3%	1	100

Gráfico 4

Frecuencias de Altura que presenta la muestra



En las gráfico de barras se puede evidenciar que el mayor rango de altura está dado por el 32% (150-159 cm) con 12 pacientes, el 27% (160-169 cm) con 10 pacientes, el 19% (170-179 cm) con 7 pacientes, el 14% (180-189 cm) con 5 pacientes, el 5% (140-149 cm) con 2 pacientes y el 5% (>190 cm) con un solo paciente.

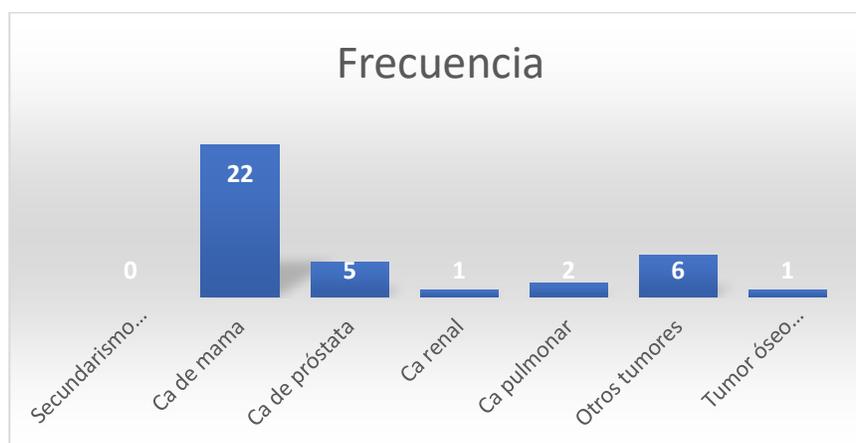
**Tabla 5**

Patología de base

Patología de Base	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	Frecuencia Relativa Acumulada %
Secundarismo óseo	0	0	0%	0	0
Ca de mama	22	22	59%	0,594594595	59,45945946
Ca de próstata	5	27	14%	0,72972973	72,97297297
Ca renal	1	28	3%	0,756756757	75,67567568
Ca pulmonar	2	30	5%	0,810810811	81,08108108
Otros tumores	6	36	16%	0,972972973	97,2972973
Tumor óseo primario	1	37	3%	1	100

Gráfico 5

Frecuencias que presenta la muestra con respecto a la patología de base



Con respecto a la patología de base en el gráfico podemos decir que la mayoría corresponde al 59% (22 pacientes) con cáncer de mama, el 16% (6 pacientes) con otros tumores, el 14% (5 pacientes) con cáncer de próstata, el 5% (2 pacientes) con cáncer de pulmón, el 3% (1 paciente) con tumor óseo primario.



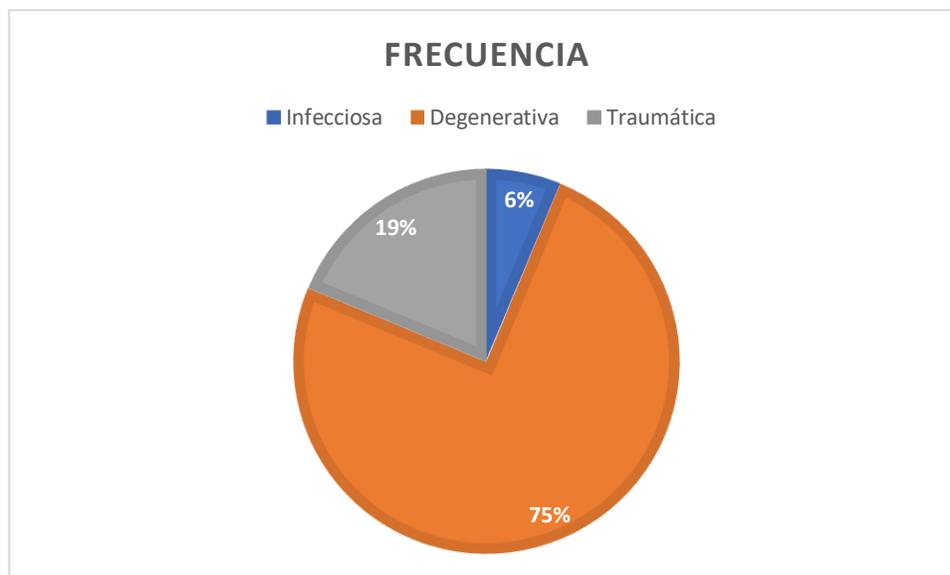
Tabla 6

Frecuencias de Patologías no oncológicas

Patología NO oncológica	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	Frecuencia Relativa Acumulada %
Infecciosa	1	1	6%	0,0625	6,25
Degenerativa	12	13	75%	0,8125	81,25
Traumática	3	16	19%	1	100

Gráfico 6

Frecuencias de patologías no oncológicas

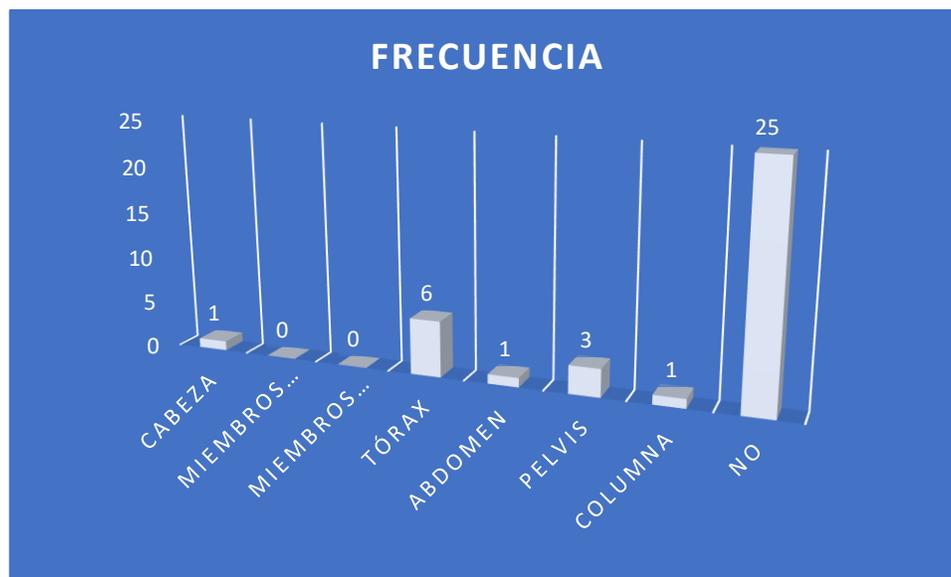


En la gráfica correspondiente a patologías no oncológicas podemos observar que el 75% correspondiente a 12 pacientes presenta enfermedad degenerativa seguido del 19% con 3 pacientes que presentan traumatismo y por último el 6% con 1 solo paciente que presentó enfermedad infecciosa.

**Tabla 7**

Frecuencias de Biopsias Recientes

BIOPSIA RECIENTE	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	Frecuencia Relativa Acumulada %
Cabeza	1	1	3%	0,027027027	2,702702703
Miembros superiores	0	1	0%	0,027027027	2,702702703
Miembros inferiores	0	1	0%	0,027027027	2,702702703
Tórax	6	7	16%	0,189189189	18,91891892
Abdomen	1	8	3%	0,216216216	21,62162162
Pelvis	3	11	8%	0,297297297	29,72972973
Columna	1	12	3%	0,324324324	32,43243243
NO	25	37	68%	1	100

Gráfico 7*Frecuencias de Biopsias recientes*

En el gráfico de barras se observó la frecuencia de biopsias recientes hechas por los pacientes. Observando que la mayoría corresponde al 68% constituida por 25 pacientes que no se habían realizado una biopsia recientemente. seguida del 16% con 6 pacientes que se habían realizado biopsia en la región del tórax, le sigue el 8% con 3 pacientes que se realizaron biopsia en la región de la pelvis, el 3% está compuesto por 1 paciente para biopsia en la región de la cabeza y el otro 3% para biopsia en la región de la columna. En



ambos miembros, ya sean superiores e inferiores, no se registraron pacientes con biopsias recientes.

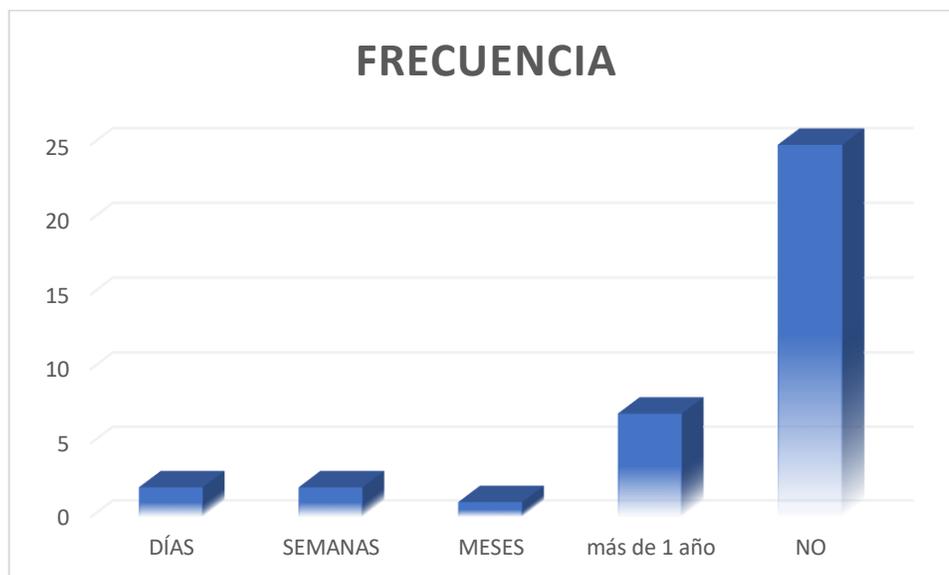
Tabla 8

Traumatismos recientes

Traumatismo reciente	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	Frecuencia Relativa Acumulada %
DÍAS	2	2	5%	0,054054054	5,405405405
SEMANAS	2	4	5%	0,108108108	10,81081081
MESES	1	5	3%	0,135135135	13,51351351
más de 1 año	7	12	19%	0,324324324	32,43243243
NO	25	37	68%	1	100

Gráfico 8

Frecuencias de traumatismos recientes



Con respecto a los traumatismos recientes presentados podemos decir que la mayoría no ha tenido un trauma reciente correspondiendo al 68% de la muestra. El 19% presentó traumatismo hace más de 1 año, seguido del 5% para traumas de semanas y el otro 5% para



traumas de días de evolución. Finalizando con el 3% que corresponde a traumas de meses de evolución.

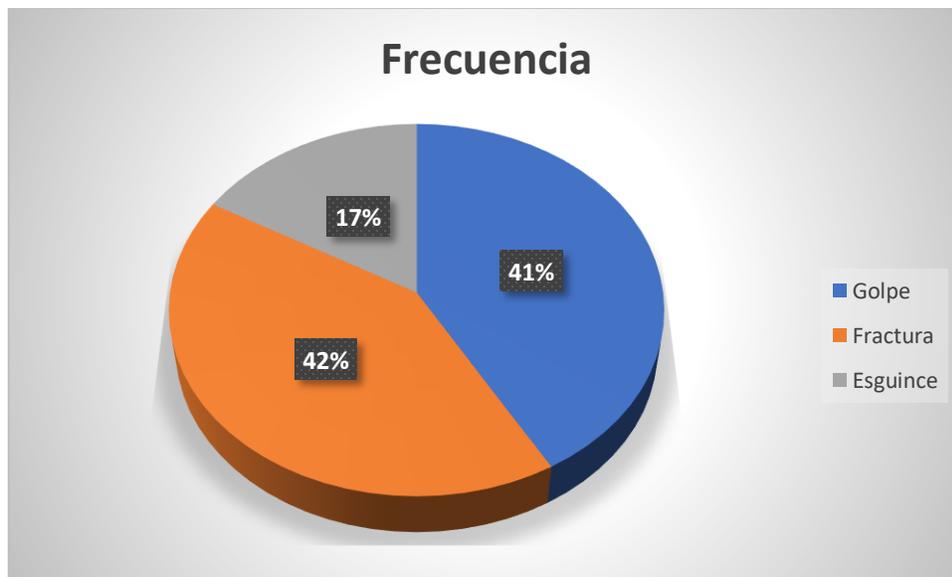
Tabla 9

Tipos de Traumatismos

Tipo de Traumatismo	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	Frecuencia Relativa Acumulada %
Golpe	5	5	42%	0,416666667	41,66666667
Fractura	5	10	42%	0,833333333	83,33333333
Esguince	2	12	17%	1	100

Gráfico 9

Frecuencias de traumatismos recientes



En la gráfica nos demuestra que el 42% de los traumatismos presentados corresponde a las fracturas seguido del 41% para los golpes y el 17% restante es para los traumas por esguince. Tenemos en cuenta que solo 12 pacientes de toda la muestra presentaron traumas a la hora de la realización del estudio.



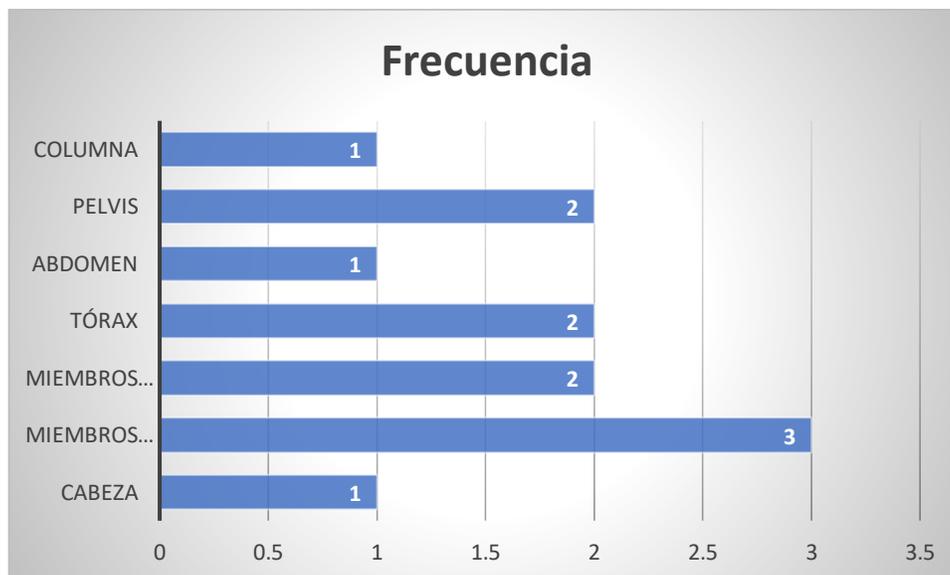
Tabla 10

Frecuencias de las regiones de traumatismo

Región de Traumatismo	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	Frecuencia Relativa Acumulada %
Cabeza	1	1	8%	0,083333333	8,333333333
Miembros superiores	3	4	25%	0,333333333	33,33333333
Miembros inferiores	2	6	17%	0,5	50
Tórax	2	8	17%	0,666666667	66,66666667
Abdomen	1	9	8%	0,75	75
Pelvis	2	11	17%	0,916666667	91,66666667
Columna	1	12	8%	1	100

Gráfico 10

Frecuencias de las regiones de traumatismo



Según los pacientes encuestados las regiones de traumatismo más frecuentes corresponde a los miembros superiores con el 25%, o sea 3 pacientes, seguido de los miembros inferiores, tórax y pelvis con el 17% cada uno. Las regiones de la cabeza, abdomen y columna solo representaron el 8% cada uno compuesto por un único paciente en esta muestra.



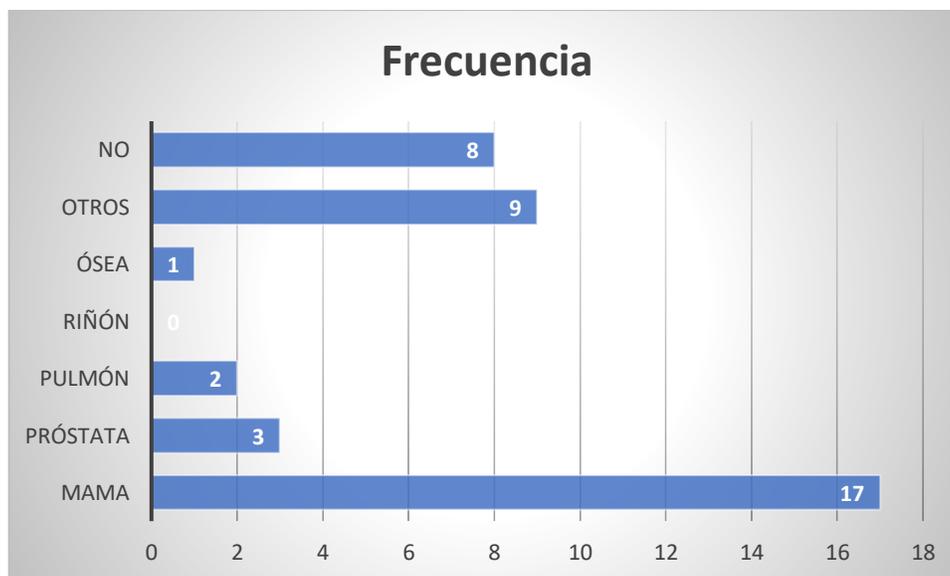
Tabla 11

Frecuencias de cirugías

CIRUGÍAS	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	Frecuencia Relativa Acumulada %
Mama	17	17	43%	0,425	42,5
Próstata	3	20	8%	0,5	50
Pulmón	2	22	5%	0,55	55
Riñón	0	22	0%	0,55	55
Ósea	1	23	3%	0,575	57,5
Otros	9	32	23%	0,8	80
NO	8	40	20%	1	100

Gráfico 11

Frecuencias de cirugías

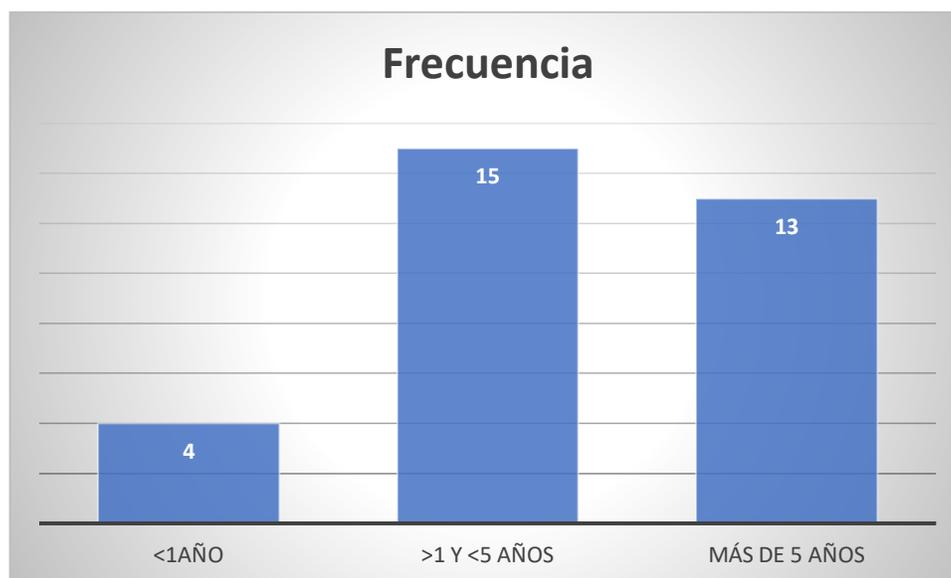


Se les preguntó a los pacientes si se habían sometido a cirugías y el 43% se había realizado cirugía de mama, seguido por un 23% de otras cirugías. El 20% corresponde a paciente que no se realizaron cirugías, el 8% se realizó cirugía de próstata, el 5% para las cirugías de pulmón y el 3% para cirugías óseas.

**Tabla 12**

Tiempo de la realización de la cirugía

Tiempo de la cirugía	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	Frecuencia Relativa Acumulada %
<1año	4	4	13%	0,125	12,5
>1 y <5 años	15	19	47%	0,59375	59,375
más de 5 años	13	32	41%	1	100

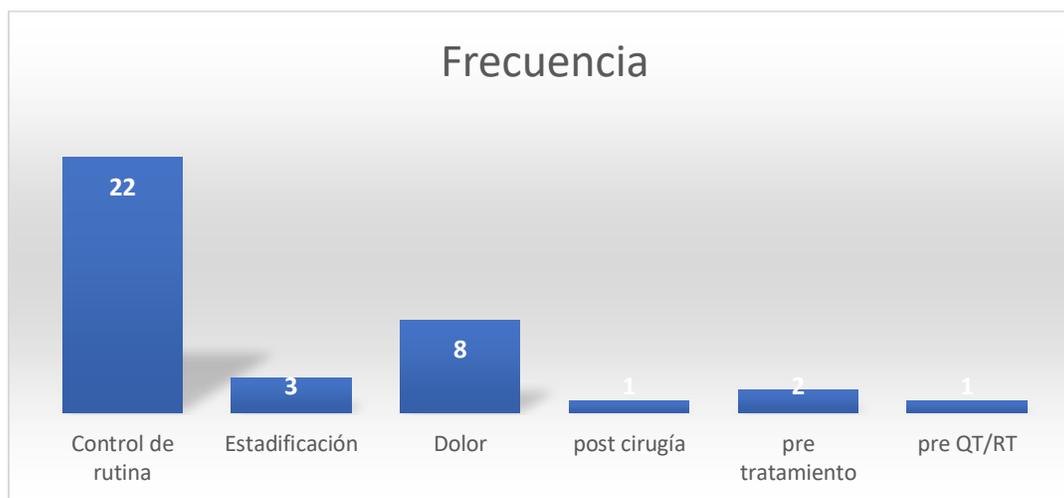
Gráfico 12*Frecuencias de tiempo de realización de cirugías*

El gráfico de barras muestra que 15 pacientes se realizaron cirugías en un rango de >1 y <5 años (47%), 13 pacientes se realizaron cirugías hace más de 5 años (41%) y 4 pacientes se realizaron cirugías hace menos de 1 año (13%).

**Tabla 12**

Motivo de la realización del estudio

Motivo del Estudio	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	Frecuencia Relativa Acumulada %
Control de rutina	22	22	59%	0,594594595	59,45945946
Estadificación	3	25	8%	0,675675676	67,56756757
Dolor	8	33	22%	0,891891892	89,18918919
post cirugía	1	34	3%	0,918918919	91,89189189
pre tratamiento	2	36	5%	0,972972973	97,2972973
pre QT/RT	1	37	3%	1	100

Gráfico 12*Frecuencias del motivo de la solicitud del estudio*

Con respecto al motivo de la solicitud del estudio la mayoría refirió ser por control de rutina conformando el 59% con 22 pacientes, seguido del 22% con 8 pacientes que se realizaron el estudio por presentar dolor, el 8% con 3 pacientes corresponde solicitud para estadificación de la enfermedad, seguido de un 5% con 2 pacientes solicitado por control



pre tratamiento y por último el 1% para cada uno con 1 paciente fue para control post cirugía y control pre quimioterapia / radioterapia.

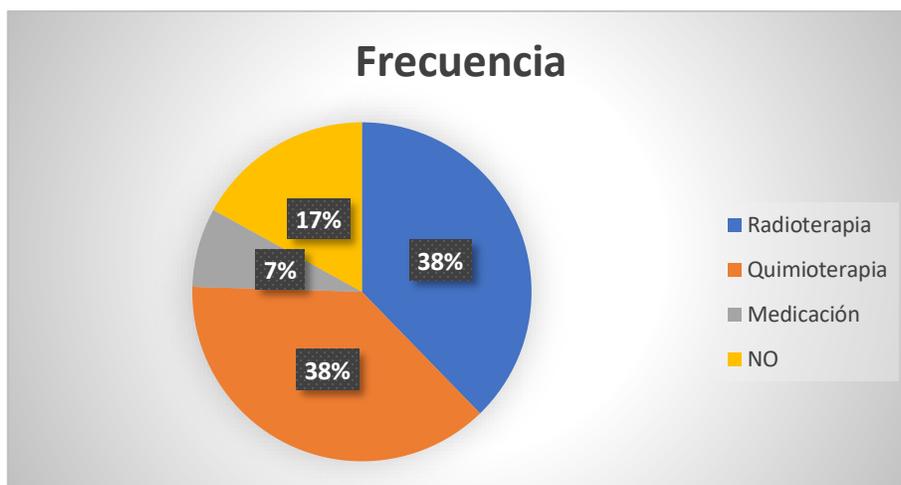
Tabla 13

Tratamiento realizado por el paciente

Tratamiento	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	Frecuencia Relativa Acumulada %
Radioterapia	20	20	38%	0,377358491	37,73584906
Quimioterapia	20	40	38%	0,754716981	75,47169811
Medicación	4	44	8%	0,830188679	83,01886792
NO	9	53	17%	1	100

Gráfico 13

Frecuencias del tratamiento realizado por el paciente



Para los tratamientos realizados por los pacientes la mayoría está compartida por el 38% que representa los tratamientos de quimioterapia y radioterapia seguido de un 17% que no se ha realizado ningún tratamiento y el 7% recibe tratamiento con medicación.



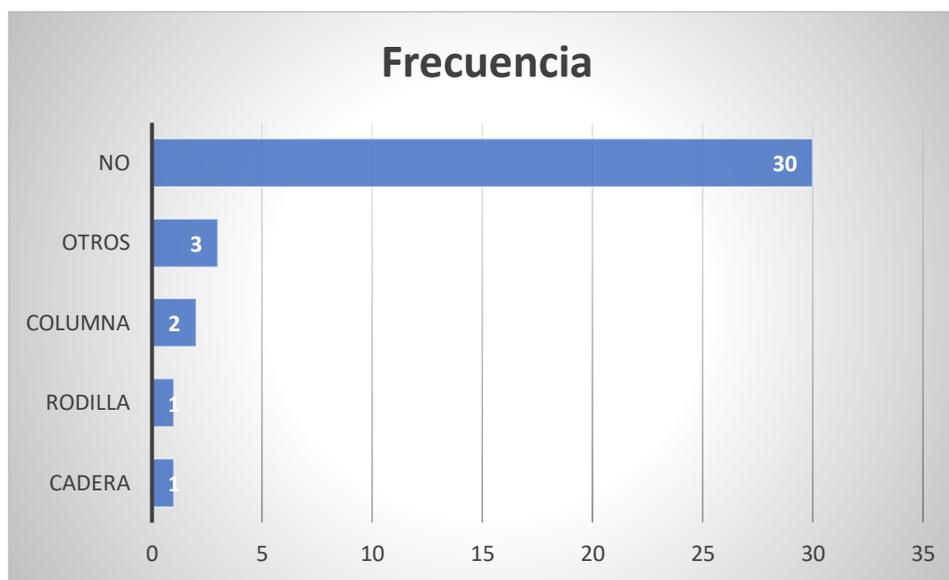
Tabla 14

Frecuencias de prótesis en pacientes

Prótesis	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	Frecuencia Relativa Acumulada %
Cadera	1	1	3%	0,027027027	2,702702703
Rodilla	1	2	3%	0,054054054	5,405405405
Columna	2	4	5%	0,108108108	10,81081081
Otros	3	7	8%	0,189189189	18,91891892
NO	30	37	81%	1	100

Gráfico 14

Frecuencias de prótesis en pacientes



En el gráfico de barras es evidente que la mayoría de los pacientes no presentan prótesis correspondiendo al 81% con 30 pacientes, le sigue un 8% con otras prótesis para 3 pacientes, el 5% presentó prótesis en columna y el 3% está compartido con 1 paciente cada uno para prótesis de cadera y rodilla.



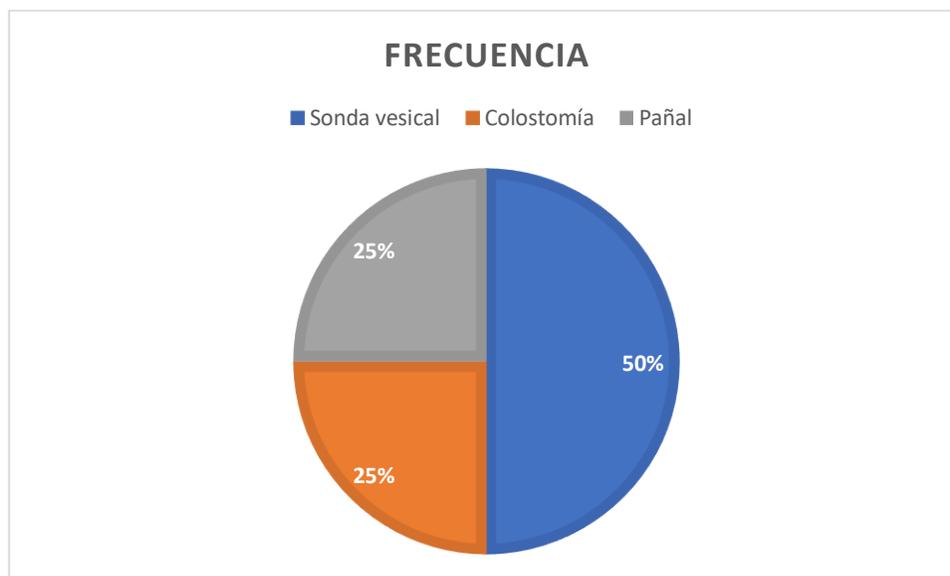
Tabla 15

Frecuencias de dispositivos que presenta el paciente

Dispositivos	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	Frecuencia Relativa Acumulada %
Sonda vesical	2	2	50%	0,5	50
Colostomía	1	3	25%	0,75	75
Pañal	1	4	25%	1	100

Gráfico 15

Frecuencia de dispositivos que presenta el paciente



La frecuencia de dispositivos en pacientes es baja ya que la muestra presenta solo 4 pacientes, donde el 50% está representado para la sonda vesical, el 25% para la colostomía y el otro 25% para el pañal.



Análisis de Datos del SUV Máximo

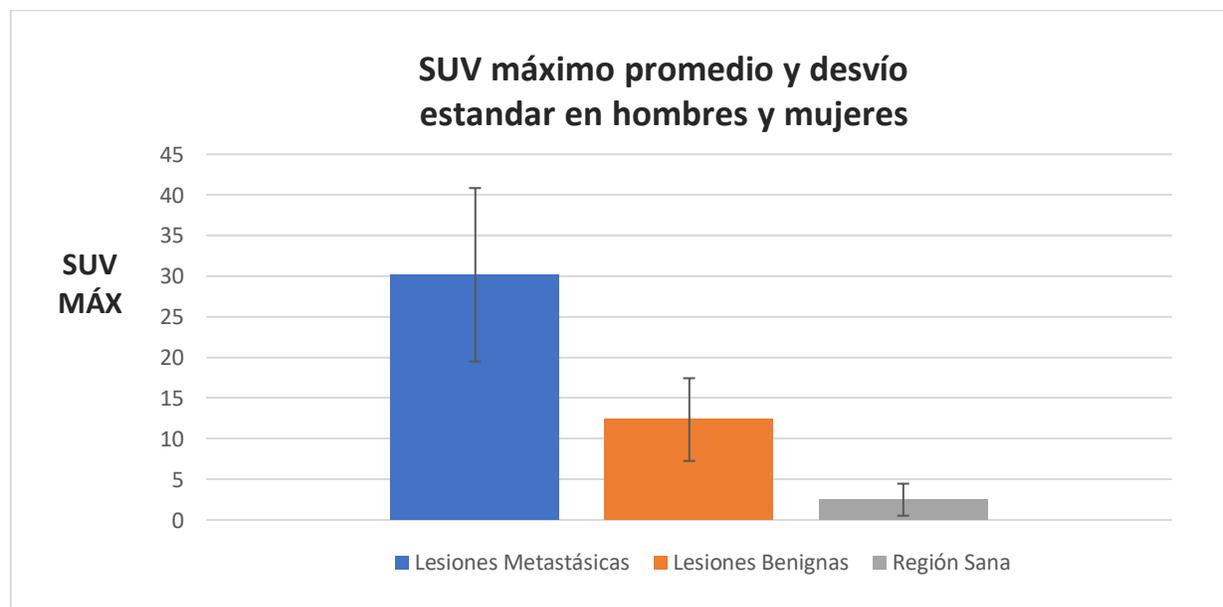
Tabla 16

Valores del SUV máximo para lesiones malignas, benignas y región sana con el cálculo del promedio y desvío estándar para ambos sexos.

	SUV máx. lesiones malignas	SUV máx. lesiones benigna	SUV máx. Región Sana
Promedio	30,17	12,35	2,49
Desvío Estándar	10,67	5,09	1,97

Gráfico 16

Valores SUV máximo promedios y desvío estándar para ambos sexos.



En el gráfico se visualiza el SUV máximo promedio y desvío estándar para los 2 tipos de lesiones y 1 región sana para control. Se observa que la columna de lesiones metastásicas es significativamente mayor que el de las columnas de lesiones benignas y región sana para ambos sexos.



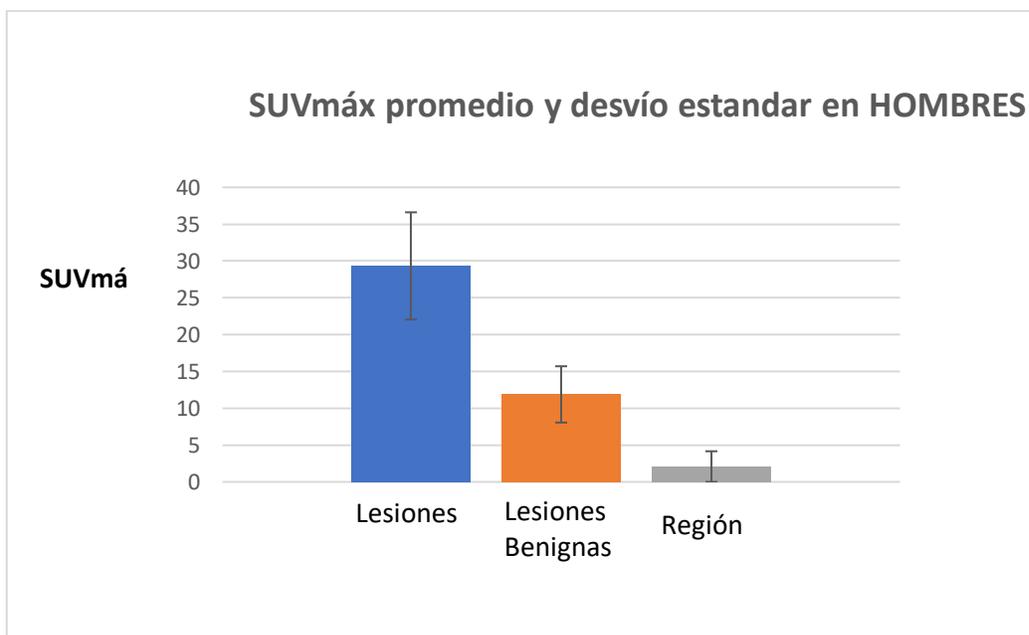
Tabla 17

Valores de SUV máximo para lesiones malignas, benignas y región sana en hombres. Promedio y desvío estándar.

	Lesiones metastásicas	Lesiones benignas	Región Sana
PROMEDIO	29,33682452	11,8821639	2,07976532
DESV.EST.	7,277739701	3,8243011	2,07976532

Gráfico 17

Promedio del SUV máximo en hombres para lesiones malignas, benignas y región sana



El gráfico de columnas del SUV máximo promedio y desvío estándar de hombres demuestra que la columna de lesiones metastásicas es significativamente mayor con respecto a la columna de lesiones benignas seguida en último lugar por la columna de región sana.



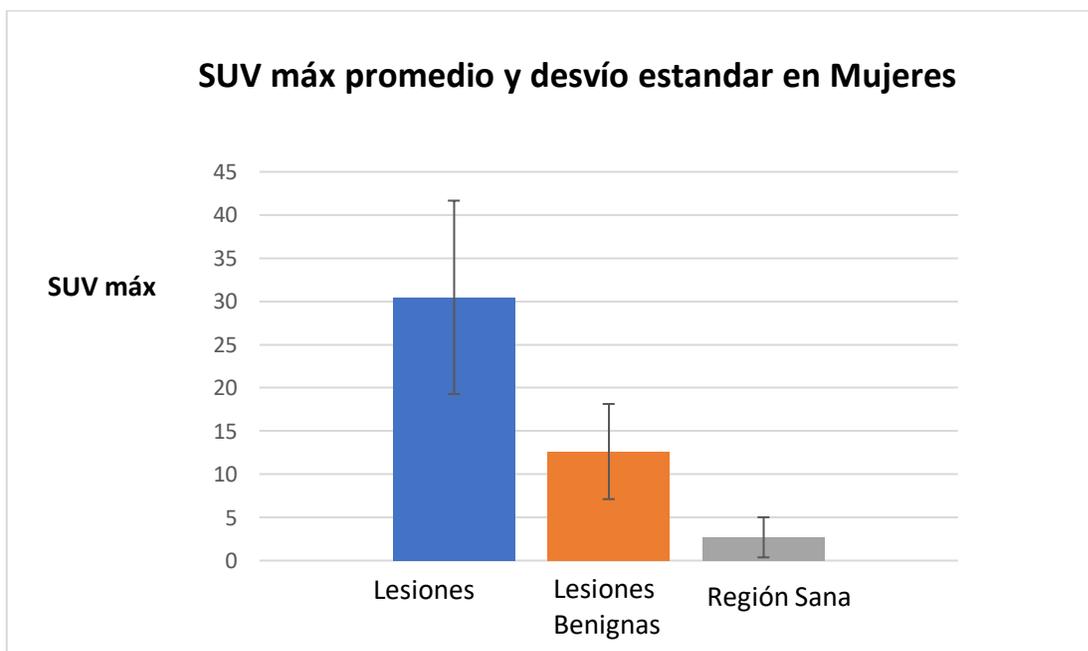
Tabla 18

Valores de SUV máximo para lesiones malignas, benignas y región sana en mujeres.
Promedio y desvío estándar

	Lesiones metastásicas	Lesiones benignas	Región Sana
PROMEDIO	30,47520192	12,6235737	2,69352953
DESV.EST.	11,1957908	5,50963028	2,32126823

Gráfico 18

Promedio del SUV máximo en mujeres para lesiones malignas, benignas y región sana



En el gráfico se visualiza el SUV máximo promedio y desvío estándar se evidencia significativamente que las lesiones metastásicas son mayores con respecto a la columna de lesiones sanas quedando muy por debajo la columna de las regiones sanas en mujeres.



Conclusiones

En el presente trabajo se presentaron resultados de la implementación del cálculo del SUV máximo para diferenciar lesiones óseas en SPECT-CT. El procedimiento utilizado para su cálculo involucró el registro de numerosas variables biométricas, antecedentes médicos del paciente así como variables de adquisición, procesamiento y calibraciones con fantomas. Se lograron diferenciar mediante el índice SUV máx entre lesiones metastásicas y las denominadas benignas tanto en mujeres como en varones. No obstante se deberá aumentar la muestra de varones y de lesiones analizadas y a que la muestra utilizada en este trabajo se caracterizó por una mayoría de pacientes femeninos así como del predominio de lesiones benignas. La implementación del procedimiento ha sido mediante un procedimiento ágil, fácil y reproducible ya que se utilizaron cuentas máximas con un software de reconstrucción automático. La ventaja de utilizar estas cuentas radica en que es independiente del tamaño del ROI la lesión lo cual agregaría otra variable más de estudio, además no requiere de una delimitación precisa de la lesión. Para esto último se requiere de un Tomografía Computada de alta resolución que no es precisamente la que poseen la mayoría de los equipos SPECT-CT.

Los valores obtenidos de SUV máximo indican tal como se ha reportado por otros autores que las metástasis óseas presentan un índice significativamente mayor que las lesiones de origen degenerativo, inflamatorio o traumático. Esto es indicativo que la utilización sistemática de este índice en la rutina clínica puede ser de valiosa ayuda para la interpretación de las lesiones óseas visualizadas en el SPECT-CT y su implementación es posible si se estandarizan los parámetros de adquisición, procesamiento, cuantificación y calibración de la cámara gamma.



Referencias Bibliográficas

Even-Sapir E, Keidar Z, Bar-Shalom R. Hybrid imaging (SPECT/CT and PET/CT)-improving the diagnostic accuracy of functional/metabolic and anatomic imaging. *Semin Nucl Med.* 2009;39:264–275.

Hirschmann MT, Davda K, Rasch H, Arnold MP, Friederich NF (2011) Clinical value of combined single photon emission computerized tomography and conventional computer tomography (SPECT/CT) in sports medicine. *Sports Med Arthrosc Re* 19: 174-181.

Keyes J. W., Jr (1995). SUV: standard uptake or silly useless value?. *Journal of nuclear medicine: official publication, Society of Nuclear Medicine*, 36(10), 1836–1839.

Kuji, I., Yamane, T., Seto, A., Yasumizu, Y., Shirotake, S., & Oyama, M. (2017). Skeletal standardized uptake values obtained by quantitative SPECT/CT as an osteoblastic biomarker for the discrimination of active bone metastasis in prostate cancer. *European journal of hybrid imaging*, 1(1), 2.

Sai Han, David Colville, Gillian Ainslie-McLaren, Jason Lang and Sara Watt 2010. Clinical impact of SPECT/CT bone scan in the assessment of bone metastases in breast cancer. *Journal of Nuclear Medicine* 51 (supplement 2) 541.

S.C. Huang, Anatomy of SUV. Standardized uptake value, *Nucl Med Biol* 27 (2000), 643–646.

Willowson K, Bailey DL, Bailey EA, Baldock C, Roach PJ. In vivo validation of quantitative SPECT in the heart. *Clin PhysiolFunct Imaging* 2010;30:214-9.



Ritt, P., Vija, H., Hornegger, J., & Kuwert, T. (2011). Absolute quantification in SPECT. *European journal of nuclear medicine and molecular imaging*, 38 Suppl 1, S69–S77.

Suh, M. S., Lee, W. W., Kim, Y.-K., Yun, P.-Y., & Kim, S. E. (2016). Maximum Standardized Uptake Value of ^{99m}Tc Hydroxymethylene Diphosphonate SPECT/CT for the Evaluation of Temporomandibular Joint Disorder. *Radiology*, 280(3), 890-896.

Tabotta, F., Jreige, M., Schaefer, N. *et al.* Quantitative bone SPECT/CT: high specificity for identification of prostate cancer bone metastases. *BMC Musculoskeletal Disord* **20**, 619 (2019).

Pérez, A. (2011). Imágenes médicas en medicina nuclear. Buenos Aires. UNSAM EDITA de Universidad Nacional de General San Martín.

Rodríguez MJL. Hiperintensidades de la sustancia blanca en resonancia magnética, ¿un reto su interpretación?. *Acta Med Cent.* 2015;9(3):68-84.

Ziessman, H., Thrall, J., & O'Malley, J. (2007). Los requisitos en Medicina Nuclear. Elsevier.

DeWerd, L., & Kissick, M. (2013). The Phantoms of Medical and Health Physics. Devices for Research and Development National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering. Madison. USA. Editorial Springer.

Roca, M; Iglesias, F. 2009. Conceptos básicos. Radiofármacos Tecnecios. En: Soriano A, Martín J, García A. Medicina Nuclear en la práctica clínica. 1ra Ed. Madrid: Aula Médica. p. 59-85

Gambini Gonzalez, J. P. 2010. Valor de la centellografía con ^{99m}Tc -Glucarato en la evaluación de pacientes con enfermedades neoplásicas (en línea) 50 Consultado el 22 mayo del 2021. Disponible en <http://www.alasbimnjournal.net/alasbimn/pdf>.



Pérez, A. (2011). Imágenes médicas. En Imágenes en medicina nuclear. Buenos Aires. UNSAM EDITA de Universidad Nacional de General San Martín.

Rodríguez MJL. Hiperintensidades de la sustancia blanca en resonancia magnética, ¿un reto su interpretación?. Acta Med Cent. 2015;9(3):68-84.

Ziessman, H., Thrall, J., & O'Malley, J. (2007). Los requisitos en Medicina Nuclear. Elsevier.

Pointillart, V., Fabre, T., & Palussière, J. (2003). *Metástasis óseas. EMC - Aparato Locomotor*, 36(3), 1–9. doi:10.1016/s1286-935x(03)72281-3

Sopena Novales, P., Plancha Mansanet, M. C., Martínez Carsi, C., & Sopena Monforte, R. (2014). *Medicina nuclear y radiofármacos. Radiología*, 56, 29-37. doi:10.1016/j.rx.2014.07.0

Ferro-Flores, G., Arteaga, C. (2007). Estado actual y futuro de la gammagrafía SPCT/CT con Radiofármacos de ^{99m}Tc . Revista de Investigación Clínica, 59, (5), 373-381.

Hans, A., von Gall, C. & Ghosh, P. (2018). Accurate, reproducible, and standardized quantification. Molecular Imaging Business Line. Siemens Healthineers. Order No. A91MI-10473-T1-7600. Printed in USA.

Pérez, A., Peña, F., Lopez, J., Galli, R. (2005). *Cardiología Nuclear – Fundamentos y aplicaciones clínicas*. Buenos Aires. Jorge Baudino Ediciones.



ANEXOS

ANEXO I

VARIABLE	CLASIFICACIÓN	INDICADORES
Edad	Cuantitativa	Años
Sexo	Cualitativa	F - M
Peso	Cuantitativa	kilos
Patología de Base Oncológica	Cualitativa	-Secundarismo óseo -Ca de mama -Ca de próstata -Ca renal -Ca pulmonar -Otros tumores -Tumor óseo primario
Patología de Base No Oncológica	Cualitativa	-Infecciosa -Degenerativa -Traumática
Biopsia reciente	Cualitativa	-SI (qué parte del cuerpo) -No
Antecedentes traumáticos	Cuantitativa	-Días -Semanas -Meses -Más de 1 año -No
Tipo de Lesión Traumática	Cualitativa	-Golpe -Fractura -Esguince
Región del Traumatismo	Cualitativa	-Cabeza -Miembros superiores -Miembros inferiores



		-Tórax -Abdomen -Pelvis
Antecedentes de Cirugía	Cualitativa	-Mama -Próstata -Pulmón -Riñón -Otros
Fecha aprox. de cirugía	cuantitativa	-Menos de 1 año -Más de 1 año y menos de 5 años -Más de 5 años
Motivo del Estudio	Cualitativa	-Control de rutina -Estadificación -Dolor -Pre tratamiento -Pre quirúrgico
Tratamiento Previo	Cualitativo	-Radioterapia -Quimioterapia -Medicación
Prótesis en el cuerpo	Cualitativo	-Cadera -Rodilla -Columna -Otros
Dispositivos de Incontinencia	Cualitativo	-Sonda vesical -Colostomía -Pañal -No



ANEXO II

Encuesta 1: a PACIENTES

1 ¿Qué edad tiene?

.....

2 Sexo

a Femenino

b Masculino

3 ¿Cuál es su peso?

.....

4 ¿Qué Patología de base Oncológica presenta?

a Secundarismo óseo

b Ca de mama

c Ca de próstata

d Ca renal

e Ca pulmonar

f Otros tumores que no sean de origen óseo

g Tu óseo primario

5 ¿Qué Patología de base No oncológica presenta?

a Infecciosa

b Degenerativa

c Traumática

6 ¿Tuvo biopsia reciente?

a Si: en que parte del cuerpo

b No

c Nunca se hizo

7 ¿Presenta antecedentes de traumatismo? ¿Hace cuánto tiempo?

a Días



- b Semanas
- c Meses
- d Más de un año
- e No

8¿ De qué tipo?

- a Golpe
- b Fractura
- c Esguince

9 ¿En qué región presentó el traumatismo?

- a Cabeza
- b Miembros superiores
- c Miembros inferiores
- d Tórax
- e Abdomen
- f Pelvis

10 ¿Tuvo cirugías?

Relacionada con la patología oncológica

- a Mama derecha/izquierda
- b Próstata
- c Pulmón der/izquierda
- d Riñón der/izquierda

No relacionado con la patología oncológica

- e Otros (miembros, intestino delgado/grueso, hígado, recto, estómago)

11 ¿Hace cuánto tiempo se realizó la cirugía?

- a Menos de 1 año
- b Más de 1 año y menos de 5 años
- c Más de 5 años



12 ¿Cuál es el motivo de la solicitud del estudio?

- a Control de rutina
- b Estadificación
- c Dolor
- d Pre Tratamiento
- c Pre Quirúrgico

13 ¿Recibió algún Tratamiento?

a Radioterapia: SI – NO

año

número de sesiones....

b Quimioterapia: SI – NO

año

número de sesiones....

c Medicación: SI - NO

14 ¿Tiene prótesis en alguna parte del cuerpo?

- a Cadera
- b Rodilla
- c Columna
- d Otros (Húmero, fémur, cabeza, manos, pies)
- e No

15 ¿Usa dispositivos para incontinencia?

- a Sonda vesical
- b Colonostomía
- c Pañal
- d No

Encuesta 2: a Profesionales Médicos Especialistas en Medicina Nuclear



1 El valor del centellograma óseo para diferenciar metástasis y enfermedad benigna es:

- a Alto
- b Medio
- c Bajo

2 ¿En qué caso se adiciona una exploración de SPECT?

- a Enfermedad maligna diseminada
- b Lesión única
- c Antecedentes de enfermedad oncológica (sin lesión en barrido corporal)
- d Traumatismo

3 ¿Qué valor aporta el CT en el centellograma óseo?

- a Reparó anatómico
- b Caracterización radiológica de la lesión

4 ¿Conoce lo que es el SUV (Valor de Captación Estándar)?

- a SI
- b NO

5 ¿En qué otros estudios de Medicina Nuclear suele utilizarlo para los informes?

- a PET-CT 18F-FDG
- b PET-CT 18F-Na
- c PET-CT 68-Ga-PSMA

6 Considera que la correlación entre la actividad tumoral ósea y el SUV es:

- a Alta
- b Media
- c Baja

7 ¿En qué casos lo utilizaría para este método?



a Diagnóstico diferencial ente metástasis y enfermedad benigna en SPECT-CT no concluyente.

b Seguimiento

c repuesta al tratamiento

8 ¿Qué fármaco se utilizaría para este método?

a MDP

b HDP

c Pirofosfato

9 ¿Qué dosis utilizaría para realizar el centellograma óseo SPECT CT?

a Menos de 15 mCi

b Entre 15 -25 mCi

c Más de 25 mCi

**ANEXO III****Análisis de Encuesta a Profesionales Médicos especialistas en Medicina Nuclear**

	Valor del Centellograma óseo para diferenciación	Cuándo hacer SPECT	Qué valor aporta el CT	¿Conoce el SUV?	¿Cuándo lo utiliza?	La correlación entre actividad tumoral y SUV es:	¿Cuándo lo utilizaría?	¿Qué Fármaco?	Dosis
1	Medio	Lesión única	Reparo Anatómico	SI	18F-FDG	Alta	Diagnóstico Diferencial	HDP	15-25mCi
2	Medio	Lesión única	Character. Radiológ.	SI	18F-FDG	Alta	Diagnóstico Diferencial	HDP	15-25mCi
3	Medio	Lesión única	Reparo Anatómico	SI	18F-Na	Alta	Reparo Anatómico	MDP	15-25mCi
4	Medio	Lesión única	Reparo Anatómico	SI	18F-FDG	Alta	Reparo Anatómico	MDP	15-25mCi