



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

Escuela de Ciencia y Tecnología
Tecnicatura Universitaria en Diagnóstico por Imágenes
PROYECTO FINAL INTEGRADOR

**Evaluación del efecto del rango de adquisición en estudios
de paratiroides con SPECT.**

Nombre y Apellido del alumno: Nicolás Emiliano Virzi Mirabelli

Dependencia donde efectuó las prácticas: Instituto de Oncología Ángel H. Roffo

Nombre y Apellido del tutor: Pablo Sanabria

Fecha de ingreso a la Universidad: 2013

Mes y año de la presentación: Septiembre de 2018

Dirección de correo electrónico: virzi675@gmail.com

Índice:

1)Resumen.....	3
2) Agradecimientos.....	5
3) Introducción.....	6
3.1) Fisiología de la paratiroides.....	6
3.2) Fisiopatología de la paratiroides.....	8
3.3) Radiofármacos.....	9
3.4) Técnicas utilizadas para adquirir las imágenes de Glándula paratiroides.....	10
3.5) Adquisición de la imagen.....	11
3.5.1) Rango de adquisición 180° vs 360°.....	12
3.6) Hipótesis.....	14
4) Objetivo.....	15
5) Materiales y métodos.....	16
6) Resultados Obtenidos.....	21
7) Discusión.....	22
8) Conclusión.....	23
9) Bibliografía.....	25

1. Resumen

En este trabajo se revisa el efecto que tiene sobre la relación de cuentas paratiroides/tiroides la adquisición de SPECT con rangos de barrido de 180° vs 360°. En los resultados obtenidos se describen diferencias cuando se adquiere el fantoma en condición aire sin corregir (15%) a favor del rango de barrido de 360°, mientras que al corregir por atenuación la adquisición en aire las diferencias son menores (un 5% del lado izquierdo y un 3% del lado derecho), lo cual indica que la corrección por atenuación beneficia al caso de 180° haciendo equiparables los índices para ambas adquisiciones. Concluyendo que de realizar el estudio con rango de 180° con la misma resolución angular, autocontorno, corrección de atenuación y el mismo tiempo por proyección que en 360° no hay diferencias significativas en el contraste para ambas adquisiciones lo cual al menos en las condiciones de esta experiencia la adquisición de 180° nos permite ahorrar la mitad de tiempo de estudio.

Palabras claves: SPECT; Rangos de barrido; Atenuación; Contraste.

1. Abstract

In this paper we review the effect that the SPECT acquisition has on the relation of parathyroid / thyroid counts with ranges of 180° vs. 360°. In the results obtained, differences are described when the phantom is acquired in uncorrected air condition (15%) in favor of the 360° sweep range, while when correcting for air acquisition attenuation the differences are smaller (5% on the side). left and 3% of the right side), which indicates that the correction for attenuation benefits the case of 180° making the indexes comparable for both acquisitions. Concluding that of carrying out the study with a 180° range with the same angular resolution, autocontorno,

correction of attenuation and the same time by projection that in 360° there are no significant differences in the contrast for both acquisitions, which at least under the conditions of this experience the 180 ° acquisition allows us to save half the study time.

Keywords: SPECT; Sweep ranges; Attenuation; Contrast.

2. Agradecimientos

Agradezco a todos los profesores de la Universidad de San Martín que me enseñaron durante estos años de estudio. Gracias a mi Familia, especialmente a Pablo, gracias por tu motivación, paciencia y aliento.

3. Introducción

El centellograma paratiroideo está indicado para la identificación y localización de adenomas y otras neoplasias o hiperplasia del tejido glandular. Existen numerosas variantes de adquisición para realizar este estudio a saber: imágenes planares doble fase (imagen temprana y tardía), imágenes planares con pin hole y también imágenes de sustracción con doble isótopo o doble fármacos. Además se suma el aporte del SPECT y SPECT-CT que permite la localización en los 3 planos del espacio de las lesiones y su correlato anatómico en equipos con tomografía computada (TC).

En particular cuando se realiza el SPECT, dada la ubicación anatómica de las glándulas paratiroides (detrás de la tiroides, región anterior del cuello) el rango de barrido utilizado puede ser de 180° como variante con respecto al rango de barrido clásico de 360°. Este tipo de adquisición cuenta con la ventaja de disminuir sensiblemente la duración del estudio. Mientras que la adquisición con un rango de barrido de 360° aumenta la calidad de la imagen SPECT ya que se obtiene información de todo el volumen del cuello, pero también extiende la duración total del estudio y aumenta la probabilidad de movimientos del paciente, incomodidad etc.

En este trabajo se evalúa por medio de una simulación con fantoma diseñado y fabricado con tecnología de impresión 3D; cómo varía la relación de cuentas paratiroides/tiroides cuando se realizan adquisiciones con rangos de barrido de 180° vs 360°.

3.1. Fisiología de la paratiroides

Las glándulas paratiroides producen la parathormona (PTH), que es una molécula clave importante para mantener el calcio, el fosfato y la homeostasis de la vitamina D y, finalmente, la salud ósea. PTH es producido por las células principales en forma de pre-pro-PTH (115

aminoácidos), en un segundo paso se convierte en pro-PTH (90 aminoácidos) y al final en PTH; la forma final es almacenada en gránulos citosólicos que, después de un estímulo adecuado, es secretada en el flujo sanguíneo. Cuando el final completo molécula (84 aminoácidos, peso molecular 9500) pasa a través del hígado y el riñón se corta en N terminal fragmento y fragmento C-terminal. La longitud completa (1-84) molécula y el fragmento N-terminal (1-34) posee la mayor parte de la actividad biológica. La actividad biológica de fragmentos truncados N-terminales (3-84, 7-84) y de C terminal fragmentos es actualmente el tema de intensa investigación. La función principal de PTH es mantener el nivel de calcio en la sangre estable: una disminución del calcio en la sangre nivel, en particular la forma ionizada, estimula la PTH producción y secreción. De hecho, la célula paratiroidea la superficie está equipada con un mecanismo receptor sensible a los cationes a través del cual la concentración de calcio citosólico y la secreción de PTH están reguladas. La PTH conserva el calcio, el fosfato y la vitamina D homeostasis a través de varias acciones principales: (a) estimulante reabsorción tubular renal de calcio, (b) estimulación urinaria la excreción de fosfato a través de la inhibición del sodiofosfato cotransportador NPT2a, (c) estimulando la actividad de las 1α -hidroxilasas y la síntesis de calcitriol, (d) aumentando la absorción de calcio del tracto gastrointestinal a través de la estimulación de la producción de calcitriol y (e) estimulando la actividad osteoclástica y osteoblástica en el hueso (remodelación ósea) que resulta en la liberación de calcio y fosfato del hueso . La mayor parte de las acciones de PTH en los órganos diana son mediadas por la unión de PTH a un tipo específico de PTH I receptor y la estimulación del monofosfato de adenosina cíclico (cAMP), un segundo mensajero que, en el caso de hiperparatiroidismo primario (HPTP), se puede encontrar aumentado a nivel urinario. Las funciones de la PTH, especialmente en el sitio intestinal, también están mediadas por vitamina D activa, cuya formación es estimulada por

la PTH a nivel renal, otra vez mediado por cAMP. Además, la vitamina D aumenta los efectos esqueléticos de la PTH.

3.2. Fisiopatología de la paratiroides

Uno de los trastornos endocrinos más frecuentes en general de las glándulas paratiroides es el hiperparatiroidismo el cual se caracteriza por un aumento de la producción y la secreción de la parathormona, siendo los valores normales de producción de 10 a 55 picogramos/mililitro. Clínicamente el aumento de la secreción de esta hormona producirá en el paciente nefrocalcinosis, urolitiasis, enfermedad ósea, trastornos neuropsiquiátricos (desde cambios de comportamiento leves hasta coma), trastornos gastrointestinales (de dolor abdominal leve a pancreatitis aguda) y la manifestación neuromuscular (debilidad, calambres y dolor muscular).

El Hiperparatiroidismo primario puede ser debido a una enfermedad neoplásica o hiperplásica de la glándula (s) paratiroides, con más frecuencia adenomas, más raramente carcinomas, DeLellis, Mazzaglia y Mangray (2008) se refiere a que alrededor del 85% de hiperparatiroidismo primario es causado por un adenoma solitario de las glándulas paratiroides siendo este es un tumor benigno que puede variar en peso de menos de 100 mg a más de 100 g.

El hiperparatiroidismo secundario es consecuente a una condición hipocalcémica crónica que puede ser causada por la insuficiencia renal, la mala absorción gastrointestinal, el raquitismo dietético y la ingestión de drogas, como fenitoína, fenobarbital y laxante, que generan una disminución de la absorción intestinal de calcio. El estímulo continuo de producción y secreción como resultado del hiperparatiroidismo producirá hiperplasia de la glándula paratiroides.

El hiperparatiroidismo terciario es una condición en la hiperplasia paratiroidea, secundaria a la hipocalcemia crónica, se vuelve autónomo con el desarrollo de la hipercalcemia. Esta condición

generalmente no retrocede después de la corrección de la causa subyacente que genera hipocalcemia crónica. Por lo general, en el hiperparatiroidismo terciario, encontramos hiperplasia asimétrica de las glándulas paratiroides.

3.3. Radiofármacos

Los agentes de localización de tejido paratiroideo más comunes son el ^{99m}Tc -Sestamibi y el cloruro de talio ^{201}Tl .

El Tecnecio $^{99m}(\text{Tc})$ methoxyisobutil isonitrile (MIBI), es un complejo catiónico lipofílico, originalmente introducido para el estudio de la perfusión miocárdica, es captado en los adenomas paratiroides y en la hiperplasia con mayor avidéz que en la tiroides circunvecina y luego de la captación, ocurre una lenta liberación desde las células paratiroides patológicas. El mecanismo exacto por el cual se acumula en el tejido paratiroideo no está todavía claro. Sin embargo, el incremento de la perfusión, de la actividad funcional y el exceso de abundantes células ricas en mitocondrias son las causas más probables.

El ^{99m}Tc -sestamibi, se distribuye en la tiroides y en tejidos paratiroides como el talio, mientras que la absorción de ^{99m}Tc -sestamibi por gramo de tejido paratiroideo es menor que para el ^{201}Tl talio, pero la relación entre el tejido paratiroideo y tiroideo es mayor. Siendo actualmente el más utilizado el ^{99m}Tc -sestamibi debido a que la cinética del mismo es diferente en los dos tejidos.

Debido a la falta de especificidad para el tejido paratiroideo, estos radiotrazadores se pueden usar en combinación con agentes tiroideos específicos, tales como yoduro de sodio ^{123}I , tiene una vida media de 14 horas y emisión de energía gamma de 159 Kev, tiene la ventaja de ser un compuesto atrapado y organificado por la tiroides y es estable dentro de esta glándula durante un largo período, proporcionando así imágenes de buena calidad. Sin embargo, es costoso (producto

de ciclotrón) y normalmente requiere un retraso de algunas horas entre la administración y la imagen, con un alargamiento de todo el procedimiento.

En nuestro país está disponible el ^{131}I , el cual no es conveniente usar para estudios de sustracción dada su emisión gamma de 364 Kev y su vida media larga de 8 días, al tener una energía muy alta, produce que tengamos que cambiar el colimador en medio del procedimiento, en consecuencia se cambia la posición del paciente y se dificulta el registro de las imágenes y en consecuencia la sustracción. También la emisión beta (β^-) del ^{131}I sumado a su extensa vida media (8 días) aumenta la dosimetría sobre el paciente y específicamente sobre la tiroides.

3.4. Técnicas utilizadas para adquirir las imágenes de Glándula paratiroides

Las imágenes deben detectar todas las paratiroides anormales e indicar su ubicación precisa. La centellografía paratiroidea de doble contraste posee una debilidad importante y es la dificultad con la localización anteroposterior, siendo importante debido a la relación embrionaria entre la ubicación ventral de las glándulas paratiroides inferiores y la ubicación dorsal de las glándulas paratiroides superiores, para eliminar esta dificultad se utiliza el SPECT, el cual además de brindar una mayor localización puede fusionarse con CT (SPECT-CT) ,mejorando la localización anatómica en comparación con las otras técnicas mencionadas especialmente para la identificación de glándulas ectópicas pero con un aumento de exposición a la radiación por la adición del CT.

Los protocolos de adquisición son sumamente variados, pero en general cuando se utiliza $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sestamibi, en caso de centellografía, se adquieren imágenes tempranas estáticas a los 5 o 10 minutos, luego a la hora o a las dos horas. En adenomas que tienen un lavado muy rápido de la actividad del radiofármaco se recomienda adquirir la imagen a la hora. En cuanto al SPECT, se

puede adquirir en ambas fases o bien cuando se identifica en las imágenes planares la lesión, se adquiere el SPECT. Cabe destacar que sumar a la adquisición planar el SPECT también suma considerablemente el tiempo total de exploración.

3.5. Adquisición de la imagen

La adquisición SPECT permite la localización en los 3 planos axial, sagital y coronal. Evita la superposición de las imágenes planares. Resulta un desafío técnico obtener imágenes de una glándula que incluso con presencia de adenoma o hiperplasia no supera los 3 a 5 mm de diámetro.

Siendo la resolución de un sistema SPECT con detectores de Ioduro de Sodio alrededor de los 10 u 12 milímetros. En el mejor de los casos cuando se emplean equipos con detectores sólidos la resolución ronda los 5 a 7 milímetros. De todos modos, la captación depende también de la avidéz del radiofármaco y el lavado diferencial de la lesión con respecto al fondo. Gracias a esos dos factores el sistema SPECT aun con la resolución limitada permite la detección de estas lesiones.

Otra de las grandes ventajas del SPECT también es la presencia de equipos híbridos con Tomografía Computada por Rayos X. Si bien la mayoría de estos equipos poseen un tomógrafo de baja resolución de bajo kilovoltaje y amperaje, son sumamente útiles para la corrección de la atenuación (lo cual mejora notablemente la calidad de las imágenes) y permite la localización anatómica de los hallazgos centelleográficos. En sistemas SPECT-CT más recientes los tomógrafos de Rayos X tienen 8 a 16 filas de detectores y mayor kilovoltaje y amperaje, de modo que se pueden realizar cortes más finos de mayor resolución sobre la glándula tiroides, mejorando notablemente la sensibilidad y especificidad de los estudios con ^{99m}Tc -sestamibi.

Por supuesto se deben ajustar los parámetros de adquisición del SPECT para localizar estas lesiones tan pequeñas. La adquisición se debe hacer en tamaño de matriz de 128 x 128 con zoom de 1,5 o 1,25. Maximizando la resolución angular de modo que en el rango de adquisición que se utilice se adquieran la mayor cantidad de proyecciones. También se prefieren si están disponibles sistemas autocontorno. Si no se dispone de esta modalidad se deberá utilizar órbita circular con el menor radio de rotación posible de modo de evitar la disminución de la resolución espacial debido a la distancia fuente colimador. Otro punto importante también es la posibilidad de realizar corrección de atenuación, si se dispone de sistemas de tomografía por rayos x la corrección deberá emplearse. Por otro lado, la corrección de Chang es difícil de implementar sobre todo cuando se emplea rango de adquisición de 180°. Ya que el modelo está diseñado para adquisiciones de 360°. Pero además supone que el coeficiente de atenuación es el mismo para todo el volumen, supuesto que no se cumpliría en el cuello.

3.5.1. Rango de adquisición 180° vs 360°

La calidad de la imagen también varía dependiendo del rango de barrido 180° o 360°, del número de proyecciones que se utilicen y que se van a reconstruir en SPECT. En el caso de adquirir con 180° como variante con respecto al rango de barrido clásico de 360°, este tipo de adquisición cuenta con la ventaja de disminuir sensiblemente la duración del estudio. Mientras que la emisión adquirida con rango de barrido de 360° aumentaría los datos de la imagen SPECT ya que se obtiene información de todo el volumen del cuello, pero también extiende la duración total del estudio a lo que puede sumarse la probabilidad de movimientos del paciente, dando artefactos de borrosidad e imágenes de mala calidad técnica de muy difícil interpretación. Existen ciertas situaciones en las que una adquisición de 180° es preferible a otra de 360°. Ejemplos de esto es el SPECT cardíaco, Eisner, Nowak, Pettigrew y Fajman (1986) son de opinión que en este caso el

órgano de interés está situado más próximo a un borde del cuerpo y por lo tanto si se barre cubriéndolo con rangos de 180° , las proyecciones obtenidas son aquellas que menos atenuación sufren y más cerca del colimador permanecerá el objeto. Las ventajas potenciales de una adquisición de 180° son por tanto: Adquirir más cuentas en un tiempo dado sobre una región específica, obtener mejor resolución (ya que el órgano está más próximo al detector). Una adquisición de 180° se puede obtener con la misma resolución angular que en el caso de 360° pero en la mitad de tiempo. Por otro lado Coleman, Jaszczak y Cobb (1982) señalan que la adquisición con un rango de barrido de 360° da más información del volumen y las estructuras que rodean al órgano que se estudia, sobre todo del efecto de la atenuación total sobre dicho órgano. El rango de barrido de 180° es más susceptible a defectos de distorsiones de tamaño y forma cuando se reconstruye ya que las proyecciones no cubren completamente al órgano de estudio, o cuando el mismo se encuentra fuera del FOV (campo de visión) en varias de las proyecciones.

El problema de la adquisición en rango 180° vs 360° fue abordado hace varios años sobre todo en imágenes cardiacas con Thallio. Tamaki, Mukai y Ishii (1982) afirman que las adquisiciones con rango de 180° poseen mayor resolución, contraste y relación señal ruido que aquellas adquiridas con rango de 360° sobre todo sobre la cara izquierda del ventrículo izquierdo. Pero también advirtió sobre la existencia de distorsiones sobre la región basal del miocardio. Simulaciones realizadas por Knesaurek, King, Glick y Penney (1989) señalan que existe diferente distribución de cuentas entre ambas adquisiciones y que las mismas se deben principalmente al efecto de la atenuación que afecta en forma diferencial a ambos tipos de adquisición.

La paratiroides es un caso particular en el cual el órgano (o glándula de interés) está ubicada sobre la región anterior pero de forma simétrica (derecha e izquierda). Con lo cual uno puede

suponer que se cumplen varias de las premisas antes descritas para el corazón. Es decir con el objeto de interés más cerca de los detectores en la región anterior, pero a diferencia del corazón con una distribución anterior más simétrica. Entonces podría barrerse en rango de 180° pero de lateral derecha a izquierda. El cuello también tiene atenuación dado por los músculos y las vértebras, lo cual en teoría podría afectar a la adquisición de 360° sobre todo en las vistas posteriores. Es importante también tener en cuenta si el sistema SPECT con el que se cuenta es de doble cabezal como en el caso de este trabajo. Esto permite para la adquisición de 180° mantener la misma resolución angular y mismo tiempo por proyección que en una adquisición de 360° pero empleando la mitad de tiempo. Cabe destacar también la discrepancia que existe en la literatura sobre qué rango utilizar, como en el caso de Coleman et. al. (1982) son de opinión que se recomienda el uso de rango de 360 grados, mientras que Tamaki et. al. (1982) son de opinión que recomiendan adquisiciones SPECT empleando rangos de 180 grados.

3.6. Hipótesis

Varía significativamente el contraste de la imagen SPECT cuando se cambia el rango de adquisición.

4. Objetivo

Evaluar el efecto que tiene sobre la relación de cuentas paratiroides/tiroides la adquisición de SPECT con rangos de barrido de 180° vs 360°.

5. Materiales y métodos

Equipo SPECT-CT doble cabezal General Electric Infinia Hawkeye. Elusión de $^{99m}\text{TcO}_4^-$, en diferentes concentraciones de actividad. Fantoma de cuello diseñado y elaborado con tecnología 3D de plástico PLA. El mismo presentaba dos insertos rectangulares de 10 ml cada uno que simularon las glándulas tiroides, y dos pequeños insertos de 3 mm de diámetro y 0,3 ml de volumen que simularon las paratiroides, el resto del fantoma contenía aire ya que es de diseño abierto.

Los insertos se llenaron con solución de $^{99m}\text{TcO}_4^-$ de diferentes concentraciones de actividad. Estas concentraciones permitieron obtener un contraste muy evidente de modo que se simuló un hiperparatiroidismo primario bilateral inferior. Estas fueron: tiroides izquierda $103\mu\text{ci}/10\text{ml}$, tiroides derecha $99\mu\text{ci}/10\text{ ml}$, paratiroides izquierda $15\mu\text{ci}/0,2\text{ ml}$ y paratiroides derecha $14\mu\text{ci}$ en $0,2\text{ ml}$.

Se realizaron adquisiciones con órbita de 180° de lateral izquierda a lateral derecha y de 360° . En ambos casos con órbita circular con radio de rotación de 20 cm.

En ambos casos se emplearon iguales tiempos de adquisición por proyección, 30 segundos por paso. Otros parámetros utilizados fueron pasos cada 3 grados, matriz de 128×128 , Zoom de 1,5; fotopico centrado en 140 keV con un ancho de ventana del 10 por ciento. Y tomografía computada helicoidal con rayos X 140 keV y 30 mA y pitch de 1.9.

Las imágenes fueron reconstruidas en ambos casos con método OSEM de 20 iteraciones y 4 subsets y filtro Butterworth de frecuencia 0,53 ciclos por cm y potencia 8. Se trazaron regiones de interés rectangulares en forma manual sobre cortes coronales del fantoma eligiendo aquellos

de máxima actividad y con evidente actividad paratiroidea. Luego se calcularon los índices de captación paratiroides/tiroides para el caso 180° vs 360° , con y sin corrección por atenuación.

Otra jornada se repitió el experimento pero utilizando un medio atenuador en el interior del fantoma, el mismo consistió en 250 gramos de mortadela para simular atenuación muscular. Se adquirieron y procesaron las imágenes siguiendo la misma metodología anteriormente descrita.

Se adquieren distintos cortes de la misma región anatómica utilizando rangos de barrido de 180° y luego utilizando rangos de barrido de 360° a partir de los mismos parámetros y medios de atenuación como se muestra en la Figura 1 y Figura 2, en donde se comparan los cortes que son visualmente más parecidos obtenidos con distintos rangos de barrido.

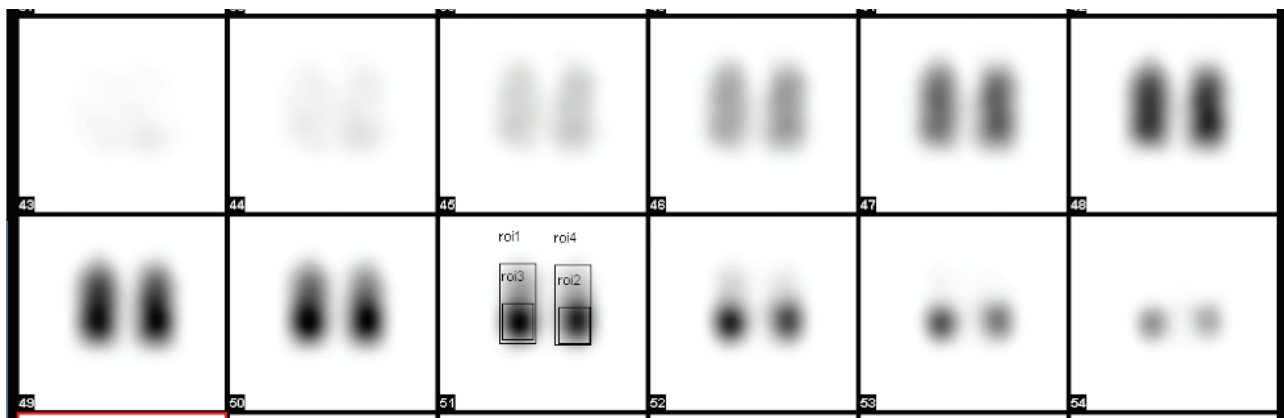


Figura 1. Rois obtenidos con rango de barrido de 180° utilizando como medio de atenuación el aire.

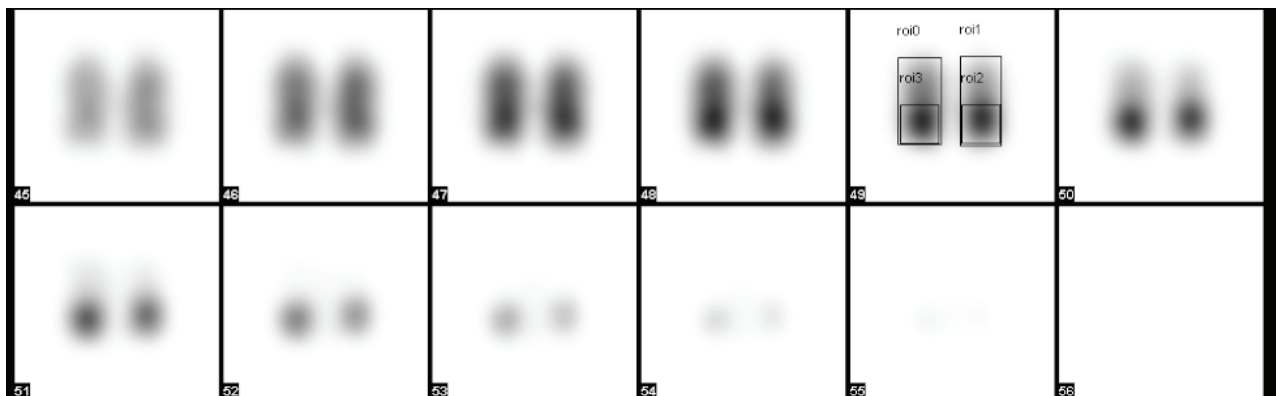


Figura 2. Rois obtenidos con rango de barrido de 360° utilizando aire como medio atenuador.

En los siguientes casos, se usa como medio atenuador 250 gramos de mortadela en donde se comparan los cortes más parecidos obtenidos a partir de los mismos parámetros y el mismo medio atenuador pero en el caso de la Figura 3 y Figura 4, se corrige la atenuación de la mortadela.

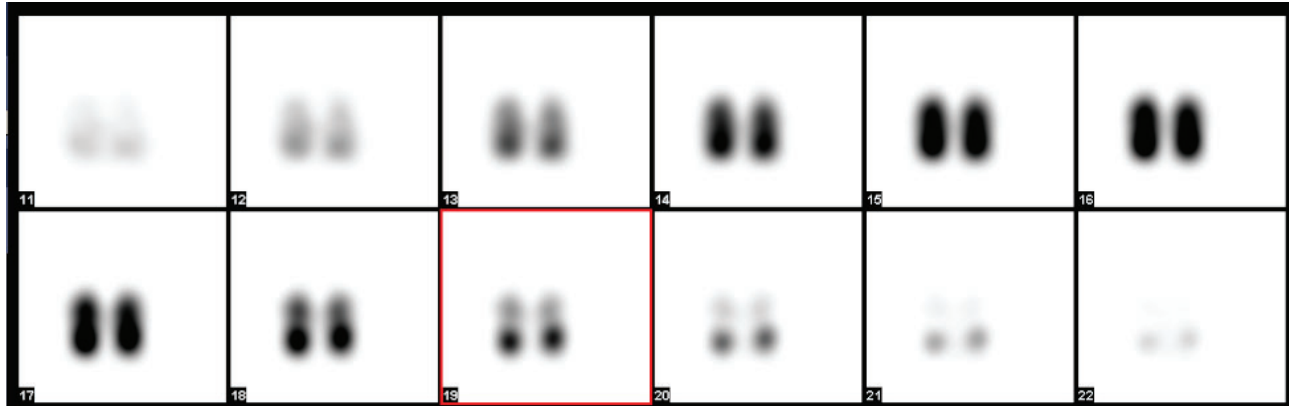


Figura 3. Rois obtenidos con rango de barrido de 180° utilizando mortadela como medio atenuador y con corrección de la atenuación.



Figura 4. Rois obtenidos con rango de barrido de 360° utilizando mortadela como medio atenuador y con corrección de atenuación.

Mientras que en la Figura 5 y Figura 6, se muestran cortes obtenidos con iguales parámetros y con corrección de la atenuación de la mortadela.

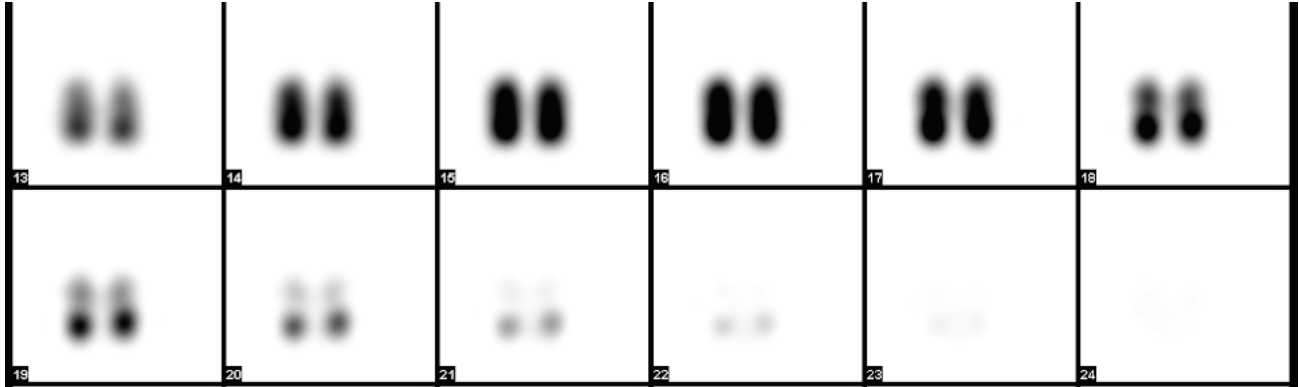


Figura 5. Rois obtenidos con rango de barrido de 180° utilizando mortadela como medio atenuador y sin corrección de atenuación.



Figura 6. Rois obtenidos con rango de barrido de 360° utilizando mortadela como medio atenuador y sin corrección de atenuación.

En la Figura 7, se comparan los 2 cortes más parecidos obtenidos a partir de rangos de barrido de 180° y 360° con la misma área pixel para tener una diferencia de contraste más exacta.

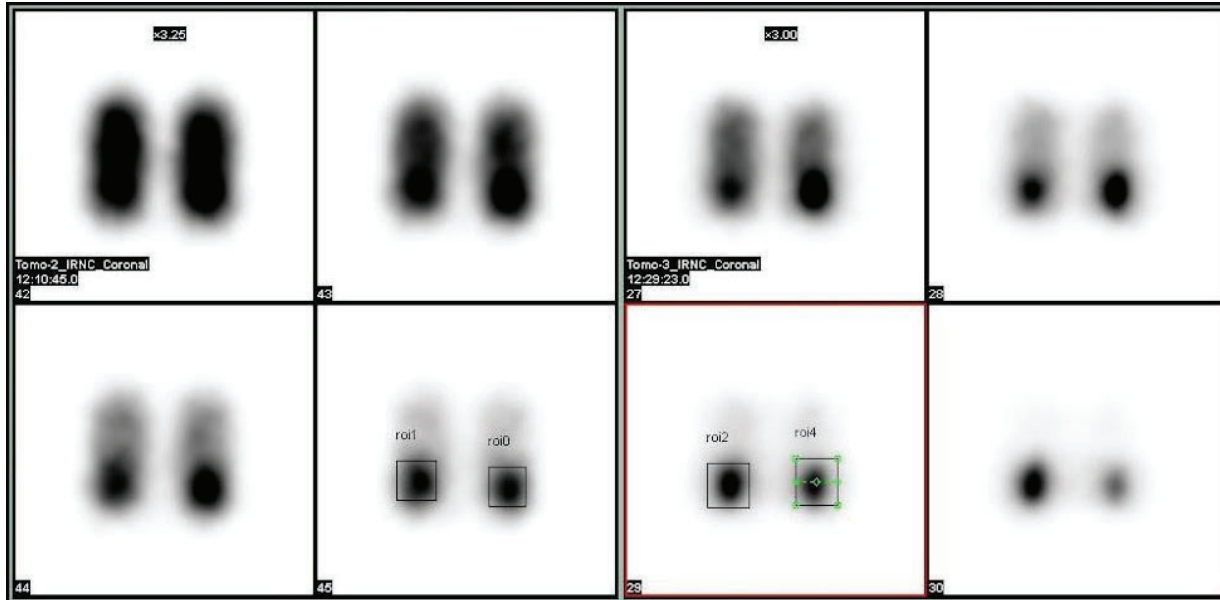


Figura 7. Paratiroides obtenida con rango de barrido de 180° vs Paratiroides obtenida con rango de barrido de 360° .

6. Resultados

Los resultados obtenidos, se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1:

Relación de contraste		Cuentas totales							
Medio atenuador	Corrección Atenuación	360°				180°			
		Paratiroides/Tiroide		Paratiroides/Tiroide		Paratiroides/Tiroide		Paratiroides/Tiroide	
		Izquierda	Izquierda	Derecha	Derecha	Izquierda	izquierda	Derecha	Derecha
Aire	Sin	25159	41196	29890	47656	11210	20795	9972	20995
Porcentaje (%)		61		62		53		47	
		360°		360°		180°		180°	
		Paratiroides/Tiroide		Paratiroides/Tiroide		Paratiroides/Tiroide		Paratiroides/Tiroide	
		Izquierda	Izquierda	Derecha	Derecha	Izquierda	izquierda	Derecha	Derecha
Aire	Con	23343	33442	24944	39747	11126	18160	11781	20627
Porcentaje (%)		69.8		63		65		61	
		360°		360°		180°		180°	
		Paratiroides/Tiroide		Paratiroides/Tiroide		Paratiroides/Tiroide		Paratiroides/Tiroide	
		Izquierda	Izquierda	Derecha	Derecha	Izquierda	izquierda	Derecha	Derecha
Mortadela	Sin	13033	20575	13683	23373	9304	14671	9227	14802
Porcentaje (%)		63.34		58		63		62.33	
		360°		360°		180°		180°	
		Paratiroides/Tiroide		Paratiroides/Tiroide		Paratiroides/Tiroide		Paratiroides/Tiroide	
		Izquierda	Izquierda	Derecha	Derecha	Izquierda	izquierda	Derecha	Derecha
Mortadela	Con	25065	40524	25359	41938	13506	21027	13964	23206
Porcentaje (%)		62.56		60.46		64		60	

Nota. Relación de contraste entre rangos de barrido 180° vs 360°, los porcentajes se obtuvieron a partir del cociente Paratiroides/tiroides de la misma región anatómica.

7. **Discusión**

En los resultados obtenidos experimentalmente se ve que en el sistema experimental existen diferencias cuando se adquirió el fantoma en condición aire sin corregir. La diferencia del cociente paratiroides/tiroides fue mayor para la adquisición 360° con respecto a la de 180° con una marcada diferencia del lado derecho (15%). También en la imagen del corte en el cual se realizó la medición se nota cualitativamente un mayor contraste para 360 grados.

Cuando se corrigió por atenuación la adquisición en aire las diferencias son menores un 5% del lado izquierdo y un 3% por ciento del lado derecho, lo cual indica que la corrección por atenuación beneficio al caso de 180° haciendo equiparables los índices para ambas adquisiciones.

Cuando se cuantifican las imágenes con el medio atenuador se nota que en las imágenes no corregidas hay una asimetría en el lado derecho para ambas adquisiciones debido a la distribución del material de atenuación que se ubicó en mayor grado sobre la derecha. En el lado izquierdo las captaciones relativas son prácticamente iguales pero del lado derecho es mayor para la adquisición en 180° (más de un 4%).

Finalmente cuando se corrigió la atenuación de este material no hubo casi diferencias del lado derecho lo que indica que la atenuación fue corregida para las proyecciones de 360° y hay una diferencia aproximadamente de 2% por ciento para el lado izquierdo a favor de la adquisición de 180°.

8. Conclusión

Para este modelo experimental en el cual se simuló la anatomía y fisiología tiroidea y paratiroidea. Solo se encontraron diferencias en los índices de captación paratiroides-tiroides para la adquisición con el fantoma en aire a favor del rango de 360°. En el resto de las adquisiciones las diferencias son mínimas y pueden deberse a la variabilidad y a distintas razones como por ejemplo: la elección de los cortes tomográfico a analizar, la angulación de los mismos, el decaimiento radioactivo del $^{99m}\text{TcO}_4^-$ a lo largo de la experiencia y la distribución no uniforme del medio atenuador. Entonces sólo en el primer caso se cumple la hipótesis planteada al principio del trabajo. Sobre la existencia de una diferencia significativa en el contraste entre el rango 360° vs 180°.

Cabe destacar que cuando se estudió con el medio atenuador los índices analizados fueron muy similares tanto con como sin corrección de la atenuación. De modo que podría concluirse que de realizar el estudio con rango de 180° con la misma resolución angular, autocontorno, corrección de atenuación por Tomografía computada y el mismo tiempo por proyección que en 360°, al menos en este diseño experimental no hay diferencias significativas en el contraste para ambas adquisiciones. Lo cual al menos en las condiciones de esta experiencia manteniendo estos parámetros iguales la adquisición de 180° nos permite ahorrar la mitad de tiempo de estudio.

Entre las razones por las cuales el fantoma adquirido en 180° arroja valores de contraste o índice paratiroides/tiroides similares a 360° podríamos decir que: con la órbita autocontorno en el rango de barrido de 180° la paratiroides (o esté fantoma) tiene menos proyecciones con atenuación que

en el caso de 360° y todas sus proyecciones se encuentran más cerca del detector lo cual evita sobre todo el efecto del material atenuador a diferencia de la adquisición en 360° cuya mitad de sus proyecciones sufren más el efecto del medio atenuador así como la distancia fuente detector en el rango de barrido posterior.

Finalmente si bien no se pueden extrapolar directamente los resultados de un fantoma a los estudios clínicos. Estos resultados nos pueden indicar que el contraste en este modelo no difiere entre la adquisición de 180° con respecto a la de 360° y no se afectaría la detectabilidad de las lesiones en casi todas las condiciones de adquisición de este modelo.

9. Bibliografía:

- Billotey, C., Sarfati, E., Aurengo, A., Duet, M., Mündler, O. & Toubert, M. E. (1996). Advantages of SPECT in technetium-99m-sestamibi parathyroid scintigraphy: *J Nucl Med* 37, 1773–8.
- Coleman, R. E., Jaszczak, R. J. & Cobb, F. R. (1982). Comparison of 180° and 360° data collection in thallium-201 imaging using SPECT: *J Nucl Med* 23, 655-660.
- DeLellis, R. A., Mazzaglia, P. & Mangray, S. (2008). Primary hyperparathyroidism: a current perspective: *Arch Pathol Lab Med* 132, 1251–62.
- Eisner, R. L., Nowak, D. J., Pettigrew, R. & Fajman, W. (1986). Fundamentals of 180° acquisition and reconstruction in SPECT imaging: *J Nucl Med* 27, 1717-1728.
- Hoffman, E. J. (1982). 180° compared with 360° sampling in SPECT: *J Nucl Med* 23, 745-746.
- Knesaurek, K., King, M. A., Glick, S. J. & Penney, B. C. (1989). Investigation of causes of geometric distortion in 180° and 360° angular sampling in SPECT: *J Nucl Med* 30, 1666-1675.
- Lorberboym, M., Minski, I., Macadziob, S., Nikolov, G. & Schachter, P. (2003). Incremental diagnostic value of preoperative 99mTc-MIBI SPECT in patients with a parathyroid adenoma: *J Nucl Med* 44, 904–8.
- Neumann, D. R., Obuchowski, N. A. & Difilippo, F. P. (2008). Preoperative 123I/99mTc-sestamibi subtraction SPECT and SPECT/CT in primary hyperparathyroidism: *J Nucl Med* 49, 2012–7.
- Palestro, C. J., Tomas, M. B. & Buija, T. A. (1995). Sestamibi parathyroid scintigraphy. A prospective study in 100 patients: *J Nucl Med*, October, 36-202.

Taillefer, R., Boucher, Y., Potvin, C. & Lambert, R. (1992). Detection and localization of parathyroid adenomas in patients with hyperparathyroidism using a single radionuclide imaging procedure with technetium-99 m-sestamibi (double-phase study): *J Nucl Med* 33, 1801-7.

Tamaki, N., Mukai, T. & Ishii, Y. (1982). Comparative study of thallium emission myocardial tomography with 180° and 360° data collection: *J Nucl Med* 23, 661-666.

Wang, C. (1976). The anatomic basis of parathyroid surgery: *Ann Surg* 183, 271-275.