



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA
ÁREA DE RADIOLOGÍA**

UTILIDAD DE LA MODALIDAD CONTINUA Y STEP & SHOOT EN LA ADQUISICIÓN SPECT DE PERFUSIÓN PULMONAR EN PACIENTES MAYORES DE 30 AÑOS QUE ACUDEN AL SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR DEL HNCASE – AREQUIPA. JUNIO A DICIEMBRE 2016

Yuddy Naty Patiño Ochoa

Tesis preparada a la Universidad Alas Peruanas como requisito parcial para la obtención del Título de Licenciado en Tecnología Médica en la especialidad de Radiología.

Asesor Principal: Lic. T.M. Fernando Candela Cáceres

Asesor Metodológico: Dr. Manuel Linares Pacheco

Asesor de Redacción: Dr. Sandro Peralta Arotaype

Arequipa – Perú

2017



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA
ÁREA DE RADIOLOGÍA**

Yuddy Naty Patiño Ochoa

**UTILIDAD DE LA MODALIDAD CONTINUA Y STEP &
SHOOT EN LA ADQUISICIÓN SPECT DE PERFUSIÓN
PULMONAR EN PACIENTES MAYORES DE 30 AÑOS QUE
ACUDEN AL SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR DEL
HNCASE – AREQUIPA. JUNIO A DICIEMBRE 2016**

“Esta tesis fue evaluada y aprobada para la obtención del título de
Licenciado en Tecnología Médica, por la Universidad Alas Peruanas”

Arequipa, Perú

2017

Agradezco a mis padres, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo. Les dedico el presente trabajo porque han fomentado en mí, el deseo de superación y de triunfo en la vida. Lo que ha contribuido a la consecución de este logro.

Se agradece por su contribución para el desarrollo de esta tesis al servicio de Medicina Nuclear del Hospital Nacional Carlos Alberto Segúin Escobedo-Arequipa, por su constante ayuda y colaboración la cual facilitó este trabajo de investigación.

A mis asesores por su esfuerzo y dedicación, quienes, con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación han logrado que pueda concluir mi tesis con éxito.

A la universidad Alas Peruanas, por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

EPÍGRAFE

“Pocas armas hay tan poderosas en el mundo como la de una niña con un libro en la mano (Yousafzai M. 2013).”

RESUMEN

El propósito de esta investigación es determinar de qué manera la modalidad Continua (MC) es más útil que la modalidad Step & Shoot (S&S) en la adquisición de SPECT de perfusión pulmonar pacientes mayores de 30 años que acuden al Servicio de Medicina Nuclear del HNCASE - Arequipa, los cuales fueron seleccionados a conveniencia de la investigación en los meses de junio a diciembre del año 2016.

Para lograr el objetivo propuesto se aplicaron como material y métodos, el estudio descriptivo, no experimental, transversal en 27 pacientes, aplicándoseles las dos modalidades, para evidenciar los resultados se aplicó una ficha de recolección de datos gammagráficos a tres médicos radiólogos especialistas en el área de Medicina Nuclear, los cuales decidieron de manera subjetiva que modalidad es más conveniente para su diagnóstico en el caso de una tromboembolia pulmonar (TEP).

Los resultados se agruparon en una matriz de base de datos, para después someterlas a pruebas estadísticas que permitieron realizar la discusión de los resultados de las variables y del problema en investigación, asimismo, plantear las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación.

Los resultados de la investigación después que los especialistas elijen la modalidad más conveniente, presentaron que no existe diferencias significativas con respecto a la resolución de imagen ya que la calidad de imagen es considerada según los especialistas con mayor calidad de imagen en el modo Continuo con un 59.3% con respecto al modo Step & Shoot.

Todos estos resultados demuestran que el modo Continuo resulta ser más conveniente que el modo Step & Shoot por no presentar diferencia significativa en la resolución y requerir menor tiempo de adquisición en pacientes con estudios de SPECT de perfusión pulmonar.

Palabras clave: SPECT; Perfusión pulmonar; Modalidad Continua; Modalidad Step & Shoot; Tromboembolia Pulmonar; Resolución de imagen.

ABSTRAC

The purpose of this investigation is to determine how the Continuous (MC) mode is more useful than the Step & Shoot (S & S) modality in the acquisition of pulmonary perfusion SPECT patients over the age of 30 who attend the HNCASE Nuclear Medicine Service - Arequipa, which were selected at the convenience of the investigation in the months of June to December of the year 2016.

To achieve the proposed objective, a descriptive, non-experimental, cross-sectional study was applied as a material and methods in 27 patients, applying the two modalities. In order to show the results, a gammagraphy chart was applied to three radiologist specialists in the area of Nuclear Medicine, which subjectively decided which modality is more convenient for its diagnosis in the case of a pulmonary thromboembolism (PTE).

The results were grouped into a database matrix, then subjected to statistical tests that allowed the discussion of the results of the variables and the problem in research, as well as to present the conclusions and recommendations of the present research work.

The results of the investigation after the specialists chose the most convenient modality, presented that there is no significant difference with respect to the image resolution since the image quality is considered according to the specialists with greater image quality in the Continuous mode with a 59.3% regarding Step & Shoot mode.

All these results demonstrate that Continuous mode is more convenient than Step & Shoot mode because it does not present significant difference in resolution and requires a shorter acquisition time in patients with pulmonary perfusion SPECT studies

Key words: pulmonary perfusion SPECT; Continuous Modality; Step & Shoot Mode; Pulmonary thromboembolism; Image resolution.

Lista de contenidos

Pág.

Carátula	
Ficha Catalográfica	
Hoja de Aprobación	
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Epígrafe	
Resumen	
Abstrac o resumen en lengua extranjera	
Lista de contenidos	
Lista de tablas	
Lista de Gráficas	
Lista de figuras	
Lista de Abreviaturas	
Introducción	15
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	16
1.1. Problema de Investigación	16
1.1.1 Descripción de la realidad problemática	16
1.1.2 Formulación del problema	17
A. Problema principal	17
B. Problemas secundarios	17
1.1.3 Horizonte de la investigación	17
1.1.4 Justificación	18
1.2. Objetivos	18
1.2.1 Objetivo General	18
1.2.2 Objetivos Específicos	19
1.3. Variables	19
1.3.1 Identificación de variables	19
1.3.2 Operacionalización de Variables	20

1.4. Antecedentes Investigativos	21
1.4.1 A Nivel Internacional	21
1.4.2 A Nivel Nacional	26
1.4.3 A Nivel Local	26
1.5. Base Teórica	27
1.6. Conceptos Básicos	46
1.7. Hipótesis	47
1.7.1 Hipótesis principal	47
1.7.2. Hipótesis nula	47
1.7.3. Hipótesis estadística	48
CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO	49
2.1. Nivel, Tipo y Diseño de la Investigación	49
2.1.1 Nivel de la Investigación	49
2.1.2 Tipo de la Investigación	49
2.1.3 Diseño de la Investigación	49
2.2. Población, Muestra y Muestreo	49
2.2.1 Población	49
2.2.2 Muestra	50
2.3. Técnicas e Instrumentos:	50
2.3.1 Técnicas	50
2.3.2 Instrumentos	50
2.4. Técnicas de Procesamiento y análisis de datos	51
2.4.1 Matriz de base de datos	51
2.4.2 Sistematización de cómputo	51
2.4.3 Pruebas Estadísticas	51
CAPÍTULO III: RESULTADOS	52
3.1. Resultados por indicador de la variable 1	55
3.1.1 Resultados del indicador 1 de la variable 1	55
3.1.2 Resultados del indicador 2 de la variable 1	56
3.1.3 Resultados del indicador 3 de la variable 1	57
3.2. Resultados por indicador de la variable 2	58

3.2.1	Resultados del indicador 1 de la variable 2	58
3.2.2	Resultados del indicador 2 de la variable 2	59
3.2.3	Resultados del indicador 3 de la variable 2	60
3.3.	Resultados del problema de Investigación	61
3.4.	Discusión de resultados	64
3.4.1	Discusión de los resultados a nivel de la variable 1	64
3.4.2	Discusión de los resultados a nivel de la variable 2	64
3.4.3	Discusión de los resultados a nivel del problema	65
4	Conclusiones	66
5	Recomendaciones y/o Sugerencias	67
7	Referencias Bibliográficas	68
8	Anexos	69
8.1	Anexo 1 : Mapa de Ubicación	70
8.2	Anexo 2 : Glosario	71
8.3	Anexo 3 : Instrumentos	73
8.4	Anexo 4 : Protocolo o manual del instrumento	74
8.5	Anexo 5 : Matriz de Base de datos por cada Instrumento	76
8.6	Anexo 6 : Matriz de Consistencia	77

Lista de Tablas

Pág.

1	Tabla N° 01 : Operacionalización de Variables	20
2	Tabla N° 02 : Matriz de Base de datos	74
3	Tabla N° 03 : Distribución de pacientes según género	52
4	Tabla N° 04 : Distribución de pacientes según edad	53
5	Tabla N° 05 : Distribución de pacientes según procedencia	54
6	Tabla N° 06 : Calidad de la imagen en la modalidad Continua	55
7	Tabla N° 07 : Tiempo de adquisición en la modalidad Continua	56
8	Tabla N° 08 : Diagnóstico gammagráficos en la MC	57
9	Tabla N° 09 : Calidad de la imagen en la modalidad S&S	58
10	Tabla N° 010 : Tiempo de adquisición en la modalidad S&S	59
11	Tabla N° 011 : Diagnóstico gammagráficos en la modalidad S&S	60
12	Tabla N° 012 : Utilidad en la calidad de imagen en el M.C. y S&S	61
13	Tabla N° 013 : Utilidad del tiempo de adquisición en ambos modos	62
14	Tabla N° 014 : Utilidad del diagnóstico en el M.C. y S&S	63

Lista de Gráficos

Pág.

Gráfica N° 01	: Distribución de pacientes según género	51
Gráfica N° 02	: Distribución de pacientes según edad	52
Gráfica N° 03	: Distribución de pacientes según procedencia	53
Gráfica N° 04	: Calidad de la imagen en la modalidad Continua	54
Gráfica N° 05	: Tiempo de adquisición en la modalidad Continua	55
Gráfica N° 06	: Diagnóstico gammagráfico en la MC	57
Gráfica N° 07	: Calidad de la imagen en la modalidad S&S	58
Gráfica N° 08	: Tiempo de adquisición en la modalidad S&S	59
Gráfica N° 09	: Diagnóstico gammagráficos en la modalidad S&S	60
Gráfica N° 010	: Utilidad en la calidad de imagen en el MC y S&S	61
Gráfica N° 011	: Utilidad del tiempo de adquisición en ambos	62
Gráfica N° 012	: Utilidad del diagnóstico en el MC y S&S	63

Lista de Figuras

Pág.

1	Figura N° 01 : Partes de un Activímetro	27
2	Figura N° 02 : Equipo gammagráfico SPECT	29
3	Figura N° 03 : Anatomía pulmonar	34
4	Figura N° 04 : Transporte de la Hemoglobina	37
5	Figura N° 05 : Tromboembolia Pulmonar	40

Lista de Abreviaturas

Pág.

1	S&S : Step & Shoot	6
2	MC: Modalidad Continua	6
3	TEP : Tromboembolia pulmonar	14
4	S&S: Step and Shoot	14
5	MAA : Macroagregado de albumina	14
6	SPECT: Single photon emission computed tomography	14
7	OMS : Organización Mundial de la Salud	14
8	Tc99m : Tecnecio 99 metaestable	14
9	MN : Medina Nuclear	14
10	OIEA : Organismo Internacional de Energía Atómica	22
11	ALARA : As Low As Reasonably Achievable	23
12	PMT : Tubos fotomultiplicador	25
15	Ud : Uniformidad diferencial	26
16	KeV: Kiloelectrónvoltios	28

INTRODUCCIÓN

El SPECT de perfusión pulmonar es un procedimiento diagnóstico que proporciona información sobre la distribución relativa de la irrigación de los pulmones.

El radiofármaco adecuado para el estudio de la perfusión corresponde a microesferas formadas por la agregación de albúminas humanas (macroagregados de albúminas MAA) marcados con Tc99m. Las miselas poseen tamaños entre 10 y 100 micras y en su mayoría deben medir alrededor de 50 micras. Este tamaño corresponde al de las arteriolas pulmonares más finas y es mayor que el lumen de los capilares venosos post alveolares. Inyectados por vía venosa los MAA pasan por el ventrículo derecho y se dirigen por la vena pulmonar hacia la red arterial pulmonar donde se distribuye por las ramas siguiendo el flujo sanguíneo como minúsculos émbolos dispersos en las arteriolas y capilares. La gammagrafía se inicia después de la administración del trazador, con el paciente en decúbito supino. Las regiones hipoperfundidas, ya sea por una eventual embolia o por procesos parenquimatosos, se observan como áreas fotopénicas. El hallazgo de reducción regional de concentración radioactiva es muy sensible para hipoperfusiones pero no es específico para su causa, indicada para confirmar la presencia de lesiones dudosas en el estudio planar realizado para la evaluación casi siempre en un 80% de TEM u otras patologías.

La tromboembolia pulmonar (TEP) es un síndrome de instalación aguda que se desencadena por la obstrucción de una o más arterias pulmonares por un fragmento de trombo sanguíneo, en la mayoría de las veces, procedentes de las venas profundas de miembros inferiores.

Se aplicó un protocolo de adquisición en modo Continuo y Step & Shoot en cada caso de estudio de SPECT de perfusión pulmonar que cumplen con los criterios de inclusión y exclusión de la investigación para valorar la utilidad y optimizar los protocolos para pacientes con disnea y en estado crítico sin alterar la calidad de imagen del estudio gammagráfico.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Problema de Investigación:

1.1.1. Descripción de la realidad problemática (preámbulo)

En los últimos años se ha visto un considerable aumento de patologías pulmonares en nuestra localidad. Las nuevas tecnologías imagenológicas viendo siendo útiles en su diagnóstico.

En el caso de la tromboembolia pulmonar el estudio SPECT de perfusión pulmonar es el más preciso para su detección por su diagnóstico funcional in vivo. Sin embargo, la inmovilidad del paciente durante el estudio genera incomodidad e incluso su movimiento. Por lo cual se busca reducir el tiempo de estudio sobretodo en pacientes disneicos y en estado crítico sin deteriorar la calidad de imagen, siendo uno de los grandes retos que afronta la Medicina Nuclear.

Un estudio de SPECT de perfusión pulmonar puede realizarse mediante dos modalidades de adquisición, las cuales son: La modalidad Continua y la modalidad Step & Shoot. Según la literatura recomienda usar la modalidad Step & Shoot.

Actualmente se está dando a conocer más de los beneficios de la Medicina Nuclear, por lo cual, se está implementando su uso en diversos hospitales o clínicas. En Arequipa desde el 2009 se viene realizando estudios en el Servicio de Medicina Nuclear del HNCASE

con un equipo SPECT de doble cabezal SIEMENS modelo E.cam, con trazadores radioactivo en exámenes que estudian el funcionamiento de los diversos órganos y en tratamientos de algunos tumores o del dolor. Es por eso que esta investigación busca analizar los protocolos de los estudios de SPECT de perfusión pulmonar.

1.1.2. Formulación del problema (Curiosidad Epistémica)

A. Problema Principal.

¿De qué manera la modalidad Continua es más útil que la Step & Shoot en la adquisición SPECT de perfusión pulmonar en pacientes mayores de 30 años que acuden al servicio de Medicina Nuclear del HNCASE – Arequipa. Junio a diciembre 2016?

B. Problemas Secundarios:

a. ¿Cómo es la modalidad Continua en la adquisición SPECT de perfusión pulmonar en pacientes mayores de 30 años que acuden al servicio de Medicina Nuclear del HNCASE – Arequipa. Junio a diciembre 2016?

b. ¿Cómo es la modalidad Step & Shoot en la adquisición SPECT de perfusión pulmonar en pacientes mayores de 30 años que acuden al servicio de Medicina Nuclear del HNCASE – Arequipa. Junio a diciembre 2016?

1.1.3. Horizonte de la investigación:

A. Campo : Salud.

B. Área : Tecnología Médica del Área de Ciencias Clínicas.

C. Línea : Radiología.

1.1.4. Justificación:

En la actualidad el estudio de SPECT de perfusión pulmonar viene siendo conveniente con sus diferentes modalidades de adquisición ya que permite hacer los estudios en menor tiempo sobretodo en pacientes que no colaboran, recurrentes al servicio de Medicina Nuclear.

Esta investigación será útil para que el profesional Tecnólogo Médico en radiología pueda realizar la adquisición SPECT de perfusión pulmonar ya sea utilizando la modalidad Step & Shoot y/o modalidad Continua adquiriendo una buena calidad de imagen en pacientes en estado crítico o disneicos. Además, es pertinente porque está dentro del campo del ejercicio del Tecnólogo Médico en Radiología. Por otra parte ha de servir de base para futuras investigaciones con respecto a las modalidades de la adquisición SPECT de perfusión pulmonar.

Es factible porque se analizará la adquisición SPECT de perfusión pulmonar con la modalidad Step & Shoot y modalidad Continua a pacientes en la Ciudad de Arequipa, se me brindan las facilidades de ingreso al servicio de Medicina Nuclear del HNCASE en la ciudad de Arequipa y a su vez permite a este servicio una importante contribución a la investigación en el campo de la Medicina Nuclear.

1.2. Objetivos:

1.2.1. Objetivo General:

Determinar si la modalidad Continua es más útil que la Step & Shoot en la adquisición SPECT de perfusión pulmonar en pacientes que acuden al servicio de Medicina Nuclear del HNCASE – Arequipa. Junio a diciembre 2016.

1.2.2. Objetivos específicos:

A. Evaluar la modalidad Continua en la adquisición SPECT de perfusión pulmonar en pacientes que acuden al servicio de Medicina Nuclear del HNCASE – Arequipa. Junio a diciembre 2016.

B. Evaluar la modalidad Step & Shoot en la adquisición SPECT de perfusión pulmonar en pacientes que acuden al servicio de Medicina Nuclear HNCASE – Arequipa. Junio a diciembre 2016.

1.3. Variables:

1.3.1. Identificación de variables:

A. Variable 1: Modalidad Continua.

Es el tipo de movimiento de la órbita del cabezal SPECT, donde el detector rota adquiriendo información continuamente.

B. Variable Dependiente 2: Modalidad Step & Shoot.

Es el tipo de movimiento de la órbita del cabezal SPECT, donde adquisición con la cámara detenida en cada ángulo y luego moviendo el detector a la siguiente posición angular.

1.3.2. Operacionalización de Variables:

Tabla Nro. 1: Operacionalización de Variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	N° de Ítem	Instrumento
Modo Continuo	Calidad de imagen procesada	a. Mayor resolución b. Menor resolución c. Mala resolución d. No concluyente	1.1.	Ficha de observación documental.
	Tiempo de adquisición	a. (>) al modo Step & Shoot b. (<) al modo Step & Shoot c. No concluyente	1.2.	Ficha de observación documental
	Diagnóstico gammagráfico	a. Normal b. Patológico c. No concluyente	1.3.	Ficha de observación documental
Modo Step & Shoot	Calidad de imagen procesada	a. Mayor resolución b. Menor resolución c. Mala resolución d. No concluyente	2.1.	Ficha de observación documental
	Tiempo de adquisición	a. (>) al modo Continuo b. (<) al modo Continuo c. No concluyente	2.2.	Ficha de observación documental
	Diagnóstico gammagráfico	a. Normal b. Patológico c. No concluyente	2.3.	Ficha de observación documental

1.4. Antecedentes Investigativos (Marco referencial)

1.4.1. A Nivel Internacional

- A. Bieszk J.; Hawman E. Modo Continuo Vs Step & Shoot. [Articulo]. J Nucl Med - Europa; 2016. Resultados: 1) Número de cuentas necesarias para ver detalles simulados de fantoma; el fantoma fue simulado con 180 vistas angulares para determinar aproximadamente qué intensidad se requería para ver los diversos detalles del fantoma. Los resultados de los cálculos se muestran significativamente, se necesitarán más cuentas para ver detalles del fantoma en imágenes reconstruidas con menor resolución. 2) La dependencia de la calidad de la imagen en el número de vistas; el nivel de recuento se eligió para mostrar los efectos de muestreo angular sobre el contraste y la precisión de reproducción para una intensidad de imagen constante. La mayor mejora en la calidad de imagen se produce en un número bajo de vistas, mientras que sólo se producen ligeras mejoras al pasar de 120 a 180 vistas. Este resultado sugiere que el muestreo angular adecuado para esta imagen está en este rango angular. Generalmente, los objetos que se extienden hasta el borde del campo de visión necesitan más vistas. Además, la calidad de imagen no varía fuertemente con el número de vistas una vez que los requisitos de muestreo dados por la Ec. 3) Comparación de adquisiciones simuladas; el nivel de recuento se eligió para demostrar los cambios de imagen debido a diferentes opciones de modo de adquisición. Una preocupación acerca de la adquisición continua ha sido la pérdida de resolución causada por el movimiento de la cámara. Esta simulación predice sólo un pequeño cambio en la resolución espacial, debido al movimiento continuo de la cámara. Para las exploraciones más cortas, cuando la sensibilidad es lo más importante, la adquisición continua se prefiere debido: a un gran número de vistas angulares (180), y la mayor eficiencia de conteo, y por lo tanto, la mejor señal a ruido para un tiempo de exploración fijo. Para las

exploraciones más largas o fantasmas, donde la sensibilidad no es lo más importante, los modos paso a paso pueden ser preferidos sobre el modo continuo para una mejor resolución espacial. 4) Comparación con el experimento; hay una pérdida de resolución en la imagen continua debido al movimiento de la cámara, pero es un efecto pequeño, como se puede ver. El lector debe recordar que estos estudios se realizaron con un colimador UHR y un radio de exploración de 14 cm. Las diferencias de resolución deben ser aún menores para las exploraciones realizadas en un radio de rotación mayor o con una resolución más baja colimador.

Conclusiones: 1) El presente estudio ha evaluado el muestreo angular para el caso de un fantoma de varillas calientes tanto por simulación por ordenador como por una serie de exploraciones experimentales. 2) Los cálculos de los requerimientos de muestreo angular se realizaron a partir de trabajos publicados. Este estudio ha demostrado que un número algo reducido de puntos de vista, todavía puede producir una reconstrucción de la calidad de imagen razonable. 3) Nuestra simulación por computadora indica que la calidad de la imagen mejora con el aumento de las vistas angulares. Las mejoras más grandes ocurren en un número bajo de vistas (por ejemplo, de 60 a 90 vistas) con la eliminación de artefactos de aliasing y una precisión mejorada en fidelidad de imagen. 4) Las mejoras decrecientes se producen con el aumento del muestreo angular, hasta que se obtiene un muestreo adecuado. Los filtros de reconstrucción también pueden reducir los artefactos de aliasing, pero a expensas de la resolución espacial y el contraste de la imagen. 5) Se evaluaron varios modos de adquisición para sus intercambios estadísticos y de muestreo angular. Este trabajo encontró que, a pesar de los efectos de suavizado, una exploración continua (vista 180) es el modo de adquisición preferido en la mayoría de los casos. Este modo ofrece el mayor muestreo angular, así como la máxima eficiencia de conteo. Para una alta resolución espacial, se pueden preferir estudios de fantasmas de alto conteo, adquisiciones de pasos y

disparos para evitar una pequeña cantidad de resolución borrosa debido al movimiento de la cámara. 6) Otra opción que podría tener beneficios de ambos modos (Continuo y Step & Shoot) sería una exploración híbrida que consiste en adquisición paso a paso, pero con adquisición durante el movimiento escalonado. Cada proyección sería entonces una suma de una vista escalonada y una vista continua. Dado que este estudio ha demostrado que la exploración continua (para las vistas ISO) tiene sólo una ligera pérdida de resolución, esta opción debería tener la sensibilidad del modo Continuo, pero con una resolución próxima a la de las adquisiciones Step & Shoot.

- B. Abbing J.; Boonstra S.; Crossen S.; Koenders S.; Stoker N. Optimización del protocolo SPECT de cuerpo entero. [Tesis de Bachiller]. Norte de Países bajos – Holanda; 2015. Resultados: Se logró una reducción en el tiempo de exploración del 75% usando el Modo Continuo (CM) en lugar del Modo Step & Shoot. La evaluación objetiva muestra que las imágenes obtenidas en CM con 40 vistas y 12 segundos por vista son más similares a las imágenes SPECT actuales. Una visión general de la evaluación subjetiva muestra que el CM con 53 vistas y 9 segundos por vista tiene una calidad cerca del SPECT actual. Conclusión: El protocolo de adquisición de la SPECT de cuerpo entero para los pacientes con metástasis óseas sospechosas puede optimizarse con el Modo Continuo, lo que resulta en un tiempo de escaneo reducido.
- C. Cao Z.; Maunoury C.; Chen C.; Holder L. Comparación de la técnica Step & Shoot Continua (CSSM) versus la adquisición Step & Shoot en SPECT. [Artículo]. Baltimore – Maryland; 1996. Resultados: Sin ruido y sin atenuación, las estructuras pequeñas en imágenes reconstruidas obtenidas mediante CSSM rápido (menos de 4 segundos por vista más el tiempo de movimiento de una vista a la siguiente) fueron ligeramente borrosas y giradas en la dirección opuesta al movimiento del detector. Con el ruido y la

atenuación, estos artefactos no eran visibles, y la calidad de imagen obtenida de CSSM, especialmente de CSSM rápido, se mejoró en comparación con la resultante del SSM correspondiente debido al número creciente de cuentas. La mejora de la calidad de imagen se hizo menos significativa con el aumento del tiempo de adquisición y en presencia de atenuación. Conclusión: La calidad de imagen obtenida de CSSM se mejoró apreciablemente en comparación con la obtenida a partir de SSM en SPECT rápido o dinámico debido a recuentos más altos, pero sólo fue ligeramente mejor para SPECT de relativamente tiempo largo debido a recuentos comparables. La mejora en la calidad de imagen debido a CSSM fue más notable cuando los efectos de atenuación no estaban presentes. Por lo tanto, compensación de atenuación debe realizarse en la reconstrucción de imágenes de rápido SPECT. Los resultados nos animan a realizar estudios de fantasmas y pacientes con adquisición de CSSM en un futuro próximo.

- D. Takahashi Y.; Murase K.; Mochizuki T.; Akiyoshi K. Evaluación de número de proyecciones en los métodos de subconjuntos ordenados-maximización de la expectativa de la reconstrucción de imagen. [Artículo]. Annals of Nuclear Medicine-Japon; 2003. Resultados: 1) Estudio de simulación; no hubo diferencias significativas en la uniformidad entre los números de muestreo. Sin embargo, el contraste de la segunda barra derecha y la segunda varilla izquierda (%) con el número de muestreo de 30 fue 10% menor en la primera derecha y la primera varilla izquierda que en el número de muestreo de 120. 2) Estudio en humanos; el tabique interventricular se visualizó con mayor claridad con el número de muestreo 60. Los valores mínimos de SPECT en la luz cardíaca fueron los más bajos con el muestreo número de 30. Conclusión: Se examinaron los efectos del número de muestreo en imágenes reconstruidas por el método OS-EM. Las comparaciones de imágenes reconstruidas obtenidas con un número de muestreo de

120 y 30 recuentos / proyección, con 60 y 60, y con 30 y 120 indicaron que la calidad de imagen según la uniformidad y resolución fue generalmente mayor con un número de muestreo menor y un mayor número de cuentas / proyección. Teniendo en cuenta el tiempo muerto para la rotación de la cámara gamma, este método de adquisición con OS-EM será clínicamente útil con la reducción del tiempo de examen.

1.4.2. A Nivel Nacional

No se encontraron antecedentes de investigación.

1.4.3. A Nivel Local

No se encontraron antecedentes de investigación.

1.5. Base Teórica

1.5.1. Medicina nuclear

La Medicina Nuclear (MN), según la definición establecida en el año 1972 en Ginebra, por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la OIEA, “Es la especialidad que se ocupa del diagnóstico, tratamiento e investigación médica, mediante el uso de radioisótopos como fuentes abiertas”.

Cuando son utilizados con un propósito diagnóstico, se aprovecha la propiedad emisora de los radioisótopos para detectarlos a distancia; cuando la intención es terapéutica, se usufructúa el efecto deletéreo que la radiación puede tener sobre un tejido (1).

El procedimiento para generar imágenes en MN requiere la administración (intravenosa, subdérmica, oral, inhalación, etc.) de una dosis trazadora de una sustancia radioactiva o radiofármaco; una dosis trazadora es una cantidad mínima, capaz de “marcar”, pero sin perturbar la fisiología del blanco en cuestión.

El radiofármaco consiste en la combinación de un ligando que determina su biodistribución y un radioisótopo responsable de generar una señal detectable (2).

Instrumentación

A. Activímetro

Es un instrumento esencial en radiofarmacia para medir la actividad de los radionúclidos en la formulación y dispensación de radiofármacos, así como el instrumento más fácilmente disponible para realizar dichas mediciones (Figura N°1).

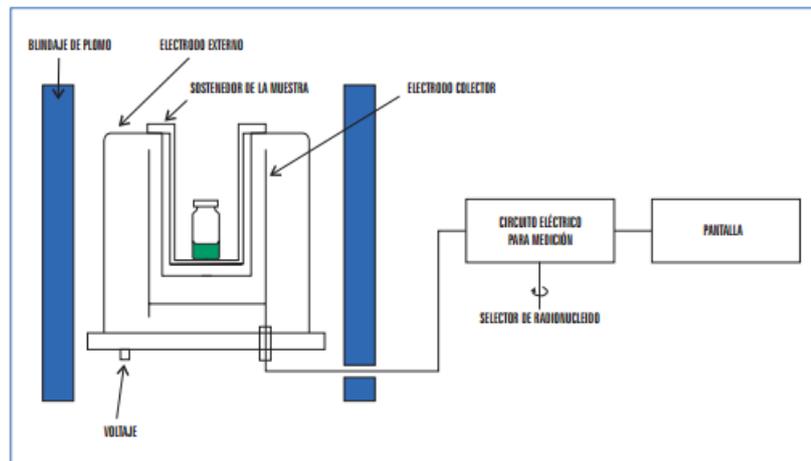
Es importante que estos aparatos proporcionen una medida exacta de la dosis radiactiva administrada al paciente, asegurando que dicha dosis sea la misma que la prescrita, de lo que depende en gran medida la calidad de las pruebas clínicas realizadas.

Es también una necesidad evidente para la protección radiológica del paciente y del personal sanitario, aplicando siempre el principio ALARA.

Para los estudios diagnósticos, una dosis demasiado alta producirá una exposición innecesaria del paciente a la radiación, mientras que una dosis demasiado baja prolongará el tiempo del estudio o proporcionará imágenes de baja calidad.

En los radiofármacos de uso terapéutico es aún más importante que la dosis sea exacta, para evitar la irradiación excesiva de tejidos no deseados (4).

Figura N°1



B. Detector simple de radiación gamma

Sondas de captación tiroidea:

Cuantificación de la captación de un radiotrazador.

Componentes: cabezal detector asociado a un escalímetro y colimador de tipo cilíndrico con único agujero.

Sondas para cirugía radioguiada:

Detecta tejido que concentra un determinado radiotrazador.

1.5.2. Equipos de Medicina Nuclear

A. Gamma cámara

La gamma cámara es conocida también como cámara Anger por su inventor en 1958. Brindan una imagen de la biodistribución de los radioisótopos en el paciente. Por lo tanto las imágenes que nos brindan son funcionales del órgano o región en estudio. Se realiza una comparación entre la biodistribución normal y esperada con la del paciente, tratando de detectar alguna anomalía.

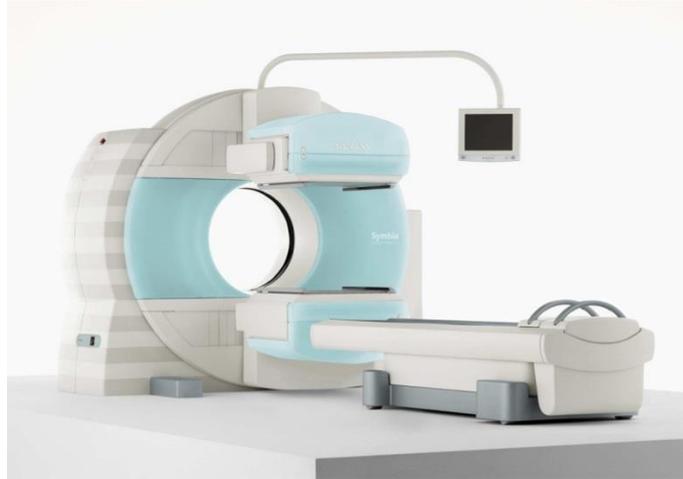
B. SPECT

Tomografía Computarizada por Emisión de Fotones Únicos por sus siglas en inglés (Single-Photon Emission Computed Tomography). Es una gammacámara común, con un mecanismo que permite a los detectores girar alrededor del paciente para hacer una reconstrucción tomográfica tridimensional, esto permite tener cortes coronales, sagitales y transversales del órgano en estudio (Figura N°2).

El SPECT se utiliza para evitar la superposición de los órganos, lo cual la diferencia de una imagen planar. Con esto se garantiza

conocer exactamente el origen y ubicación de la energía captada, además de poder ver la relación con otras estructuras con lo que mejora su interpretación. También permite mejorar la calidad de la imagen porque se eliminan las estructuras que no interesan y se puede observar mejor la estructura en estudio (6).

Figura N°2



a. Parámetros de adquisición

La performance depende del detector y de la estabilidad del Gantry, así como el sistema de procesamiento de datos. Los parámetros más importantes que se deben considerar son:

Resolución de energías:

Propiedad que tiene el sistema de separar picos energéticos de diferentes energías, determinando a partir del ancho a la mitad de la altura (FWHM) del fotopico del espectro de energías, como porcentaje de la energía gamma del fotopico. Como el detector SPECT tiene muchos tubos fotomultiplicadores (PMT), cada uno con su propio espectro, el espectro suma de todos los PMT muestra una resolución de energías (RE) mayor que la de un solo PMT (5).

Resolución espacial:

La resolución espacial del sistema es la menor distancia a la que hay que colocar dos fuentes radiactivas para verlas como dos distribuciones de actividad independientes.

Hay diferentes métodos para mejorar la resolución:

- Usar colimadores especialmente diseñados como el fan beam.
- Modificar el ancho de ventana para evitar la radiación dispersa.
- Aumentar la dimensión de la matriz durante la adquisición.
- Disminuir la distancia paciente-colimador, ya que la resolución se degrada rápidamente cuando está en aumento (4).

Uniformidad de respuesta (u):

Es el parámetro de la performance SPECT evalúa la diferencia de la respuesta del detector en diferentes puntos del campo visual. Si estima la el promedio de las variaciones sobre 5 pixeles obtendremos una uniformidad diferencial (ud).

Sensibilidad:

Uno de los problemas más serios es lograr un buen contaje radiactivo que determine una buena señal/fondo lo más alta posible en cada proyección. Esto se debe a que el tiempo disponible para cada estudio está limitado por la inmovilidad del paciente. Así los estudios SPECT no deberían superar los 20 a 30 minutos (7).

Lineabilidad espacial:

En 1980 Gerd Muhllehner informaron que se producían faltas de uniformidad por la mala correspondencia entre la posición de la señal y la ubicación real del evento radiactivo (falta de linealidad espacial).

Actualmente la mayoría de las cámaras gamma modernas usan un circuito de reposicionamiento que corrige la ubicación errónea. La matriz de corrección solo se puede durante la construcción del equipo o por el ingeniero de mantenimiento, siempre que tenga los instrumentos especiales necesarios.

Alineación mecánica, electrónica y digital: centro de rotación:

Es el punto de intersección del eje de rotación con el plano transversal cuando el detector es paralelo al eje que debe coincidir con el centro de la matriz de la computadora. Mientras la cámara rota alrededor de un centro físico de rotación adquiriendo los datos de las distintas proyecciones, la computadora los almacena para luego reconstruir la imagen en un corte transaxial (plano xz) (8).

b. Componentes

Cabezal detector:

Consta de un cristal de Ioduro de Sodio activado con Talio sobre el cual se apoyan los tubos fotomultiplicadores (PMT). Todo el conjunto está blindado con plomo en la parte posterior y lateral para evitar la entrada de fotones originados fuera del objeto a estudiar (paciente / fantoma) en la camilla.

Colimadores:

Apoyado sobre el detector está el colimador, elementos intercambiables de acuerdo a las necesidades del estudio. Contiene un conjunto de agujeros pasante, distribuido de acuerdo a distintos patrones geométricos. El colimador selecciona y permite pasar a los fotones que no son absorbidos por el plomo, de esta manera limita el campo de visión del detector y mejora la resolución espacial del sistema.

Hay colimadores de agujeros paralelos (perpendiculares a la cara del cristal sobre el cual están apoyados), de agujeros convergentes y de agujeros divergentes. Los más frecuentemente usados son los primeros (12).

Espectrómetro:

Todos los sistemas SPECT cuentan con un espectrómetro que permite seleccionar el o los intervalos de energía que serán utilizados para medir.

Camilla:

Debe estar suspendida en el aire y mantener el paralelismo con el cristal detector. Confeccionada con material que atenué muy poco la radiación gamma.

Órbita del cabezal alrededor del paciente:

En los modelos rotatorios el movimiento del cabezal detector alrededor de la camilla se realiza automáticamente y es controlado por comando de una computadora que hace funcionar el motor en una dirección de rotación pudiendo seguir distintas orbitas según las posibilidades de cada equipo.

Clasificación:

- Según el ángulo de rotación
Se elige dependiendo del órgano del cual se quiere hacer imagen. Así, órganos para axiales periféricos pueden ser adquiridos en el ángulo de 180. Además es necesario definir la cantidad de pasos en los que se definirá. Estos suelen ser 32, 64, 96, 128 pasos, igualmente espaciados.
- Según el tipo de trayectoria
Está limitado al hardware y software de cada equipo. En la trayectoria circular, el ancho máximo de la región a explorar del paciente, define el radio de la órbita.
Para lograr mejor resolución espacial en los cortes tomográficos, se idearon los las orbitas elípticas o de contorno. Hay sistemas que poseen un dispositivo que emplea rayos infrarrojos, colocados al borde del colimador, para detectar al paciente y así generar Orbitas de Autocontorno (5).
- Según el tipo de movimiento

Step & Shoot:

Es el más común, este posee la propiedad de tener la mejor resolución espacial de imagen, a expensas de un mayor tiempo en la duración del estudio tomográfico, ya que las proyecciones se adquieren solo cuando el equipo no se mueve. Existe un tiempo muerto en el momento de translación hacia el próximo punto de adquisición.

Continua:

Se idearon las adquisiciones en forma continua, con la consiguiente pérdida de resolución espacial por la adquisición de datos en movimiento (8).

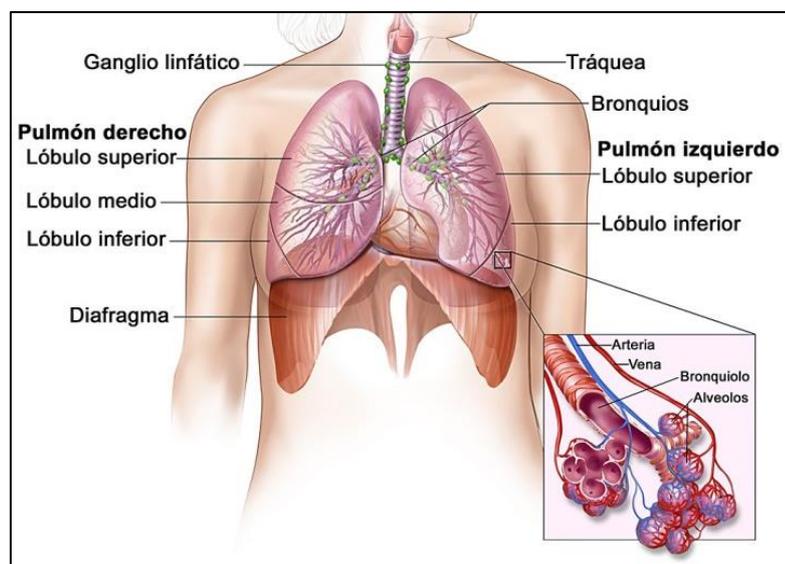
1.5.2. Sistema respiratorio

A. Anatomía Pulmonar

Los pulmones son dos órganos de aspecto esponjoso formados por bronquiolos, alveolos y vasos sanguíneos, revestidos de tejido conjuntivo elástico y envueltos en una doble membrana. Se encuentran situados en la cavidad torácica, protegidos por las costillas. Se extienden desde el diafragma hasta un punto ligeramente por encima de las clavículas (Figura N° 3).

Entre ambos pulmones se encuentra la zona llamada mediastino, donde se aloja el corazón. Éste se encuentra ligeramente desviado hacia la izquierda, lo que explica que el pulmón izquierdo sea menor que el derecho. En el mediastino también se encuentran el esófago, la tráquea, la arteria aorta y la vena cava. El hilio es la zona de cada pulmón por donde entran y salen los bronquios y vasos sanguíneos. Externamente, en cada pulmón se aprecian cisuras que los dividen en lóbulos. El pulmón izquierdo presenta dos lóbulos (superior e inferior) y el pulmón derecho presenta tres lóbulos (superior, medio e inferior).

Figura N°3



Cada bronquio secundario penetra en un lóbulo. Cada lóbulo, a su vez, está dividido en segmentos broncopulmonares, en los que penetra un bronquio terciario que se va ramificando hasta llegar a los alveolos (el pulmón izquierdo tiene 8 segmentos broncopulmonares y el pulmón derecho tiene 10 segmentos). Cada pulmón está cubierto de una membrana doble denominada pleura.

La pleura adherida al pulmón se conoce con el nombre de pleura visceral. La pleura más externa, la adherida al tórax, se conoce con el nombre de pleura parietal. Entre ambas hay una cantidad mínima pero suficiente de líquido lubricante que facilita el movimiento deslizante de los pulmones durante los movimientos respiratorios (6).

B. Fisiología Pulmonar

El aire que contiene el oxígeno entra al cuerpo a través de la nariz y la boca. De ahí, atraviesa la faringe o garganta en su camino hacia la tráquea. La tráquea se divide en dos vías aéreas principales llamadas bronquios, los cuales llegan a los pulmones; uno al pulmón derecho y otro al pulmón izquierdo. Los bronquios se subdividen o se ramifican en varias ocasiones formando bronquios más pequeños, quienes a su vez se vuelven a ramificar en varias ocasiones formando bronquiolos.

La fisiología respiratoria se basa en diferencias de concentración. Y como hablamos de gases, de presiones parciales de O₂ y CO₂ de los gases inspirados y sangre.

Esto unido a la facilidad de difusión de ambos gases a través de la membrana alveolar, que es muy fina, concretamente alrededor de 10,5µm. Y supone una superficie amplia, alrededor de 70m² sumando la de todos los alvéolos.

El oxígeno atmosférico llega a los pulmones a una concentración equivalente a unos 100 - 105mmHg, dependiendo de la altura sobre el nivel del mar al que nos encontremos, mientras que en la sangre que llega a los pulmones rondará los 40mmHg. Por lo tanto, las presiones tenderán a igualarse pasando a la sangre oxígeno hasta llegar a esos 100 – 105mmHg de oxígeno. El dióxido de carbono en la sangre está a unos 45mmHg.

En el aire inspirado esa concentración es de unos 40mmHg. Por lo que el intercambio entre ambos es de unos 5mmHg.

Para que el oxígeno no tenga que ir disuelto en la sangre se une a hemoglobina (por eso, además, posee mucha mayor capacidad de intercambio). La hemoglobina será el encargado de transportarlo (Figura N° 4).

La respiración se efectúa gracias a la expansión y contracción de los pulmones; el proceso y la frecuencia a la que sucede están controlados por un centro nervioso cerebral.

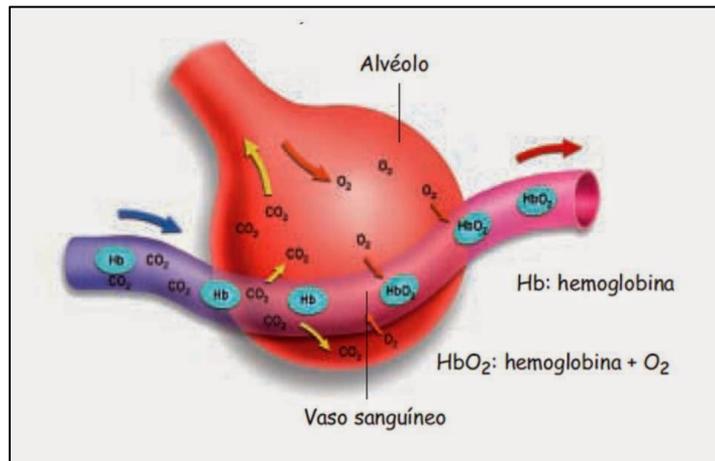
En los pulmones el oxígeno penetra en los capilares, donde se combina con la hemoglobina contenida en los hematíes o glóbulos rojos y es transportado a los tejidos.

Al mismo tiempo, el dióxido de carbono, que pasa a la sangre en su recorrido por los tejidos, se difunde desde los capilares hacia el aire contenido en los pulmones.

La inhalación introduce en los pulmones aire con una concentración elevada de oxígeno y baja en dióxido de carbono; el aire espirado que procede de los pulmones tiene una concentración elevada de dióxido de carbono y baja en oxígeno.

Los cambios en el tamaño y capacidad del tórax están controlados por las contracciones del diafragma y de los músculos intercostales (7).

Figura N°4



C. Patología

Cáncer de pulmón

Proliferación maligna de células pulmonares anómalas, que pueden extenderse a otros órganos (metástasis). En el pulmón dificulta claramente el intercambio gaseoso. La causa más común es el tabaquismo (activo y pasivo).

Asma

El músculo liso de los bronquios sufre espasmos que estrechan la luz bronquial, obstruyendo el flujo aéreo. Esta obstrucción se ve agravada por la inflamación de la mucosa bronquial, que conlleva edema y excesiva producción de moco.

Hay personas que presentan asma de manera aguda, sólo cuando se exponen a algún producto alergénico o irritante. Sin embargo, muchos pacientes padecen asma crónica, aunque sólo sufren crisis asmáticas bajo determinadas circunstancias, alternadas con periodos de absoluta normalidad respiratoria.

Estas crisis o ataques asmáticos en pacientes crónicos pueden desencadenarse por el estrés, el ejercicio excesivo, por infecciones o, al igual que en los pacientes con asma aguda, por exposición a productos alergénicos.

Enfisema pulmonar

Enfermedad crónica y progresiva en la que las paredes alveolares se distienden y no retornan a su tamaño inicial, es decir, pierden elasticidad. Esto es debido a la destrucción de tejido conjuntivo pulmonar.

La espiración, por tanto, es más costosa y menos efectiva, dando lugar a un aumento del volumen residual. Consecuentemente, disminuye el intercambio gaseoso (8).

Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC):

Son todas aquellas enfermedades pulmonares de carácter crónico y que se caracterizan por una obstrucción al flujo aéreo. Los pacientes con EPOC suelen presentar tos productiva (con esputo) e intolerancia al ejercicio (disnea de esfuerzo). Aunque no tienen cura, el tratamiento sintomático puede mejorar la calidad de vida del paciente.

Las enfermedades englobadas en el EPOC son el asma crónica, el enfisema pulmonar y la bronquitis crónica.

Neumotórax

Es la acumulación de aire en la cavidad pleural, bien por la rotura de la pleura visceral (ej. debida a enfisema pulmonar) o bien por la rotura de la pleura parietal (ej. debida a introducción de un objeto punzante en el tórax, a un error durante la canalización de una vía venosa central en la vena subclavia). Algunos incluso son de causa desconocida.

En cualquier caso, este aire expande la cavidad pleural, comprimiendo y colapsando al pulmón que envuelve. Esto causa alteraciones respiratorias importantes, que incluso pueden comprometer la vida del paciente. Atelectasia: colapso alveolar provocado por hipoventilación mantenida, obstrucción de las vías respiratorias, ventilación mecánica.

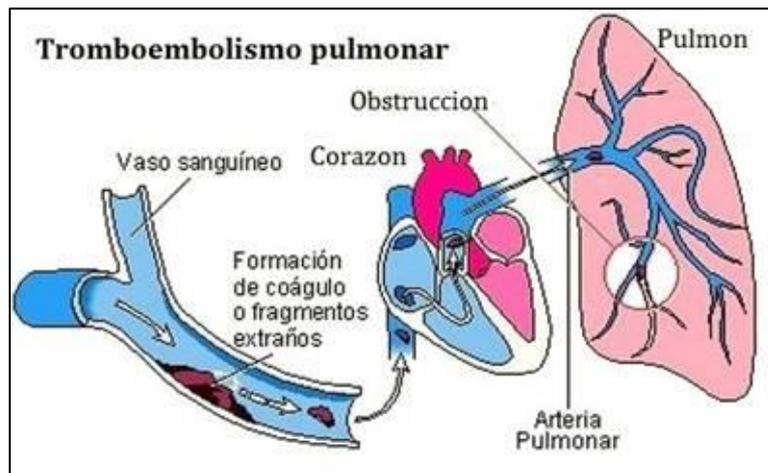
Tromboembolismo (TEP)

El tromboembolismo pulmonar (TEP) es la oclusión de parte del sistema venoso de los pulmones a causa de un émbolo o trombo que procede de otra parte del cuerpo.

Los síntomas de TEP son fundamentalmente de comienzo súbito, con tos con o sin hemoptisis, cianosis, disnea súbita (lo más frecuente), taquipnea, dolor torácico pleurítico y subesternal, y en grados graves hipotensión que puede llevar a shock cardiogénico, pérdida de conciencia (síncope) e incluso muerte, dependiendo del grado de TEP (Figura N°5).

Los signos son taquipnea, taquicardia, fiebre de más de 38°C (sospechar infarto pulmonar), cianosis, signos de TVP, Signo de Homans, este consta dolor al hacer dorsiflexión. (13).

Figura N°5



1.5.3. Protocolo de SPECT de perfusión pulmonar del servicio de MN DEL HNCASE Arequipa.

A. Principio

Es un método diagnóstico de imagen que estudia la distribución del flujo sanguíneo arterial en los pulmones.

Consiste en la administración por vía intravenosa de un trazador radiactivo (MAA-Tc99m), que embolizan el lecho pre-capilar pulmonar, sin producir alteraciones hemodinámicas.

Tras su administración intravenosa, el trazador accede al árbol vascular pulmonar, donde se distribuye de acuerdo con la perfusión regional, poniendo de manifiesto eventual es alteraciones que se demostrarán por disminución del depósito regional del mismo. (9)

B. Indicaciones

Se trata de una técnica auxiliar indicada para confirmar la presencia de lesiones dudosas en el estudio planar convencional realizado para la evaluación de tromboembolismo pulmonar (TEP) u otras patologías pulmonares (11).

C. Metodología del procedimiento

a. Preparación del paciente

- Paciente hospitalizado venir con vía permeable.
- Traer la última radiografía.

b. Radiofármaco

- Tc99m-MSA (microesferas de albumina).
- Tc99m-MAA (macroagregados de albumina).
- Forma de administración: endovenosa.
- Dosis: 5mCi (222 MBq) para 70kg. Recordar que la jeringa conteniendo la dosis debe ser agitada continuamente a fin de evitar la precipitación de las partículas (10).

D. Protocolo de adquisición del servicio de Medicina Nuclear HNCASE-Arequipa.

a. Estática

- Comenzar inmediatamente post-inyección.
- Modalidad de adquisición: estática.
- Utilizar colimador de alta resolución.
- Fotopeak centrado en 140 Kev con ventana de un 15-20%.
- Paciente en decúbito supino, brazos a la cabeza y en zona de interés.
- Matriz: 128x128
- Proyecciones: AP, PA, OAD, OAI, OPD y OPI con 250-500 Kctas por imagen.

b. Tomográfico:

Modalidad Step & Shoot

- Comenzar terminado el estudio estático.
- Modalidad de adquisición: Step & Shoot.
- Utilizar colimador de alta resolución.
- Fotopico centrado en 140 Kev con ventana de un 15-20%.
- Paciente en decúbito supino, brazos a la cabeza.
- Sentido: horario.
- Detector en proyección anterior lo más próximo posible al tórax del paciente.
- Utiliza orbita preferentemente elíptica o de contorno. Verificar que ambos pulmones queden contenidos dentro del campo y que la rotación se efectúe libremente sin rozar al paciente ni a la camilla.
- Rotación de 180° desde AP.
- Número de imágenes: 32 por detector (movimiento angular 6°)
- Modalidad: paso y disparo (Step and Shoot).
- Tiempo por imagen: 12 segundos.
- Matriz: 128 x 128 word.
- Zoom: 1.23

Modo Continuo

- Comenzar terminado el estudio estático.
- Modalidad de adquisición: Continuo.
- Utilizar colimador de alta resolución.
- Fotopico centrado en 140 Kev con ventana de un 15-20%.
- Paciente en decúbito supino, brazos a la cabeza.
- Sentido: horario.
- Detector en proyección anterior lo más próximo posible al tórax del paciente.
- Orbits: No circular.
- Rotación de 180° desde AP.
- Número de imágenes: 32 por detector (movimiento angular 6°).
- Tiempo por imagen: 12 segundos.
- Matriz: 128 x 128 word.
- Zoom: 1.23

E. Procesamiento

- Análisis de las proyecciones “crudas” en modo cine verificando la integridad de los datos y eventual movimiento del paciente.
- Limitar la reconstrucción a la zona de interés (pulmón en su totalidad).
- Reconstruir mediante retroproyección filtrada con parámetros dependientes de la experiencia y criterio del operador. En general es apropiado un filtro Butterworth de orden 4-5, frecuencia de corte entre 0,2 y 0,4 Nyquist aunque deben explorarse otros parámetros.
- En general se cuenta con la posibilidad de reconstrucción por métodos iterativos, los cuales se hallan implementados en la mayoría de los nuevos sistemas y presentan ciertas ventajas respecto a la retroproyección filtrada, por lo cual puede ser aconsejable su aplicación.

- No es necesario en principio realizar corrección de atenuación. En todo caso no debe aplicarse la corrección de Chang pues el tórax presenta atenuación no uniforme. Si pueden emplearse mapas de atenuación generados por otros métodos.
- Por lo general, no es necesario efectuar reorientación de los cortes tomográficos, analizándose los mismos según se presentan directamente luego de la reconstrucción.
- Se recomienda la aplicación de zoom post-reconstrucción.
- Reconstrucción 3D de superficie (opción útil si se emplean los umbrales de aceptación adecuados).
- Presentación del estudio incluyendo cortes tomográficos en los 3 planos ortogonales. Algunos autores utilizan sólo los cortes coronales para interpretación. Puede agregarse las imágenes tridimensionales de superficie en modo cine. Se aconseja el uso de una escala continua de grises.
- Las imágenes de SPECT se acompañarán siempre de imágenes planares (preferentemente en proyecciones anterior, posterior, oblicuas anteriores y posteriores), al menos hasta cumplir un período de familiarización con las imágenes tomográficas (14).

F. Interpretación

- Disminución focal de la actividad pulmonar. Las áreas de TEP se presentarán como zonas hipocaptantes focales de distribución segmentaria o subsegmentaria, periféricas y en general múltiples. Otros hallazgos según patología del paciente.
- Comparación con estudios de ventilación y radiografía de tórax reciente (12-24 horas). Típicamente, las áreas de TEP presentarán ventilación conservada.

Nota importante: Puede realizarse un estudio de SPECT pulmonar de ventilación, inhalando microaerosoles de Tc99m-DTPA o, preferentemente, Technegas® (microaerosol de partículas de carbono marcadas con Tc99m, generadas por un equipo especial). En este caso, se recomienda mantener idénticos parámetros de adquisición y procesamiento que los mencionados para los estudios de perfusión.

G. Informe o reporte del estudio

- Datos clínicos y motivo del estudio.
- Técnica utilizada: Radiofármaco, dosis, vía de administración, proyecciones.
- Descripción de anomalías: Existencia de áreas patológicas; número, extensión, severidad, localización; su correlación con hallazgos de la ventilación (inhalación) y con los datos clínicos, morfológicos y radiológicos.
- Interpretación y conclusiones: Se mencionará la probabilidad de TEP según los criterios publicados en la literatura. No se recomienda, sin embargo, el uso del criterio PIOPED sino que debería disminuirse al máximo la clasificación de estudios "indeterminados". Se interpretarán los hallazgos relativos a otras afecciones pulmonares en estudio según el caso. Un estudio de angio-CT (angiografía pulmonar por tomografía multicorte) es de utilidad en casos no concluyentes (15).

1.6. Conceptos Básicos (Marco Conceptual)

- **Medicina Nuclear**
“Es una especialidad de Diagnóstico por Imágenes que emplea diferentes radioisótopos (formados por un fármaco y un isótopo radioactivo) que permite ver la anatomía y la función para el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades, estos radioisótopos son administrados en la mayoría de casos por vía endovenosa” (12):25-26
- **Gammagrafía de perfusión pulmonar**
“Es un procedimiento diagnóstico que proporciona información sobre la distribución relativa de la irrigación de los pulmones. El radiofármaco adecuado para el estudio de la perfusión corresponde a Tc99m-MMA y Tc99m-MEA. Las micelas poseen tamaños entre 10 y 100 micras y en su mayoría deben medir alrededor de 50 micras” (15):104-105
- **Tromboembolia pulmonar (TEP)**
“Es un síndrome de instalación aguda que se desencadena por la obstrucción de una o más arterias pulmonares por un fragmento de trombo sanguíneo, en la mayoría de las veces, procedentes de las venas profundas de miembros inferiores” (13):71-72
- **SPECT**
“Es una prueba que sirve para el diagnóstico y el tratamiento de un abanico de patologías que afectan a varios órganos y sistemas y utiliza diferentes sustancias marcadas con isótopos radiactivos, llamadas radiofármacos, que permiten ver el interior del cuerpo. Se utilizan en concentraciones muy pequeñas y la dosis de radiación que producen es equivalente o inferior a otras pruebas de radiología” (2):32-33

1.7. Hipótesis

1.7.1. Hipótesis principal

H1: Si, al compararse ambas modalidades de adquisición no existe diferencia significativa en cuanto a la pérdida de resolución ya que en la modalidad Continua el detector rota adquiriendo información continuamente para el mismo número de proyecciones que usamos con el modo Step & Shoot, por tanto este movimiento tendrá un escaso o nulo efecto negativo en la calidad de imagen mientras se ahorran entre 3 a 4 minutos de adquisición, además de evitar artefactos de movimiento por el paciente, entonces la modalidad continua ayuda a optimizar el protocolo de SPECT de perfusión pulmonar obteniendo un diagnóstico fiable en menor tiempo.

1.7.2. Hipótesis nula

H0: Si, al compararse ambas modalidades de adquisición existe diferencia significativa en cuanto a la pérdida de resolución ya que en la modalidad Continua el detector rota adquiriendo información continuamente para el mismo número de proyecciones que usamos con el modo Step & Shoot, por tanto este movimiento tendrá un efecto negativo en la calidad de imagen mientras se ahorran entre 3 a 4 minutos de adquisición; entonces la modalidad continua no ayuda a optimizar el protocolo de SPECT de perfusión pulmonar y no se obtiene un diagnóstico fiable por la reducción del tiempo.

1.7.3. Hipótesis estadística

No existirá una diferencia estadísticamente significativa entre la modalidad Continua y Step & Shoot después de adquirir ambas modalidades en los pacientes con estudios de SPECT de perfusión pulmonar del servicio de medicina nuclear del HNCASE-Arequipa, junio a diciembre 2016.

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1. Nivel, Tipo y Diseño de la Investigación:

2.1.1. Nivel de la Investigación

Descriptivo. Retrospectivo, mide y recoge información de manera independiente sobre el concepto y las variables de investigación.

2.1.2. Tipo de investigación

No experimental, se realiza sin manipular las variables y se limita a la observación de la situación.

2.1.3. Diseño de la investigación

Transversal, no hay seguimiento y las variables se miden una sola vez.

2.2. Población, Muestra y Muestreo

2.2.1. Población

Pacientes que se realizaron estudios de SPECT de perfusión pulmonar con adquisición en modalidad Continua y Step & Shoot, en el servicio de Medicina Nuclear en el Hospital Nacional Carlos Alberto Segúin Escobedo en Arequipa. En el periodo de junio a diciembre 2016.

2.2.2. Muestra

27 pacientes

2.2.3. Criterios de selección

A. Criterios de inclusión

- Pacientes mayores de 30 años.
- Pacientes que se realicen los dos tipos de adquisición.
- Pacientes que colaboren en el momento del estudio.

B. Criterios de exclusión

- Pacientes que solo se realizan un tipo de adquisición.
- Pacientes menores de 30 años.
- Pacientes que no deseen participar en el estudio.
- Ficha de datos dañados.

2.3. Técnicas e Instrumentos:

2.3.1. Técnicas

La técnica es la observación documental de estudios en la adquisición SPECT de perfusión pulmonar. Realizando la revisión de fichas de evaluación de Medicina Nuclear y/o base de datos del servicio, seleccionando a los pacientes con los criterios de inclusión.

2.3.2. Instrumentos

El instrumento a utilizar es una ficha de observación documental: Ficha de recolección de datos Gammagráficos (Anexo 3).

2.4. Técnicas de Procesamiento y análisis de datos

2.4.1. Matriz de base de datos

Para la elaboración de la matriz, el procesamiento y el análisis de datos obtenidos se utilizó el programa Excel. Se empleó una matriz de sistematización de datos en la que se transmitieron los datos de cada ficha.

El modelo y contenido se adjunta en el anexo N° 5.

2.4.2. Sistematización de cómputo

El procesamiento de los datos se realizó mediante software estadístico SPSS 23.

Para contrastar la hipótesis se utilizó la prueba de Chi cuadrado (X^2).

2.4.3. Pruebas Estadísticas

Los resultados de la investigación son expresados en tablas de frecuencias y porcentajes. Se ha aplicado el método prueba de chi cuadrado ($X^2=1.86$).

X^2 : Permite determinar si existe una relación entre dos variables categóricas. Esta prueba nos indica si existe o no una relación entre las variables, pero no indica el grado o el tipo de relación; es decir, no indica el porcentaje de influencia de una variable sobre la otra o la variable que causa la influencia.

CAPÍTULO III RESULTADOS

Tabla 3: Distribución de pacientes con estudio de SPECT de perfusión pulmonar según género.

Género	Nº.	%
Masculino	12	44,4
Femenino	15	55,6
TOTAL	27	100

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 3 muestra que el 55.6% de los pacientes que acuden al servicio de Medicina Nuclear son de género femenino, mientras que el 44.4% de los pacientes son de género masculino.

Es decir, los pacientes que se realizan un estudio de SPECT de perfusión pulmonar en su mayoría son de sexo femenino.

Grafico 1: Distribución de pacientes con estudio de SPECT de perfusión pulmonar según género.

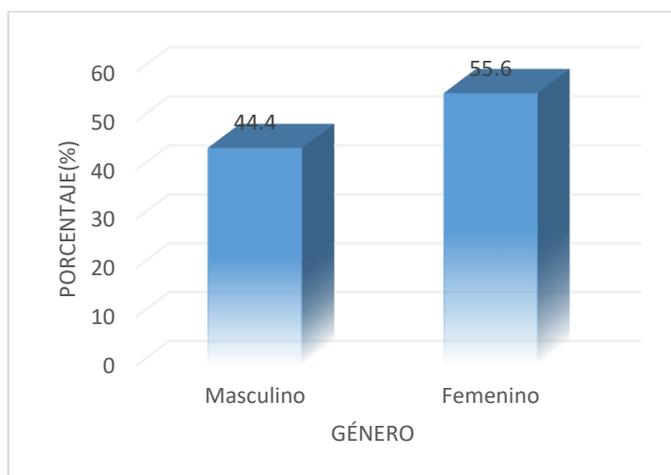


Tabla 4: Distribución de pacientes con estudio de SPECT de perfusión pulmonar según edad.

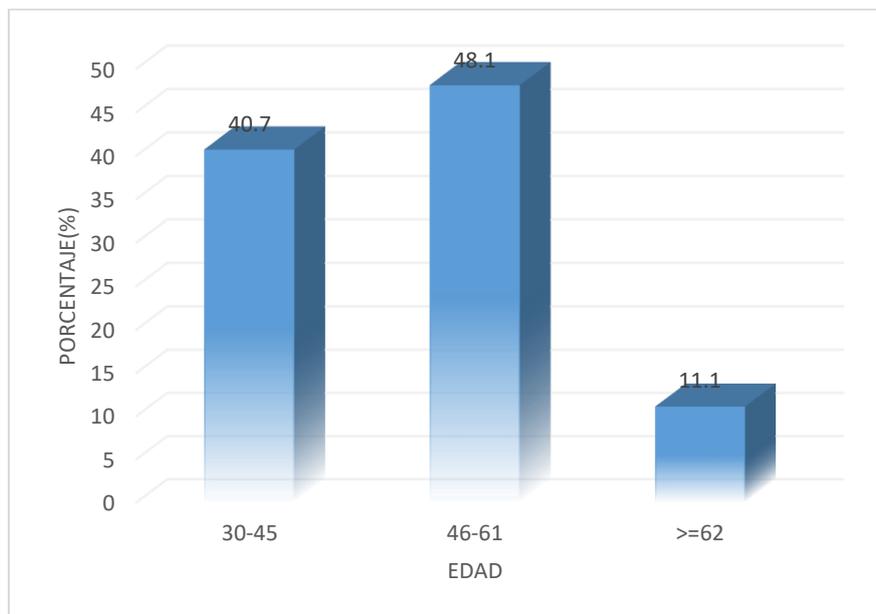
Edad (años)	Nº.	%
30-45	11	40,7
46-61	13	48,1
>=62	3	11,1
TOTAL	27	100

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla Nº 4 muestra que el 48.1% de los pacientes que acuden al servicio de Medicina Nuclear tienen entre 46-61 años, mientras que el 11.1% de los pacientes tienen >= a 62 años.

Es decir los pacientes con estudios de SPECT de perfusión pulmonar se presentan en su gran mayoría en las edades de 46 a 61 años.

Grafico 2: Distribución de pacientes con estudio de SPECT de perfusión pulmonar según edad.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5: Distribución de pacientes con estudio de SPECT de perfusión pulmonar según área de procedencia.

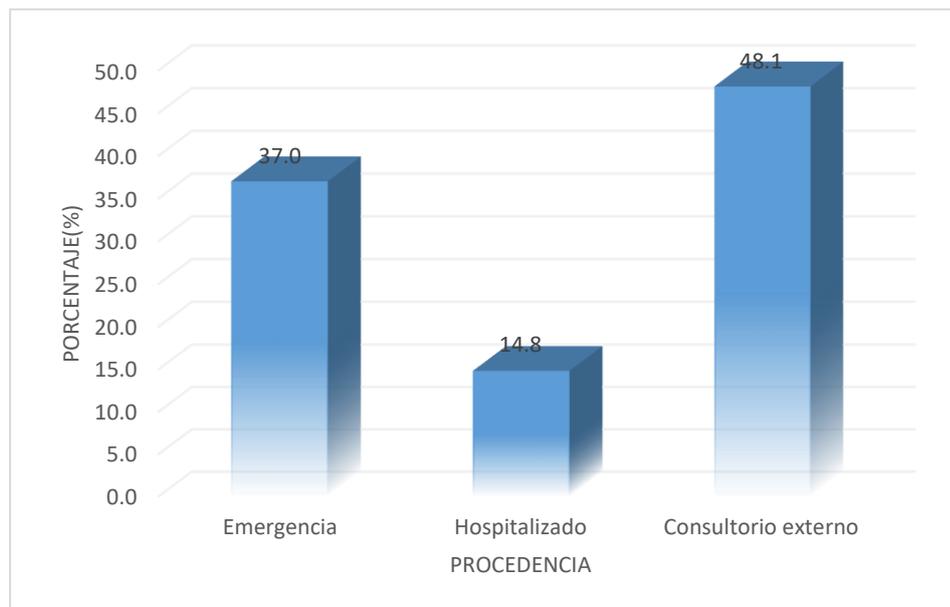
Procedencia	Nº.	%
Emergencia	4	14,8
Hospitalizado	13	48,1
Consultorio externo	27	100
TOTAL	10	37,0

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 5 muestra que el 48.1% de los pacientes que acuden al servicio de Medicina Nuclear proceden de Consultorio externo, mientras que el 14.8% son del área de Hospitalización.

Es decir, los pacientes que se realizan un estudio de SPECT de perfusión pulmonar en su mayoría proceden del área de Consultorio Externo y Emergencia.

Grafica 3: Distribución de pacientes con estudio de SPECT de perfusión pulmonar según área de procedencia.



Fuente: Elaboración propia.

3.1. Resultados por indicador de la variable 1

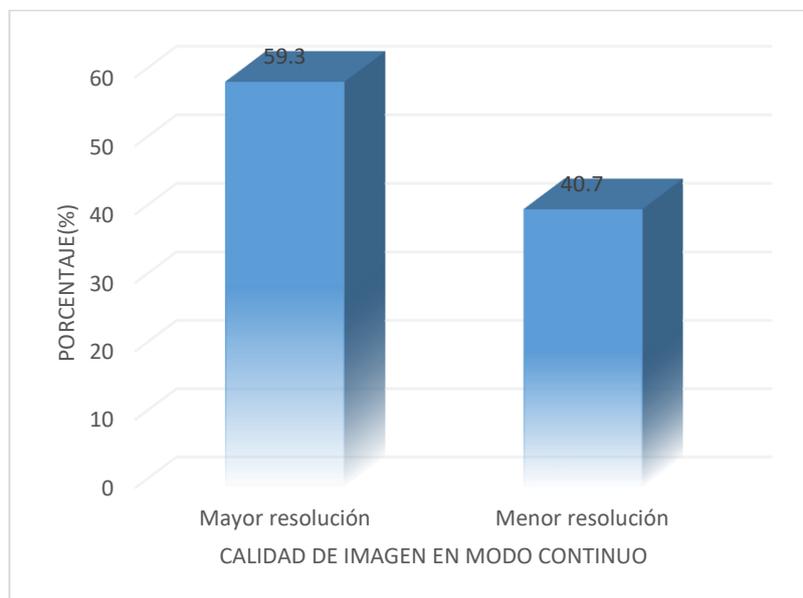
3.1.1. Resultados del Indicador 1 de la variable

TABLA N° 6: Calidad de la imagen en la modalidad Continua.

Calidad	N°.	%
Mayor resolución	16	59,3
Menor resolución	11	40,7
TOTAL	27	100

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 6 muestra que el 59.3% de los especialistas consideran que la calidad de la imagen de la modalidad Continua es de mayor resolución, mientras que el 40.7% de los especialistas creen que la calidad de la imagen es de menor resolución. Es decir que la mayoría de especialistas considera que el modo Continuo presenta mayor resolución.



Fuente: Elaboración propia.

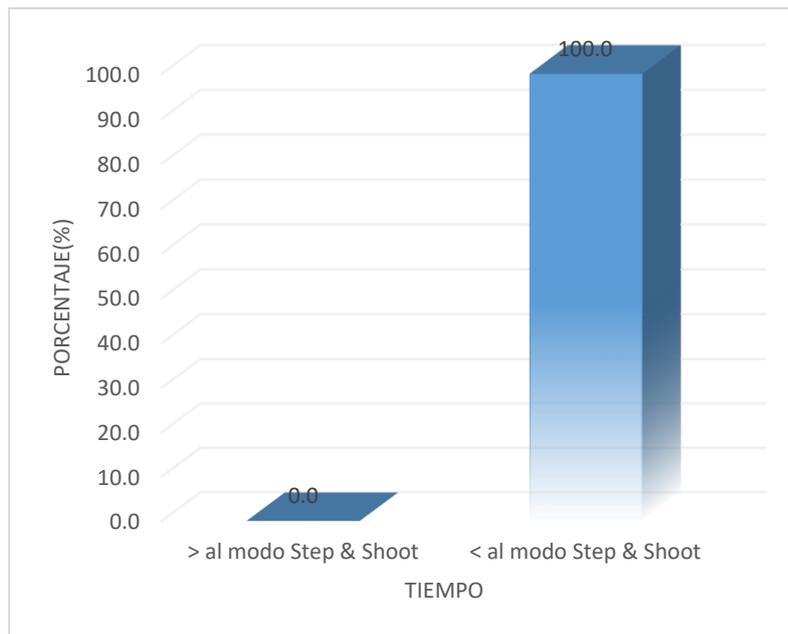
3.1.2. Resultados del Indicador 2 de la variable 1

TABLA N° 7: Tiempo de adquisición de los resultados en la modalidad Continua.

Tiempo	Nº.	%
> al modo Step & Shoot	0	0,0
< al modo Step & Shoot	27	100,0
TOTAL	27	100

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 7 muestra que el 100.0% de los especialistas consideran que el tiempo de adquisición en la modalidad Continua es menor al modo Step & Shoot. Es decir que el modo Continuo usa un menor tiempo de adquisición para realizar el estudio.



Fuente: Elaboración propia.

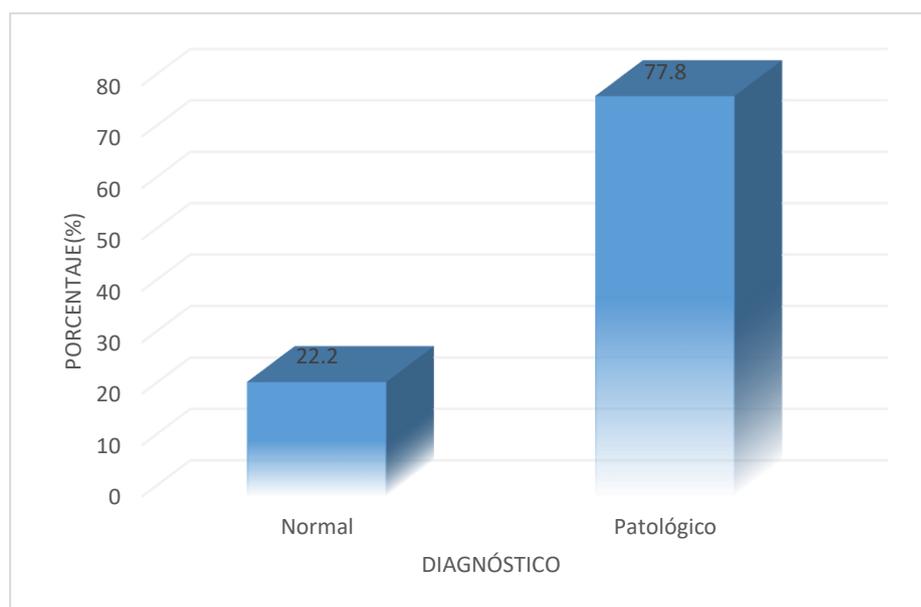
3.1.3. Resultados del Indicador 3 de la variable 1

TABLA N° 8: Diagnóstico gammagráficos en la modalidad Continua.

Diagnóstico	Nº.	%
Normal	6	22,2
Patológico	21	77,8
TOTAL	27	100

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 8 muestra que el 77.8% de los pacientes con la modalidad Continua presentaron diagnóstico gammagráfico patológico, mientras que el 22.2% tuvieron diagnóstico normal. Es decir que la mayoría de pacientes se le diagnosticó una TEP.



Fuente: Elaboración propia.

3.2. Resultados por indicador de la variable 2

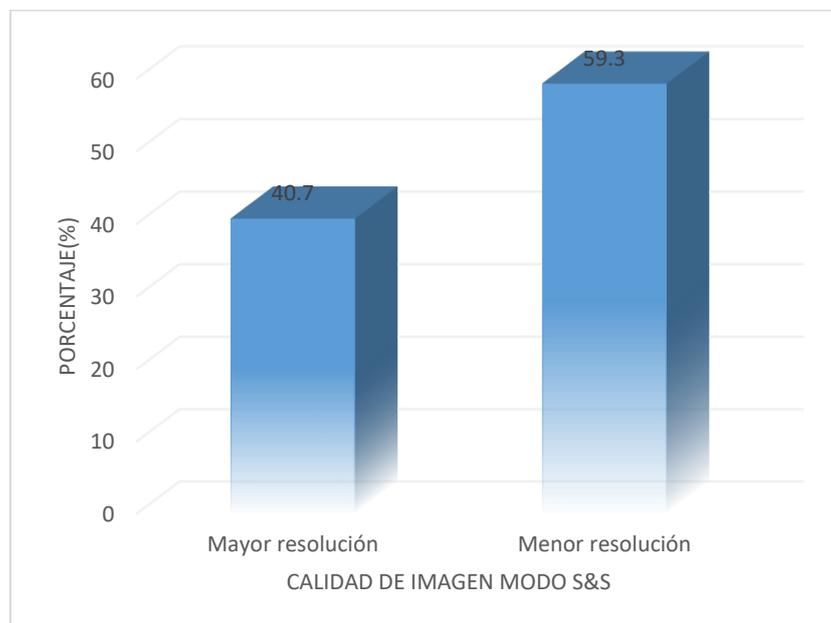
3.2.1. Resultados del Indicador 1 de la variable 2

TABLA N° 9: Calidad de la imagen en la modalidad Step & Shoot.

Calidad	N°.	%
Mayor resolución	11	40,7
Menor resolución	16	59,3
TOTAL	27	100

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 9 muestra que el 59.3% de los especialistas consideran que la calidad de la imagen de la modalidad Step & Shoot es de menor resolución, mientras que el 40.7% de los especialistas creen que la calidad de la imagen es de mayor resolución. Es decir que la mayoría de especialistas considera que la modalidad Step & Shoot presenta menor resolución en relación a la otra modalidad.



Fuente: Elaboración propia.

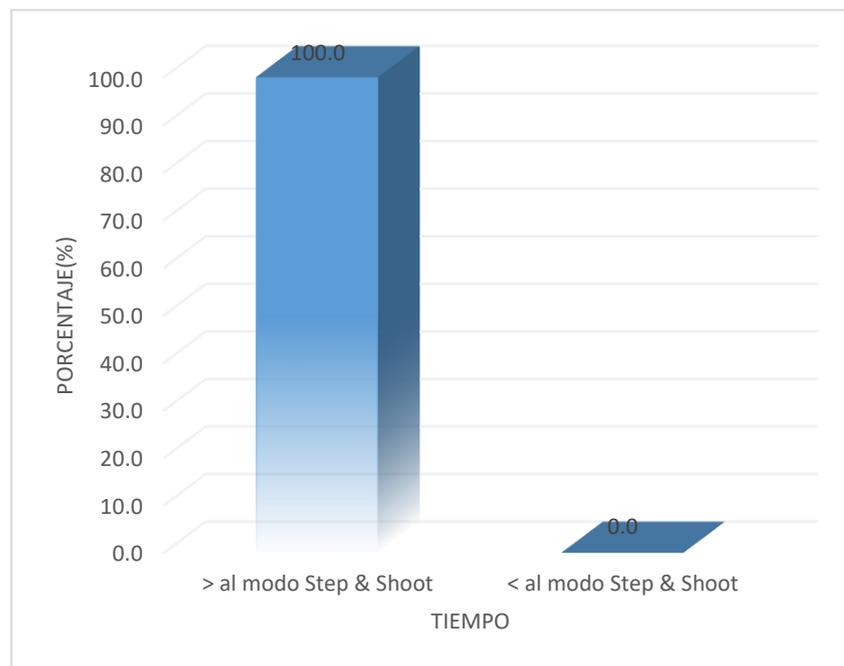
3.2.2. Resultados del Indicador 2 de la variable 2

TABLA N° 10: Tiempo de adquisición de los resultados en la modalidad Step & Shoot.

Calidad	N°.	%
Mayor resolución	11	40,7
Menor resolución	16	59,3
TOTAL	27	100

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 10 muestra que el 100.0% de los especialistas consideran que el tiempo de adquisición en la modalidad Step & Shoot es mayor al modo Continuo. Es decir que la modalidad Step & Shoot requiere mayor tiempo de adquisición para realizar es estudio.



Fuente: Elaboración propia.

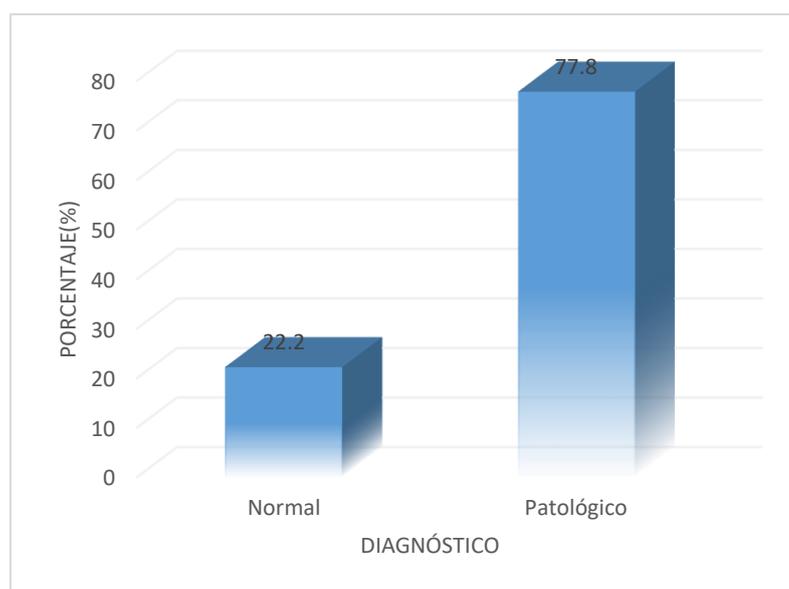
3.2.3. Resultados del Indicador 3 de la variable 2

TABLA N° 11: Diagnostico gammagráfico en la modalidad Step & Shoot.

Diagnóstico	Nº.	%
Normal	6	22,2
Patológico	21	77,8
TOTAL	27	100

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 11 muestra que el 77.8% de los pacientes con la modalidad Step & Shoot presentaron diagnóstico gammagráfico patológico, mientras que el 22.2% tuvieron diagnóstico normal. Es decir que la mayoría de pacientes se les diagnóstico TEP.



Fuente: Elaboración propia.

3.3. Resultados del Problema de Investigación

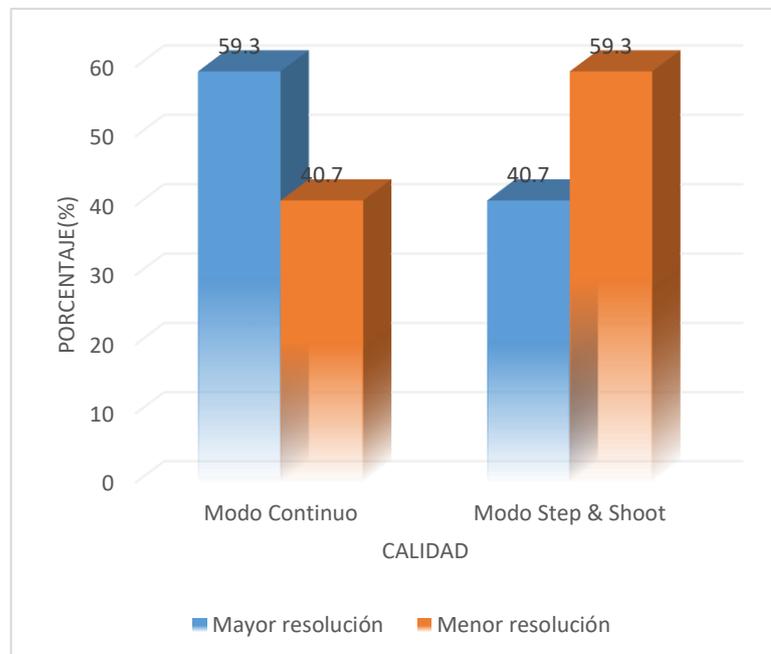
TABLA N° 12: Utilidad en la calidad de la imagen procesada en el modo Continuo y Step & Shoot.

Calidad	Modo Continuo		Modo Step & Shoot	
	Nº.	%	Nº.	%
Mayor resolución	16	59,3	11	40,7
Menor resolución	11	40,7	16	59,3
TOTAL	27	100	27	100

$$X^2=1.86 \quad P>0.05$$

La Tabla N° 12 según la prueba de chi cuadrado ($X^2=1.86$) muestra que el modo Continuo y Step & Shoot en cuanto a la calidad no presentaron diferencia estadística significativa ($P>0.05$).

Asimismo se observa que el 59.3% de los especialistas compararon que el modo Continuo tiene mayor resolución, mientras que la calidad del modo Step & Shoot tuvo mayor resolución según el 40.7%. Es decir que el modo Continuo presenta una menor pérdida de resolución en relación al modo Step & Shoot.



Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 13: Utilidad del tiempo de adquisición de los resultados en el modo Continuo y Step & Shoot.

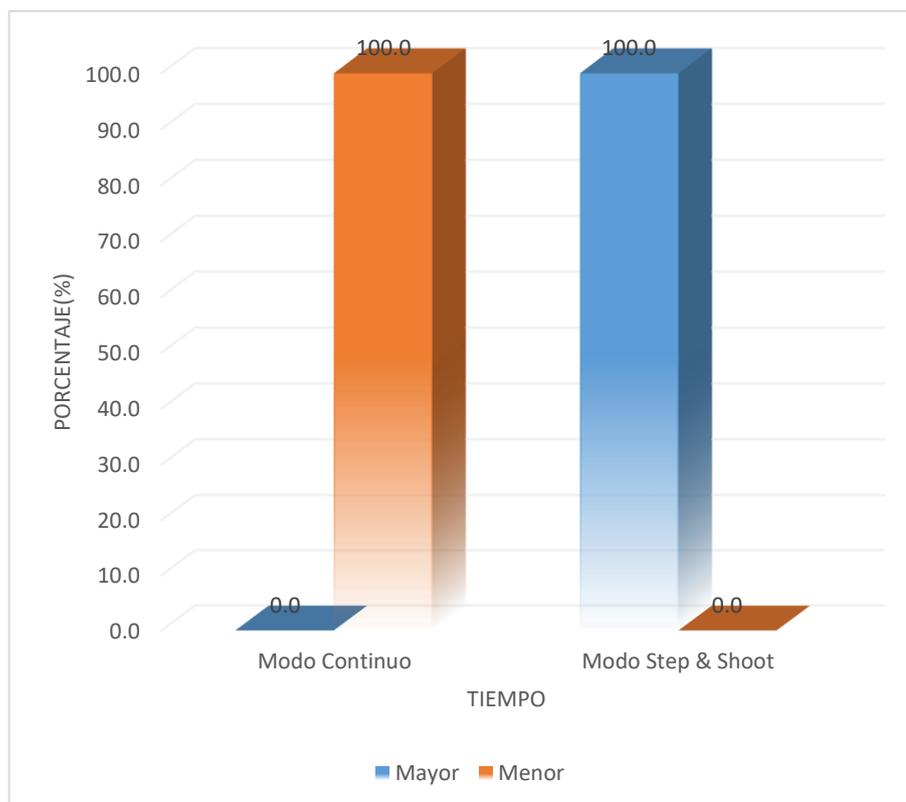
Tiempo	Modo Continuo		Modo Step & Shoot	
	Nº.	%	Nº.	%
> al otro método	0	0,0	27	100,0
< al otro método	27	100,0	0	0,0
TOTAL	27	100	27	100

Fuente: Elaboración propia.

$$X^2=54.07 \quad P<0.05$$

La Tabla N°13 según la prueba de chi cuadrado ($X^2=54.07$) muestra que el modo Continuo y Step & Shoot en cuanto al tiempo de adquisición de los resultados presentaron diferencia estadística significativa ($P<0.05$).

Asimismo se observa que el 100.0% de los especialistas coincidieron que el tiempo de adquisición del modo Continuo es menor al modo Step & Shoot. Es decir que el modo Continuo adquiere el estudio en menor tiempo en relación al modo Step & Shoot.



Fuente: Elaboración propia.

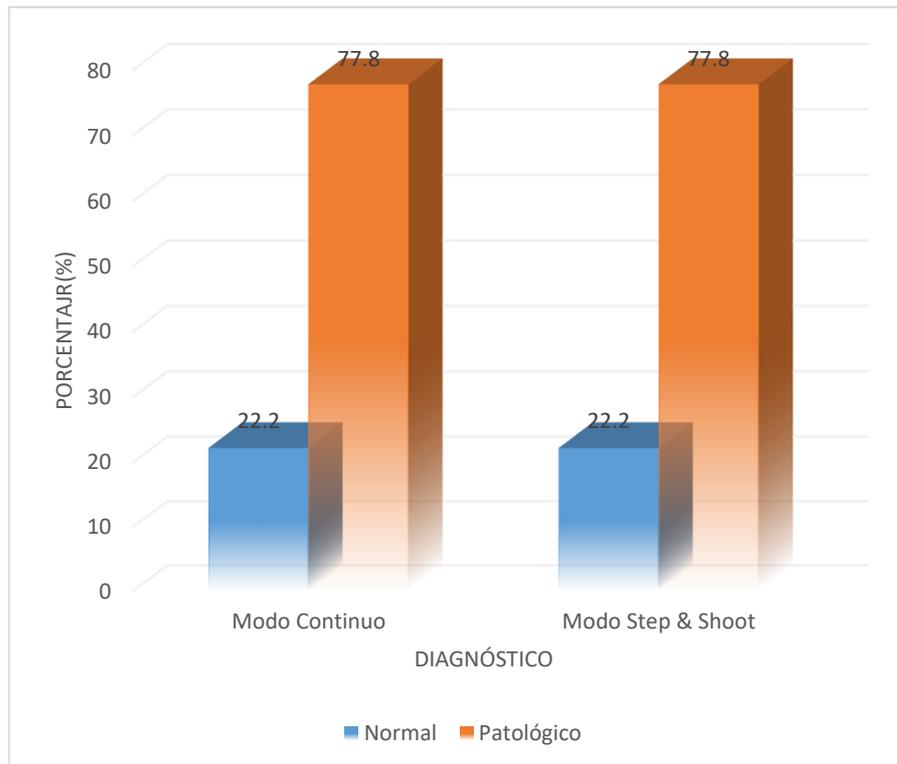
TABLA N° 14: Utilidad del diagnóstico en el modo Continuo y modo Step & Shoot.

Diagnóstico	Modo Continuo		Modo Step & Shoot	
	Nº.	%	Nº.	%
Normal	6	22,2	6	22,2
Patológico	21	77,8	21	77,8
TOTAL	27	100	27	100

$$X^2=0.00 \quad P>0.05$$

La Tabla N°. 12 según la prueba de chi cuadrado ($X^2=0.00$) muestra que la modalidad Continua y Step & Shoot en cuanto al diagnóstico no presentaron diferencia estadística significativa ($P>0.05$).

Asimismo se observa que en el modo Continuo y Step & Shoot el 77.8% de los pacientes el diagnóstico fue patológico, mientras que el 22.2% tuvieron diagnóstico normal. Es decir que no existe diferencia en el diagnóstico para detectar una TEP.



Fuente: Elaboración propia.

3.4. Discusión de los resultados

3.4.1. Discusión de los resultados a nivel de la variable 1: Modo Continuo.

En el presente trabajo de investigación se propone otra alternativa para el protocolo de SPECT de perfusión pulmonar, el modo Continuo, una alternativa para una adquisición en menor tiempo para evitar la fatiga del paciente por la posición del estudio el cual provoca artefacto de movimiento y da como resultado una imagen con borrosidad, que es como recomiendan los autores que avalan la base teórica de esta investigación. También se evidencia que esta modalidad no altera la resolución en la calidad de imagen al momento de reformatear las imágenes adquiridas. Según la literatura este método no es recomendado en dicho estudio por generar ruido en la imagen por realizar la adquisición en movimiento de los detectores. Los resultados estadísticos no coinciden con dicha teoría.

Se encuentra cierta similitud con la investigación de Abbing J. Optimización del protocolo de SPECT Cuerpo Entero, el cual ha demostrado que no hay diferencias significativas en la uniformidad y el contraste entre SSM y CM (cuando se utiliza una adquisición de 3 grados). Sin embargo CM es mucho más rápido que SSM debido a su rotación continua. Se demostró que SSM toma 2,3 minutos por vista, mientras que CM toma 1 minuto por vista

3.4.2. Discusión de los resultados a nivel de la variable 2: Modo S&S.

En esta investigación se puso en manifiesto que en la modalidad Step & Shoot el tiempo insumido para moverse de una posición a otra el detector no registra cuentas. El tiempo perdido puede ser significativo, es decir que la duración del estudio será mayor a lo planificado, esto contrasta con la literatura de Levi M. Tomografía en Medicina Nuclear, la cual indica que este modo posee la propiedad de tener la mejor resolución espacial a expensas de un mayor tiempo en la duración del estudio, ya que las proyecciones se adquieren solo cuando el equipo no se mueve, provocando un tiempo muerto.

3.4.3. Discusión de los resultados a nivel del problema

Se observa durante el proceso de la aplicación de ambos modos de adquisición a un mismo paciente:

Los especialistas coinciden en su mayoría por el modo Continuo ya que disminuye el tiempo de permanencia del paciente en estado crítico en el momento de la adquisición sin alterar la calidad de imagen lo cual coincide con la investigación de Abbing J. Optimización del protocolo de SPECT Cuerpo Entero, que en unas de sus conclusiones menciona que el protocolo para todo el cuerpo SPECT puede ser optimizado mediante el uso de CM en lugar de SSM. CM con 40 vistas de 12 segundos es superior en la evaluación objetiva. CM con 53 vistas de 9 segundos es superior en la evaluación subjetiva. La evaluación subjetiva supera la evaluación objetiva porque el diagnóstico es establecido subjetivamente.

Otra similitud es con Bieszk J.; Hawman E. Modo Continuo Vs Step & Shoot durante el año 2016. que como resultado objetiva que para las exploraciones más cortas, cuando la sensibilidad es lo más importante, la adquisición continua se prefiere debido: a un gran número de vistas angulares (180), y la mayor eficiencia de conteo, y por lo tanto, la mejor señal a ruido para un tiempo de exploración fijo.

CONCLUSIONES

- PRIMERA:** Se concluye que el 59.3% de los especialistas consideran que en la calidad de imagen se detectó mayor resolución en estudios de SPECT de perfusión pulmonar con el modo Continuo y el 100% coincide que el tiempo de adquisición es menor.
- SEGUNDA:** Se concluye que el 40.7% de los especialistas consideran que en la calidad de imagen se detectó mayor resolución en estudios de SPECT de perfusión pulmonar con el modo Step & Shoot y el 100% coincide que el tiempo de adquisición es mayor.
- TERCERA:** Se concluye que siendo útil el modo Continuo ya que obtuvo subjetivamente mayor calidad de imagen en los estudios de SPECT de perfusión pulmonar en un menor tiempo de adquisición sin alterar el diagnóstico gammagráfico.

RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Se sugiere a los estudiantes de Tecnología Médica del área de Radiología, realicen un trabajo de investigación, donde puedan comparar técnicas de la modalidad Continua con Step & Shoot de manera objetiva y subjetiva, en pacientes con estudios de SPECT de perfusión pulmonar en equipos SPECT de doble cabezal SIEMENS.
- SEGUNDA:** Se sugiere al Tecnólogo Médico del área de Radiología tomar en cuenta la realización de estudios de SPECT de perfusión pulmonar con la modalidad Continua por tener una adquisición en menor tiempo y brindar un diagnóstico fiable.
- TERCERA:** Se sugiere a los estudiantes de la escuela de Tecnología Médica del área de Radiología, profundizar el estudio de investigación con una mayor población para obtener resultados altamente significativos.

4. Referencias Bibliográficas

- 1 Illanes L, Etcheverry M. Física de la medicina nuclear. La Plata: Edulp; 2016.
- 2 Garcia C. Tecnicas de exploracion en Medicina Nuclear. Barcelona: Elsevier España; 2004.
- 3 Stabin M. Fundamentals of Nuclear Medicine Dosimetry. New York: Springer Science; 2008.
- 4 Montoza M, Delgado A, Ramirez A. Control de calidad de activímetros. Granada: Rev Esp Med Nucl; 2004.
- 5 Díaz C, Haro F. Técnicas de Exploración en Medicina Nuclear. Barcelona: Elsevier España; 2004.
- 6 Hall J. Tratado de la Fisiología Médica. Décimosegunda edición. España: S.A. Elsevier España; 2011.
- 7 Pérez J, Labanda J, Secades I, Martínez J, Sánchez A. Medicina Nuclear Clínica. Madrid: España; 1994.
- 8 Mallol J. Manual de Radiofarmacia. Madrid: Ediciones Díaz Santos; Marzo 2008.
- 9 Hladik W, Nigg K, Rhodes B. Drug induced changes in the biologic distribution of radiopharmaceuticals. U.S.A.: Semin Nucl Med; 1982.
- 10 Thibodeau G, Patton K. Anatomía y fisiología. España: Ediciones Harcourt, S.A.; 2000.
- 11 Peral E, Berg L, Martin D. Biología Mexico: McGraw-Hill Interamericana Editores S. A. Quinta edición; 2001.
- 12 Cherry S, J. A. Physics in Nuclear Medicine. Madrid: Elsevier; 2003.
- 13 Cardelús R, C. G. Anatomofisiología y Patologías básicas. Madrid: Grupo Macmillan; 2013.
- 14 Diaz C, Haro F. Técnicas de Medicina Nuclear. España: ELSEVIER-MASSON; 2004.
- 15 Dondi M, Mut F. Protocolos clínicos para estudios de SPECT. Mexico: OIEA-ARCAL; 2008.

ANEXOS

ANEXO 1

Mapa de ubicación



Mapa del Perú resaltando la Región Arequipa



Mapa de la región Arequipa, resaltando sus provincias

Mapa de la provincia de Arequipa resaltando el Distrito y su dirección domiciliaria



ANEXO 2

Glosario

- **Ciclotrón:** Es un equipo en el que acelera partículas sub-atómicas como el hidrógeno por la acción de campos electromagnéticos siguiendo una trayectoria circular. Éstas adquieren una energía e interactúan sobre una diana, obteniéndose de éste resultado diversos radionúclidos.
- **Colimador:** Es un dispositivo diseñado para discriminar aquellos fotones que no provienen perpendicularmente desde la fuente del detector, siguiendo la geometría de los agujeros del dispositivo. El colimador se apoya sobre el cristal del detector. Es un elemento intercambiable que se elige de acuerdo a las necesidades de cada estudio. Normalmente están fabricados de plomo o tungsteno.
- **Fototubos:** Constan de un arreglo de dinodos cuya función es acelerar y multiplicar a los electrones que viajan hacia el ánodo de manera que se intensifique la señal recogida por el detector.
- **Generador de radionúclidos:** Es un sistema para obtención de diversos radionúclidos de vida media corta, que pueden ser de interés en la preparación de radiofármacos.
- **Kiloelectronvoltios (Kev):** Es una unidad de energía, el cual equivale a miles de electronvoltios.
- **Metaestable:** Es cuando un radionúclido es inestable o radioactivo tiende a buscar su estabilidad.
- **Mili Curie (mCi):** Es una unidad de medida de radiactividad equivalente a $3,7 \cdot 10^7$ desintegraciones por segundo.

- **Reactor nuclear:** Es un sistema que por medio de un material fisionable como el Uranio 235, se logra la aparición de otros radionúclidos menos pesados.
- **Ventana de energía:** Es la que se encuentra a la mitad de la altura del fotopico (FWHM), sigla que significa ancho a la mitad de la altura máxima. La curva de FWHM, indica la cantidad de energía que detecta el equipo. De manera ideal debería detectar sólo el pico de emisión del radionúclido, pero no sucede así debido a la atenuación de los tejidos. Los equipos modernos corrigen la energía, logrando que FWHM sea mínima el cual contribuye que la radiación dispersa a la ventana energética sea menor.
- **Vida media:** Es el tiempo que tarda en desintegrarse un radioisótopo a la mitad de su masa inicial.
- **Resolución de imagen:** Indica la cantidad de detalles que puede observarse en esta. El término es comúnmente utilizado en relación a imágenes de fotografía digital, pero también se utiliza para describir cuán nítida es una imagen. Tener mayor resolución se traduce en obtener una imagen con más detalle o calidad visual.
- **Tc99m:** Es el radioisótopo más utilizado en la práctica diagnóstica, estimándose que el 80% de los procedimientos de medicina nuclear lo utilizan. Se usa principalmente en procedimientos de diagnóstico de funcionamiento de órganos del cuerpo humano, por ejemplo, como marcador radiactivo que el equipamiento médico puede detectar en el cuerpo humano. Este isótopo se adapta muy bien a su uso, ya que emite rayos gamma fácilmente detectables con una energía de 140 keV, y su período de semidesintegración es de 6,0058 horas.

ANEXO 3

Instrumento

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS GAMMAGRAFICOS
--

FICHA N° _____

NOMBRES Y APELLIDOS _____

ESTUDIO _____ FECHA DE ESTUDIO _____

SEXO F M

EDAD _____ PROCEDENCIA _____

DIAGNOSTICO CLINICO _____

1. Modo Continuo en adquisición SPECT de perfusión pulmonar

1.1 CALIDAD DE IMAGEN PROCESADA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 80%;">Mayor resolución</td><td style="width: 20%;"></td></tr> <tr><td>Menor resolución</td><td></td></tr> <tr><td>Mala resolución</td><td></td></tr> <tr><td>No concluyente</td><td></td></tr> </table>	Mayor resolución		Menor resolución		Mala resolución		No concluyente	
Mayor resolución									
Menor resolución									
Mala resolución									
No concluyente									
1.2 TIEMPO DE ADQUISICION	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">(>) a la adquisición Step & Shoot</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">____ " ____ '</td> </tr> <tr> <td>(<) a la adquisición Step & Shoot</td> <td style="text-align: center;">____ " ____ '</td> </tr> <tr> <td>No concluyente</td> <td></td> </tr> </table>	(>) a la adquisición Step & Shoot	____ " ____ '	(<) a la adquisición Step & Shoot	____ " ____ '	No concluyente			
(>) a la adquisición Step & Shoot	____ " ____ '								
(<) a la adquisición Step & Shoot	____ " ____ '								
No concluyente									
1.3 DIAGNOSTICO GAMMAGRAFICO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 80%;">Normal</td><td style="width: 20%;"></td></tr> <tr><td>Patológico</td><td></td></tr> <tr><td>No concluyente</td><td></td></tr> </table>	Normal		Patológico		No concluyente			
Normal									
Patológico									
No concluyente									

2. Modo Step & Shoot en adquisición SPECT de perfusión pulmonar

1.1 CALIDAD DE IMAGEN PROCESADA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 80%;">Mayor resolución</td><td style="width: 20%;"></td></tr> <tr><td>Menor resolución</td><td></td></tr> <tr><td>Mala resolución</td><td></td></tr> <tr><td>No concluyente</td><td></td></tr> </table>	Mayor resolución		Menor resolución		Mala resolución		No concluyente	
Mayor resolución									
Menor resolución									
Mala resolución									
No concluyente									
1.2 TIEMPO DE ADQUISICION	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">(>) a la adquisición Continua</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">____ " ____ '</td> </tr> <tr> <td>(<) a la adquisición Continua</td> <td style="text-align: center;">____ " ____ '</td> </tr> <tr> <td>No concluyente</td> <td></td> </tr> </table>	(>) a la adquisición Continua	____ " ____ '	(<) a la adquisición Continua	____ " ____ '	No concluyente			
(>) a la adquisición Continua	____ " ____ '								
(<) a la adquisición Continua	____ " ____ '								
No concluyente									
1.3 DIAGNOSTICO GAMMAGRAFICO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 80%;">Normal</td><td style="width: 20%;"></td></tr> <tr><td>Patológico</td><td></td></tr> <tr><td>No concluyente</td><td></td></tr> </table>	Normal		Patológico		No concluyente			
Normal									
Patológico									
No concluyente									

ANEXO 4

Protocolo de la Ficha de recolección de datos Gammagráficos

Los siguientes datos sobre el paciente, se recolectan a través de la orden con solicitud para estudios gammagrafico de SPECT de perfusión pulmonar: nombres y apellidos, edad, sexo, fecha de estudio, procedencia, diagnóstico clínico.

Utilizamos una evaluación subjetiva ya que el diagnóstico es establecido subjetivamente. Cada paciente tiene que ser escaneado dos veces. La primera vez con el protocolo actual y el segundo tiempo con el protocolo en modo Continuo. Los médicos radiólogos de Medicina Nuclear deben decidir cuál de las dos alternativas es el mejor método para establecer un diagnóstico para TEP, que sea similar o mejor al que se estableció utilizando la adquisición SPECT. A continuación se describirá cada dimensión.

1. Para la calidad de imagen en el M.C. se tienen los siguientes indicadores:
 - Mayor resolución: Si el especialista escoge al azar el protocolo en modo Continuo.
 - Menor resolución: Si el especialista escoge al azar el modo S&S.
 - Mala resolución: El estudio de SPECT no tiene una buena calidad de imagen.
 - No concluyente: El estudio no pudo realizarse por completo.

2. Para el tiempo de adquisición en modo Continuo se tiene los siguientes indicadores: esta información es brindada automáticamente por el equipo de SPECT.
 - Mayor a la adquisición S&S
 - Menor a la adquisición S&S
 - No concluyente

3. Para el diagnóstico gammagráfico: El especialista considera lo siguiente:
 - Normal: Si es negativo para TEP
 - Patológico: Si es positivo para TEP
 - No concluyente

4. Para la calidad de imagen en modo S&S se tienen los siguientes indicadores:
 - Mayor resolución: Si el especialista escoge al azar el protocolo con modalidad S&S.
 - Menor resolución: Si el especialista escoge al azar el modo Continuo
 - Mala resolución: El estudio de SPECT no tiene una buena calidad de imagen.
 - No concluyente: Es estudio no pudo realizarse por completo.

5. Para el tiempo de adquisición en modo Continuo se tiene los siguientes indicadores: Esta información es brindada automáticamente por el equipo de SPECT.
 - Mayor a la adquisición en modo Continuo.
 - Menor a la adquisición en modo Continuo.
 - No concluyente.

6. Para el diagnóstico gammagráfico: El especialista considera lo siguiente:
 - Normal: Si es negativo para TEP.
 - Patológico: Si es positivo para TEP.
 - No concluyente.

ANEXO 5
Matriz de Base de datos

N°	PROC	SEX O	EDA D	MODALIDAD CONTINUA									MODALIDAD STEP & SHOOT											
				CALIDAD				TIEMPO			DX		CALIDAD				TIEMPO			DX				
				> RES	< RES	M R	N C	> S&S	< S&S	N C	N	P	N C	> RES	< RES	MR	N.C.	> M C	< M C	N.C.	N	P	N C	
1	EMERG.	F	42	1 ESP.	2 ESP.				6' 13"			x			2 ESP.	1 ESP.			9' 43"			X		
2	HOSP.	F	35	1 ESP.	2 ESP.				5' 15"				x		2 ESP.	1 ESP.			8' 53"				x	
3	C.E.	M	51	2 ESP.	1 ESP.				5' 45"				x		1 ESP.	2 ESP.			9' 23"				x	
4	HOSP.	M	30	2 ESP.	1 ESP.				5' 58"				x		1 ESP.	2 ESP.			9' 14"				x	
5	C.E.	M	45	2 ESP.	1 ESP.				6' 23"			x			1 ESP.	2 ESP.			10' 02"			X		
6	C.E.	M	44	2 ESP.	1 ESP.				6' 03"			x			1 ESP.	2 ESP.			9' 28"			X		
7	EMERG.	M	57	2 ESP.	1 ESP.				5' 39"				x		1 ESP.	2 ESP.			9' 47"				x	
8	C.E.	F	57	2 ESP.	1 ESP.				5' 59"				x		1 ESP.	2 ESP.			9' 15"			X		
9	C.E.	M	31	2 ESP.	1 ESP.				6' 31"				x		1 ESP.	2 ESP.			9' 34"				x	
10	EMERG.	M	60	2 ESP.	1 ESP.				6' 28"				x		1 ESP.	2 ESP.			9' 15"				x	
11	C.E.	F	46	2 ESP.	1 ESP.				6' 47"				x		1 ESP.	2 ESP.			9' 47"				x	
12	EMERG.	F	59	2 ESP.	1 ESP.				6' 58"				x		1 ESP.	2 ESP.			9' 39"				x	
13	C.E.	F	68	2 ESP.	1 ESP.				6' 43"				x		1 ESP.	2 ESP.			9' 09"				x	
14	EMERG	M	40	1 ESP.	2 ESP.				6' 25"				x		2 ESP.	1 ESP.			9' 19"				x	
15	C.E.	F	43	0 ESP.	3 ESP.				5' 48"				x		3 ESP.	0 ESP.			9' 23"				x	
16	HOSP.	F	56	2 ESP.	1 ESP.				6' 13"			x			1 ESP.	2 ESP.			9' 54"			X		
17	C.E.	F	52	1 ESP.	2 ESP.				6' 29"				x		2 ESP.	1 ESP.			9' 35"				x	
18	C.E.	F	49	1 ESP.	2 ESP.				6' 59"				x		2 ESP.	1 ESP.			9' 32"				x	
19	EMERG.	F	71	1 ESP.	2 ESP.				6' 27"				x		2 ESP.	1 ESP.			9' 41"				x	
20	C.E.	F	39	1 ESP.	2 ESP.				6' 25"				x		2 ESP.	1 ESP.			9' 20"				x	
21	HOSP.	M	82	0 ESP.	3 ESP.				5' 49"				x		3 ESP.	0 ESP.			8' 52"				x	
22	EMERG.	M	51	3 ESP.	0 ESP.				6' 15"				x		0 ESP.	3 ESP.			9' 51"				x	
23	C.E.	F	46	1 ESP.	2 ESP.				6' 01"				x		2 ESP.	1 ESP.			9' 43"				x	
24	EMERG	F	38	2 ESP.	1 ESP.				6' 44"				x		1 ESP.	2 ESP.			9' 51"				x	
25	EMERG	M	39	2 ESP.	1 ESP.				6' 28"				x		1 ESP.	2 ESP.			9' 10"				x	
26	EMERG	M	59	2 ESP.	1 ESP.				6' 35"				x		1 ESP.	2 ESP.			9' 32"				x	
27	C.E.	F	53	1 ESP.	2 ESP.				6' 10"			x			2 ESP.	1 ESP.			9' 45"			X		

ANEXO 6

Matriz de consistencia

Título: UTILIDAD DE LA MODALIDAD CONTINUA Y STEP & SHOOT EN LA ADQUISICIÓN SPECT DE PERFUSIÓN PULMONAR EN PACIENTES MAYORES DE 30 AÑOS QUE ACUDEN AL SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR DEL HNCASE – AREQUIPA. JUNIO A DICIEMBRE 2016

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	RESULTADOS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
<p>Problema principal</p> <p>¿De qué manera la modalidad Continua es más útil que la Step & Shoot en la adquisición SPECT de perfusión pulmonar en pacientes mayores de 30 años que acuden al servicio de Medicina Nuclear del HNCASE – Arequipa. Junio a diciembre 2016?</p> <p>Problemas secundarios</p> <p>a. ¿Cómo es la modalidad Continua en la adquisición SPECT de perfusión pulmonar en pacientes mayores de 30 años que acuden al servicio de Medicina Nuclear del HNCASE – Arequipa. Junio a diciembre 2016?</p> <p>b. ¿Cómo es la modalidad Step & Shoot en la adquisición SPECT de perfusión pulmonar en pacientes mayores de 30 años que acuden al servicio de Medicina Nuclear del HNCASE – Arequipa. Junio a diciembre 2016?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar si la modalidad Continua es más útil que la modalidad Step & Shoot en la adquisición SPECT de perfusión pulmonar en pacientes mayores de 30 años que acuden al servicio de medicina Nuclear del HNCASE - Arequipa. Junio a diciembre 2016.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>a. Evaluar la modalidad Continua en pacientes que acuden al servicio de Medicina Nuclear del HNCASE – Arequipa. Junio a diciembre 2016.</p> <p>b. Evaluar la modalidad Step & Shoot en pacientes que acuden al servicio de Medicina Nuclear del HNCASE – Arequipa. Junio a diciembre 2016.</p>	<p>H. Principal:</p> <p>Si, al compararse ambas modalidades de adquisición no se existe diferencia significativa en cuanto a la pérdida de resolución ya que en MC el detector rota adquiriendo información continuamente para el mismo número de proyecciones que usamos con S&S, por tanto este movimiento tendrá un escaso o nulo efecto negativo en la calidad de imagen mientras se ahorran entre 3 a 4 minutos de adquisición, además de evitar artefactos de movimiento por el paciente, entonces la MC ayuda a optimizar el protocolo de SPECT de perfusión pulmonar obteniendo un diagnóstico fiable en menor tiempo.</p> <p>Ho: Si, al compararse ambas modalidades de adquisición existe diferencia significativa en cuanto a la pérdida de resolución ya que en la MC el detector rota adquiriendo información continuamente para el mismo número de proyecciones que usamos con S&S, por tanto este movimiento tendrá un efecto negativo en la calidad de imagen mientras se ahorran entre 3 a 4 minutos de adquisición; entonces la MC no ayuda a optimizar el protocolo de SPECT de perfusión pulmonar y no se obtiene un diagnóstico fiable por la reducción de tiempo.</p> <p>H. Estadística: No existirá una diferencia estadísticamente significativa entre la MC y S&S después de la adquisición de ambos en los pacientes con estudios de SPECT de perfusión pulmonar del servicio de medicina nuclear del HNCASE-Arequipa. Junio a diciembre 2016.</p>	<p>VARIABLE 1</p> <p>Modalidad Continua</p>	<p>V1: Se aplica la ficha gammagráfica a los pacientes con estudios de SPECT perfusión pulmonar. Se objetiva que el MC es una alternativa para una adquisición en menor tiempo lo cual evitar la fatiga del paciente por la posición del estudio provocando su movimiento y dando como resultado una imagen con borrosidad. También se evidencia que esta modalidad no altera la resolución en la calidad de imagen.</p> <p>V2: Se aplica la ficha gammagráfica a los pacientes con estudio de SPECT de perfusión pulmonar. Se evidencia que en modo S&S el tiempo insumido para moverse de una posición a otra el detector no registra cuentas. El tiempo perdido puede ser significativo, es decir que la duración del estudio será mayor a lo planificado.</p> <p>Problema: Se observa durante el proceso de la aplicación de ambos modos de adquisición a un mismo paciente: Los especialistas coinciden en su mayoría por el MC, ya que disminuye el tiempo de permanencia del paciente en estado crítico en el momento de la adquisición sin alterar la calidad de imagen y se obtiene un diagnóstico fiable.</p>	<p>PRIMERA: Se concluye que el 59.3% de los especialistas consideran que en la calidad de imagen se detectó mayor resolución en estudios de SPECT de perfusión pulmonar en el modo Continuo y el 100% coincide que el tiempo de adquisición es menor.</p> <p>SEGUNDA: Se concluye que el 40.7% de los especialistas consideran que en la calidad de imagen se detectó mayor resolución en estudios de SPECT en el modo S&S y el 100% coincide que el tiempo de adquisición es mayor.</p> <p>TERCERA: Se concluye que viendo siendo útil el modo Continuo ya que obtuvo subjetivamente mayor calidad de imagen en los estudios de SPECT de perfusión pulmonar en un menor tiempo de adquisición sin alterar el diagnóstico gammagráfico.</p>	<p>PRIMERA: Se sugiere a los estudiantes de Tecnología Médica del área de radiología, realicen un trabajo de investigación, donde puedan comparar técnicas de la MC con S&S, en pacientes con estudios de SPECT de perfusión pulmonar en equipos Siemens.</p> <p>SEGUNDA: Se sugiere a los Profesionales Médicos en Radiología tomar en cuenta la realización de estudios con la modalidad Continua ya que la adquisición es en menor tiempo y brinda un diagnóstico fiable.</p> <p>TERCERA: Se sugiere a los estudiantes de la escuela de Tecnología Médica del área de radiología, profundizar el estudio de investigación con una mayor población para obtener resultados altamente significativos.</p>
			<p>VARIABLE 2</p> <p>Modalidad Step & Shoot</p>			