



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGIA MÉDICA

AREA DE RADIOLOGIA

**UTILIDAD DEL SPECT RENAL Y DE LA GAMMAGRAFIA
RENAL MORFOLOGICA EN PACIENTES CON
DIAGNOSTICO DE INFECCION URINARIA
RECURRENTE EN EL SERVICIO DE MEDICINA
NUCLEAR DEL HOSPITAL NACIONAL CARLOS
ALBERTO SEGUIN ESCOBEDO. AREQUIPA. ENERO
2013 A MAYO 2016**

María del Pilar Cama Machaca

Lima - Perú

2016



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGIA MÉDICA
AREA DE RADIOLOGIA**

**UTILIDAD DEL SPECT RENAL Y DE LA GAMMAGRAFIA
RENAL MORFOLOGICA EN PACIENTES CON
DIAGNOSTICO DE INFECCION URINARIA
RECURRENTE EN EL SERVICIO DE MEDICINA
NUCLEAR DEL HOSPITAL NACIONAL CARLOS
ALBERTO SEGUIN ESCOBEDO. AREQUIPA. ENERO
2013 A MAYO 2016**

María del Pilar Cama Machaca

Tesis presentada a la Universidad Alas Peruanas
como requisito para obtención del Título de
Licenciado en Tecnología Médica en el Área de
Radiología.

Asesor Principal: Lic. TM Giovanna Janet Rojas
Cuadros

Lima - Perú

2016

Cama M. 2016. Utilidad del SPECT Renal y de la Gammagrafía Renal Morfología en pacientes con diagnóstico de Infección Urinaria Recurrente en el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Nacional Carlos Alberto Seguí Escobedo. Arequipa. Enero 2013 a Mayo 2016/ Universidad Alas Peruanas 88 paginas.

Giovanna Janet Rojas Cuadros: Licenciada en Tecnología en el área de radiología.

Disertación para la licenciatura en Tecnología Médica – UAP. 2016.

HOJA DE APROBACION

MARIA DEL PILAR CAMA MACHACA

UTILIDAD DEL SPECT RENAL Y DE LA GAMMAGRAFIA RENAL MORFOLOGICA EN PACIENTES CON DIAGNOSTICO DE INFECCION URINARIA RECURRENTE EN EL SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR DEL HOSPITAL NACIONAL CARLOS ALBERTO SEGUIN ESCOBEDO. AREQUIPA. ENERO 2013 A MAYO 2016.

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

Mg. Juan J. Velásquez Alvarado Presidente _____

Lic. Wilder Donayre Kuan Miembro _____

Dr. Antonio Delgado Huaco Secretario _____

LIMA - PERU

2016

Se dedica este trabajo a Dios, quién supo guiarme por el buen camino y porque ha estado conmigo a cada paso que doy, por darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis padres que lo dieron todo por mí, pilares fundamentales en mi vida, por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y brindarme los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos. Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar. Ellos han sido mi motivación, inspiración y felicidad.

Se agradece por su contribución para el desarrollo de esta tesis a la Universidad Alas Peruanas, por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mis asesores por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mi tesis con éxito.

Al personal del Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Nacional Carlos Alberto Segúin Escobedo Arequipa por su constante ayuda y colaboración, la cual facilito este trabajo de investigación.

A mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación.

A las personas que han formado parte de mi vida profesional, a las que agradezco su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo general el determinar si el SPECT Renal es más útil que la Gammagrafía Renal Morfológica en pacientes con diagnóstico de Infección Urinaria Recurrente en el Servicio de Medicina Nuclear del HNCASE. Arequipa. Enero 2013 a Mayo 2016.

Para lograr el objetivo propuesto se aplicaron como material y métodos, el estudio explicativo, retrospectivo, aplicada, transversal en 26 pacientes con diagnóstico de Infección Urinaria Recurrente en el Servicio de Medicina Nuclear del HNCASE. Arequipa. Enero 2013 a Mayo 2016.

Los pacientes con Infecciones Urinarias Recurrentes en su gran mayoría son de sexo femenino con un 76.9 %. Los pacientes con Infección Urinaria Recurrente en su gran mayoría son de las edades entre 10 a 19 años con 30.8%. El riñón izquierdo presenta mayor contorno anormal con un 67% entre ambas técnicas. La técnica de evaluación SPECT Renal detecta mayor cantidad de defectos hipocaptadores con un 60% con respecto a la técnica Gammagrafía Renal. La técnica de evaluación SPECT Renal detecta mayor resultado positivo en cicatriz renal con un 65% con respecto a la técnica Gammagrafía Renal.

Se concluye que el SPECT Renal es más útil que la Gammagrafía Renal Morfológica en pacientes con diagnóstico de Infección Urinaria Recurrente en el Servicio de Medicina Nuclear del HNCASE 2013-2016.

Palabras clave: Gammagrafía Renal Morfológica; SPECT Renal; Infecciones Urinarias Recurrentes, Tc99m.

SUMMARY

This study has the general objective to determine whether the Renal SPECT is more useful than Morphological Renal Scintigraphy in patients diagnosed with Recurrent Urinary Tract Infection in the Department of Nuclear Medicine HNCASE. Arequipa. January 2013 to May 2016.

To achieve the objective were applied as materials and methods, the explanatory retrospective study, applied transverse in 26 patients diagnosed with Recurrent Urinary Tract Infection in the Department of Nuclear Medicine HNCASE. Arequipa. January 2013 to May 2016.

Patients with Recurrent Urinary Tract Infections are mostly female with 76.9%. Patients with Recurrent Urinary Tract Infection are mostly ages 10 to 19 with 30.8%. The left kidney has greater abnormal contour with 67% between both techniques. SPECT assessment technique detects Renal hipocaptadores as many defects with 60% on Renal Scintigraphy technique. SPECT assessment technique detects Renal more positive result in renal scarring with 65% on Renal Scintigraphy technique.

It is concluded that SPECT is more useful than Renal Scintigraphy in patients with Renal Morphological diagnosis of Urinary Tract Infection Appellant in the Nuclear Medicine HNCASE 2013-2016.

Keywords: Morphological Renal Scintigraphy; Renal SPECT; Urinary Tract Infections Recurrentes, Tc99m.

Lista de Tablas

Tabla 1: Operacionalización de Variables	17
Tabla 2 : Matriz de base de Datos.....	68
Tabla 3: Interpretación del Índice Kappa de Fleiss (Fleiss, 1981)	70
Tabla 4: Distribución de frecuencias y porcentajes del sexo en pacientes con infección urinaria recurrente.....	71
Tabla 5: Distribución de pacientes con infecciones urinarias recurrentes según edad.....	72
Tabla 6 : Contornos Anormal según lado del riñón en pacientes con infección urinaria recurrente según técnica de evaluación SPECT Renal y Gammagrafía Renal Morfológica.	73
Tabla 7: Defectos Hipocaptadores del Riñón en pacientes con infección urinaria recurrente según técnica de evaluación SPECT Renal y Gammagrafía Renal Morfológica.	74
Tabla 8: Resultados en cicatriz Renal según técnica de evaluación SPECT Renal y Gammagrafía Renal Morfológica.....	75

Lista de Graficas

Gráfico 1 : Distribución de paciente con infección urinaria recurrente según Sexo.....	71
Gráfico 2: Distribución de pacientes con infección urinaria recurrente según edad.....	72
Gráfico 3: Contorno Anormal según el lado del riñón en pacientes con infección urinaria recurrente según técnica de evaluación SPECT Renal y Gammagrafía Renal Morfológica.	73
Gráfico 4: Defectos Hipocaptadores del Riñón en pacientes con infección urinaria recurrente según técnica de evaluación SPECT Renal y Gammagrafía Renal Morfológica.	74
Gráfico 5: Resultados en cicatriz Renal según técnica de evaluación SPECT Renal y Gammagrafía Renal Morfológica.....	75

Lista de Figuras

Ilustración 1 : Sistema Urinario	24
Ilustración 2 : Efecto Foto electrónico	43
Ilustración 3: Fotón.....	44

INDICE

CARATULA.....	1
HOJA DE APROBACION.....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
RESUMEN.....	6
SUMMARY.....	7
CAPITULO I.....	13
MARCO TEORICO	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:	13
1.1.1. Descripción de la realidad Problemática.....	13
1.1.2. Formulación del Problema.....	14
1.1.3. Horizonte De La Investigación:.....	15
1.1.4. Justificación.....	15
1.2. OBJETIVOS.....	16
1.2.1. Objetivo General.....	16
1.2.2. Objetivo Específicos	16
1.3. VARIABLES.....	16
1.3.1. Identificación de Variables.....	16
1.3.2. Operacionalización de Variables:.....	17
1.4. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	17
1.4.1. A Nivel Internacional.....	17
1.4.2. A Nivel Nacional	24
1.4.3. A Nivel local.....	24
1.5. BASES TEORICAS.....	24
1.5.1. Sistema Urinario	24
1.5.2. Patología Renal	27
1.5.3. Medicina Nuclear.....	39
1.6. CONCEPTOS BASICOS.....	64
1.7. HIPOTESIS.....	65
1.7.1. Hipótesis Principal	65

1.7.2. Hipótesis Secundarias	65
CAPITULO II	66
PLANTEAMIENTO METODOLOGICO.....	66
2.1. NIVEL, TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:	66
2.1.1. Nivel de la Investigación:	66
2.1.2. Tipo de la Investigación:	66
2.1.3. Diseño de la Investigación:	66
2.2. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	66
2.2.1. Población.....	66
2.2.2. Muestra	66
2.2.3. Criterios de selección	67
2.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO.....	67
2.3.1. Técnicas	67
2.3.2. Instrumentos.....	68
2.4. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	68
2.4.1. Matriz de base de Datos	68
2.4.2. Sistematización de Computo	69
2.4.3. Pruebas Estadísticas	69
CAPITULO III.....	71
RESULTADOS	71
Discusión de los Resultados	76
Conclusiones	78
Sugerencias.....	79
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
ANEXOS.....	82
ANEXO 1: Mapa de Ubicación.....	82
ANEXO 2: Glosario	83
ANEXO 3: Instrumento.	86
ANEXO 4: Matriz de Consistencia	87
ANEXO 5: Matriz de Base de datos por cada instrumento	88

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

1.1.1. Descripción de la realidad Problemática

Actualmente se está dando a conocer más de los beneficios de la utilización 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 en el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Nacional Carlos Alberto Segúin Escobedo (HNCASE) trazadores radioactivos en exámenes que estudian el funcionamiento de los diversos órganos por separado y en tratamientos de algunos tumores o del dolor. De los cuales vamos a investigar el diagnóstico de la infección urinaria recurrente mediante la aplicación de la gammagrafía.

El servicio de Medicina Nuclear del HNCASE cuenta con una SPECT de doble cabezal marca SIEMENS modelo E.cam, una cámara portátil marca Sentinela (equipo empleado en cirugía para identificar y extraer el ganglio centinela) y un capturador de yodo para los casos de cáncer de tiroides.

En el servicio de Medicina Nuclear HNCASE se realiza el examen de Gammagrafía Renal Morfológica Y SPECT Renal con Tc99m-DMSA, el cual provee importantes datos anatómicos y funcionales de gran

utilidad para el diagnóstico y seguimiento de pacientes con enfermedades de infecciones urinarias recurrentes, que es una exploración morfofuncional del riñón, consiste en un conjunto de imágenes estáticas planares y/o imágenes tridimensionales volumétricas, se realiza mediante la administración DMSA marcado con Tc99m por vía intravenosa, calculando la dosis adecuada al peso corporal que en adultos es de 5 a 8 mCi. , y adquiriendo imágenes estáticas y tomográficas a las 2 horas postinyección, en proyecciones anteriores, posteriores, oblicuas y laterales de ambos riñones.

La gammagrafía con el radiofármaco Tc99m DMSA constituye la piedra angular para la determinación del riesgo de cicatrices renales. Esta es una modalidad de imagen con alta sensibilidad y especificidad para la detección de inflamación y de cicatrices renales.

La gammagrafía cortical renal es el método más preciso para la detección de infecciones urinarias recurrentes, con sensibilidad y especificidad por encima del 90%. Detecta el doble de lesiones que la ecografía y cuatro veces más que la urografía intravenosa.

1.1.2. Formulación del Problema

A. Problema Principal.

¿De qué manera el SPECT Renal es más útil que la Gammagrafía Renal Morfológica en pacientes con diagnóstico de Infección Urinaria Recurrente en el Servicio de Medicina Nuclear del HNCASE Arequipa Enero 2013 a Mayo 2016?

B. Problemas Secundarios.

- ¿Cómo es el SPECT Renal en pacientes con diagnóstico de Infección Urinaria Recurrente?
- ¿Cómo es la Gammagrafía Renal Morfológica en pacientes con diagnóstico de Infección Urinaria Recurrente?

1.1.3. Horizonte De La Investigación:

- A. Campo** : Ciencias de la Salud.
- B. Área** : Tecnología Médica Radiología.
- C. Línea** : Medicina Nuclear.

1.1.4. Justificación

En la actualidad existen pocos estudios sobre si el examen SPECT Renal es más útil que la Gammagrafía Renal Morfológica con Tc99m-DMSA en pacientes con diagnóstico de infección urinaria recurrente en el servicio de medicina nuclear del HNCASE. Arequipa. Enero 2013 a Mayo 2016.

Esta investigación será útil para que el profesional Tecnólogo Médico pueda diagnosticar con mayor precisión la infección urinaria recurrente, utilizando el SPECT Renal y/o Gammagrafía Renal Morfológica.

Además, es pertinente porque está dentro del campo del ejercicio del Tecnólogo Médico en Radiología.

Es factible porque se analizará los exámenes de SPECT Renal y Gammagrafía Renal Morfológica a pacientes en la Ciudad de

Arequipa y me brindan las facilidades de ingreso al HNCASE y al servicio de medicina nuclear.

Es trascendente porque se podría utilizar para otras investigaciones con respecto al SPECT y la Gammagrafía Renal Morfológica.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Determinar si el SPECT Renal es más útil que la Gammagrafía Renal Morfológica en pacientes con diagnóstico de Infección Urinaria Recurrente en el Servicio de Medicina Nuclear del HNCASE. Arequipa. Enero 2013 a Mayo 2016.

1.2.2. Objetivo Específicos

- A. Analizar el SPECT Renal en pacientes con diagnóstico de Infección Urinaria Recurrente.
- B. Analizar la Gammagrafía Renal Morfológica en pacientes con diagnóstico de Infección Urinaria Recurrente.

1.3. VARIABLES

1.3.1. Identificación de Variables

- a. Variable 1: SPECT Renal, es la técnica con imágenes tomográficas tridimensionales, utilizada para el diagnóstico de infecciones urinarias con Tc99m-DMSA.
- b. Variable 2: Gammagrafía Renal Morfológica, es la técnica con imágenes planares convencionales, utilizada para el diagnóstico de infecciones urinarias con Tc99m-DMSA.

1.3.2. Operacionalización de Variables:

Tabla 1: Operacionalización de Variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Nro. De Ítem	Instrumento
SPECT Renal con Tc99m-DMSA	Contorno	-Normal -Anormal	2.1.	Ficha de observación documental
	Numero de Defectos Hipocaptadores	-Polo Superior -Zona Media -Polo Inferior	2.2.	Ficha de observación documental
	Resultados de Imagen	- (+) para cicatriz renal - (-) para cicatriz renal	2.3.	Ficha de observación documental
Gammagrafía Renal Morfológica con Tc99m-DMSA	Contorno	-Normal -Anormal	1.1.	Ficha de observación documental
	Numero de Defectos Hipocaptadores	-Polo Superior -Zona Media -Polo Inferior	1.2.	Ficha de observación documental
	Resultados de Imagen	- (+) para cicatriz renal - (-) para cicatriz renal	1.3.	Ficha de observación documental

1.4. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

1.4.1. A Nivel Internacional

- J.L. Matesanz Pérez, J.M. Fernández Menéndez , A Gracia Chapulle , F. Aira Delgado , R. Rodríguez Posada , S. Ballesteros García, 1998, Utilidad de la Gammagrafía con ácido Dimercaptosuccinico (DMSA) marcado con Tc99m en el protocolo de estudio de la infección urinaria en un hospital de segundo nivel, materiales y Métodos : entre los pacientes menores de 14 años con ITU manejados en el servicio durante los años 1994-1995, realizamos con DMSA en 70 pacientes con lesiones en la

gammagrafía, esta exploración había sido realizada con los siguientes criterios de selección: 30 con RVU, 28 pielonefritis sin reflujo, 5 con ITU recurrente objetivada mediante urocultivos y sin criterios bioquímicos de pielonefritis, 6 por retraso ponderal y uno con uropatía. El grupo objeto de estudio fue constituido por los 15 niños que presentaban imágenes gammagrafías compatibles con cicatriz renal y en los cuales habíamos realizado el estudio con un intervalo de tiempo en ningún caso menor de 3 meses después del último episodio de bacteriuria. Como grupo control utilizamos a 50 atendidos en el mismo periodo de tiempo, pero con gammagrafía DMSA normal efectuada con los mismos criterios que el grupo de estudio. Fueron excluidos 5 con DMSA normal, pero realizado en la fase aguda de la enfermedad. Se describen hallazgos clínicos y en los medios de imagen de los pacientes con cicatriz renal. Se realiza en los dos grupos el análisis estadístico con el test de chi-cuadrado de los factores de riesgo de daño renal considerando significativos valores de $p < 0,05$. Diagnosticamos pielonefritis aguda en los niños con un urocultivo positivo (> 100.000 col/cc) fiebre superior a 38°C y VSG superior a $20\text{ mm}/1^{\text{a}}$ hora o proteína C reactiva superior a 20 mg/L . Se consideró dilación terapéutica en los casos con fiebre de más de 3 días. Tres o más episodios de infección urinaria sintomática documentados en la historia clínica por urocultivo fueron clasificados como ITU recurrente (ITUr). La ecografía renal se hizo en todos los casos en los primeros 10 días después del

diagnóstico de la ITU, con ecógrafo Siemens y transductor de 5 MHz. La cistografía miccional retrógrada (CUMS) fue realizada al menos 4-6 semanas después del episodio infeccioso, recibiendo el paciente quimioprofilaxis. El RVU se clasificó en cinco grados, según los criterios del International Reflux Study. Con los plazos temporales respecto a la infección descritos en el primer párrafo, la gammagrafía DMSA fue realizada administrando el ácido dimercaptosuccínico marcado con Tc99m a una dosis de 0,5 MBq/kg, inmediatamente después de preparar la muestra con el niño en decúbito supino. A partir de las 3 horas los estudios se adquirieron en gammacámara digital de 75 fotomultiplicadores. Posteriormente se calculó el porcentaje de función mediante la selección manual de áreas de interés. Los defectos de captación fueron clasificados como focales, multifocales o difusos. Se consideran anormales los valores de captación inferiores al 45%, así como las diferencias entre ambos riñones superiores al 10%. Resultados: Las imágenes de cicatrización renal fueron significativamente más frecuentes en los pacientes mayores de un año ($p < 0,05$), en aquellos con reinfecciones ($p < 0,001$), y por último en los niños con RVU grado III ($p < 0,05$). Las lesiones aparentemente más severas con reducción del tamaño renal, modificaciones de su contorno, y disminución notable en la captación del trazador, se asociaron a RVU y la ecografía renal practicada en la fase aguda de la ITU sólo había detectado a 4 de los 6 niños con afectación renal más severa. Conclusión: Hasta

que pueda ser establecido un consenso que permita utilizar de forma racional los diferentes métodos de imagen en el paciente con ITU, consideramos que en un hospital de segundo nivel el escáner DMSA realizado 6 meses después del diagnóstico de infección urinaria permitiría detectar a los pacientes con cicatriz renal. En la fase aguda esta exploración se reservaría para pacientes seleccionados por su dificultad diagnóstica, pues si se realizase a todos habría de repetirse al cabo de 6 meses en aquellos con hallazgos patológicos. Este protocolo permitiría reducir entre el 30-90% de las gammagrafías DMSA a realizar. La utilización de los parámetros considerados de riesgo (criterios bioquímicos de pielonefritis, dilación terapéutica, reinfecciones, RVU) no seleccionan a todos los pacientes con cicatrices renales aunque sí, probablemente, a los de mayor afectación. Se precisarían estudios complementarios para determinar qué tipos de cicatriz tienen el riesgo de progresar, los factores que lo hacen posible y cuáles remiten con la vigilancia apropiada. (J. L. Matesanz Perez, 1997)

- Eduardo Manuel Gil Martínez, Miguel Ángel Ramírez López, Mohedano Ferrer Borja, Teresa Cambil Molina, Francisco Moya García, 2009, Papel del ^{99m}Tc -DMSA en el diagnóstico de pielonefritis aguda en niños con infección del tracto urinario. A propósito de 114 casos. Material y Métodos: Se han estudiado 114 niños, 44 varones y 70 hembras, con edades comprendidas

entre 1 mes y 15 años con una media de edad de 4.86 años, cuyos criterios de inclusión fueron: hallazgos clínicos y biológicos sugestivos de I.T.U. que fuera su primer episodio de I.T.U. Estos niños fueron sometidos a diversas pruebas diagnósticas: bioquímica, cultivo de orina, gammagrafía renal con ^{99m}Tc -DMSA, ecografía renal, cistourografía miccional seriada (C.U.M.S.) y urografía intravenosa (U.I.V.). La técnica isotópica consistió en la administración endovenosa en el brazo, de 2-4 mCi (74-148 MBq) de ^{99m}Tc -DMSA, en función de la superficie corporal del niño. Transcurridas 2 – 4 horas, se les realizó gammagrafía renal con colimador “pinhole” (proyecciones posteriores, y oblicuas posterior derecha e izquierda) y “plano” (proyecciones anterior y posterior), con el niño en decúbito prono. A todos estos niños se les administró agua vía oral, para favorecer la diuresis. La gammagrafía renal con ^{99m}Tc -DMSA, se realizó en los 114 niños (100 %), la ecografía renal en 111 niños (97.3 %), la C.U.M.S. en 83 niños (72 %) y la U.I.V. en 56 niños (49.1 %). Resultados: La sensibilidad y la especificidad de la gammagrafía renal con ^{99m}Tc -DMSA fue del 90 % y 95 % respectivamente. En la ecografía renal fueron del 52 % y 86 %. En la CUMS del 30 % y 90 %. Y en la UIV del 30 % y del 91 %. Estos resultados muestran que la gammagrafía renal con ^{99m}Tc -DMSA presentó mejor sensibilidad y especificidad que UIV, ecografía renal y CUMS en el diagnóstico de pielonefritis en niños con ITU. Conclusiones: A la vista de nuestros resultados,

consideramos que la gammagrafía renal con ^{99m}Tc -DMSA es una técnica diagnóstica de primera línea en el diagnóstico de P.A. frente a otras técnicas diagnósticas como la U.I.V., la ecografía renal y la C.U.M.S. La alta sensibilidad y especificidad mostrada por la gammagrafía renal con ^{99m}Tc -DMSA es superior a la de las otras pruebas utilizadas en el diagnóstico de P.A. Por ello consideramos a la gammagrafía renal con ^{99m}Tc -DMSA como técnica de elección en el diagnóstico de P.A., frente a otras técnicas de imagen como la U.I.V., la ecografía renal y la C.U.M.S., las cuales pueden usarse como pruebas que complementen al estudio gammagráfico. (Martínez, 2009)

- José L. Rodríguez, Alejandro Perera, Roberto Fraxedas, 2000, SPECT Renal con Tc^{99m} -DMSA reorientación y procesamiento, el software constituye toda una metodología de procesamiento del SPECT renal con alto grado de independencia del operador. Materiales y Métodos: para elaborar el algoritmo en cuestión se realizó un software empleando lenguajes FORTH y ensamblador de la CPU Motorola 68020 sobre una estación de trabajo y procesamiento de imágenes SOPHY -20P, esta última está conectada a una cámara gamma con sistema SPECT. Resultados y Discusión: se implementó un algoritmo en lenguaje Forth con poca dependencia del operador y una gran reproducibilidad entre los mismos, el mismo muestra al final del procesamiento los cortes tomográficos en los diferentes planos con una orientación estándar. El programa así obtenido resulto tener una interface

amigable y de fácil manejo por los operadores. El grupo de tres observadores independientes calificaron de buena la reorientación de todas las unidades renales. Al analizar el número total de lesiones se detectaron 151 defectos en las tomográficas, con una concordancia topográfica del 79,2 % ($p < 0,05$). Esto es una medida de la similitud en la detectabilidad de los defectos por ambas técnicas. La diferencia en la concordancia topográfica se hace marcada al separar las lesiones por su tipo: 67,7% en el caso de las hipofijaciones y solo 26,2% para las de contorno. De forma general se detectaron más defectos de hipofijación en imágenes planas y de SPECT sin reorientar, que, en las reorientadas, de forma contraria sucedió con las lesiones de contorno. Algunos autores han reportado que el uso del SPECT para detectar la presencia de daño permanente del parénquima renal es más efectivo que las imágenes planares aunque aún no existe consenso al respecto. Todo esto debe estar relacionado con la diferencia en el contenido de la frecuencia espacial de ambas técnicas. Conclusiones: el software obtenido de esta forma constituye toda una metodología de procesamiento del SPECT renal con un alto grado de independencia del operador. De esta forma se logra una estandarización del procedimiento, aumentar las potencialidades y uso de los sistemas SPECT en la nefrología nuclear y nos permite, con mayor rigor, realizar estudios evolutivos de los pacientes. (José L. Rodríguez, 1996)

1.4.2. A Nivel Nacional

No se encontró antecedentes de la investigación.

1.4.3. A Nivel local

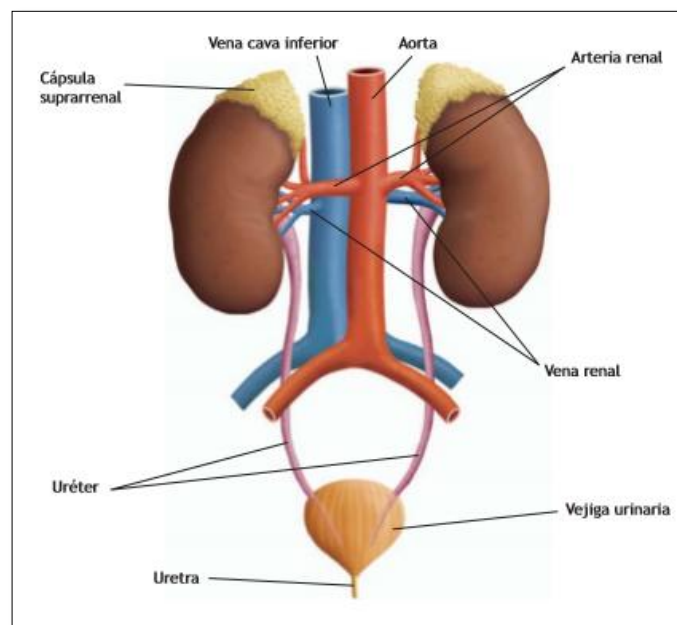
No se encontró antecedentes de la investigación.

1.5. BASES TEORICAS

1.5.1. Sistema Urinario

El aparato urinario comprende los riñones, que elaboran la orina y la evacuan por vías excretoras: los cálices y la pelvis renal. A partir de cada pelvis la orina recorre el uréter correspondiente, que la conduce a la vejiga urinaria (Imagen N° 1). Este reservorio es el encargado de controlar la evacuación de la orina al exterior en periodos (micción), a través de la uretra. Los riñones también tienen funciones de secreción endocrina. (Michel Latarjet, 2005)

Ilustración 1 : Sistema Urinario



a) Los Riñones: Son dos órganos situados en la parte posterior del abdomen a cada lado de la columna vertebral. Son los responsables de regular el equilibrio electrolítico, estimular la producción de glóbulos rojos, secretar hormonas y vitamina D. (Kevin T. Patton, 2013)

Cada riñón posee polos superior e inferior, una cara anterior y una posterior, un borde lateral convexo y un borde medial cóncavo donde se encuentra el hilio renal, lugar donde penetra la arteria renal. De esta, salen venas y pelvis renal, lo que es seguido inmediatamente por una cavidad profunda denominada seno renal, la cual contiene: a la pelvis renal, cálices renales, nervios, vasos y grasa renal. La pelvis se divide en cálices mayores, los cuales se subdividen en cálices menores, cada uno de estos cálices menores están indentados por una papila renal, la que es el vértice de la pirámide renal. Los lóbulos del riñón están formados por las pirámides y la corteza asociada a ellas, es posible ver estos lóbulos en las caras externas de los riñones fetales, y sus marcas pueden persistir durante algún tiempo después del nacimiento, aunque en algunos casos, el riñón adulto puede mantener cierto grado de lobulación fetal, la que se distingue de una cicatriz patológica, por la posición de las muescas, que se encuentran entre cálices en la lobulación fetal. (Kevin T. Patton, 2013)

La sangre es suministrada por medio de las arterias renales, las que se ramifican en pequeños vasos llamados arterias

interlobales, que irrigan los diferentes lóbulos del riñón, estas se subdividen a su vez en arterias interlobulillares y luego en arterias arciformes, que irrigan la corteza y dan lugar a numerosas y pequeñas arteriolas, que dan forma a los glomérulos. Estas arterias dispuestas peritubularmente drenan hacia pequeñas vénulas y luego a venas colectoras más anchas, finalmente a la vena renal, la que se conecta con la vena cava. La vena renal izquierda es más larga que la derecha, ya que debe cruzar la aorta para alcanzar la vena cava. (Kevin T. Patton, 2013)

b) Los Uréteres: Son dos conductos que transportan de forma activa la orina de los riñones a la vejiga urinaria. (Kevin T. Patton, 2013)

c) La Vejiga: Es una bolsa muscular colapsable, localizada directamente por detrás de la sínfisis del pubis y delante del recto, se encuentra situada por debajo del peritoneo parietal, que cubre exclusivamente su parte superior, destinado a contener la orina que llega de los riñones a través de los uréteres. Su capacidad es de unos 700-800 ml. En las mujeres se localiza anterior a la vagina y delante del útero, y en los hombres reposa sobre la próstata. (Kevin T. Patton, 2013)

d) La Uretra. Es el conducto altamente sistematizado que transporta y permite la salida al exterior de la orina contenida en la vejiga, donde es expulsada mediante un proceso llamado micción. (Kevin T. Patton, 2013)

1.5.2. Patología Renal

1.5.2.1. Infecciones Urinarias:

La infección urinaria consiste en la invasión, generalmente bacteriana, del urotelio cuyo resultado es una respuesta inflamatoria que habitualmente se presenta en la clínica con frecuencia, urgencia, disuria y piuria y bacteriuria asociada. La presencia de fiebre sugiere infección localizada en una estructura parenquimatosa. (Lopez., 2007)

Las infecciones bacterianas de las vías urinarias son uno de los principales problemas médicos, son muy frecuentes, resistentes a los tratamientos y tienden a recidivar. Son peligrosas porque tienden a causar enfermedades renales graves y sirven como fuente de diseminación de la infección hacia el torrente sanguíneo. (Lopez., 2007)

Las infecciones urinarias son las más frecuentes de todas las infecciones bacterianas en el ser humano. Es la infección nosocomial más frecuente y ocupa el segundo lugar entre las infecciones atendidas en atención primaria. Es la causa más frecuente de sepsis por bacilos gram negativos en pacientes hospitalizados y en trasplantados renales. (Lopez., 2007)

Es mucho más frecuente en mujeres durante la edad fértil. El 50% de las mujeres adultas tienen al menos un episodio en su vida. En el varón se observan dos picos de incidencia: el lactante menor de 3 meses condicionando en algunos casos sepsis neonatal y en los mayores de 70 años. (Lopez., 2007)

La diseminación hasta la vejiga no es tarea fácil, sobretodo en el varón donde la uretra (flácida) mide 20 cm de longitud. Por tanto, las infecciones urinarias resultan raras en los varones, a menos que los organismos sean introducidos por catéteres o cuando está alterada la actividad de enjuagado. Las cosas son diferentes en la mujer, su uretra no solo es mucho más corta (5 cm) sino que también se encuentra peligrosamente cerca del ano, una fuente continua de bacterias intestinales. Las infecciones urinarias resultan aproximadamente 14 veces más comunes en las mujeres que en los hombres, y por lo menos el 20 % de las mujeres sufre infección sintomática del tracto urinario en algún momento de la vida. (Lopez., 2007)

Durante la vida reproductiva, el epitelio vaginal contiene glucógeno debido a la acción de los estrógenos circulante, y ciertos lactobacilos colonizan la vagina y metabolizan el glucógeno para producir ácido láctico. Como resultado, el pH vaginal normal oscila alrededor de 5,0 lo que inhibe la colonización por gérmenes, excepto lactobacilos y ciertos estreptococos y difteroides.

1.5.2.2. Etiología

La invasión del aparato urinario sano está restringida a un grupo de microorganismos, conocidos como "uropatógenos", que son capaces de sobrepasar, soslayar o minimizar los mecanismos de defensa del huésped. (PIGRAU, 2013)

Más del 95% de las infecciones urinarias están causadas por una única especie bacteriana. E. coli causa entre el 75-95% de los episodios de cistitis aguda no complicada. Staphylococcus saprophyticus, Pro-teus mirabilis, Klebsiella pneumoniae, Streptococcus agalactiae y enterococos son responsables de la gran mayoría de los episodios restantes. (PIGRAU, 2013)

Los uropatógenos en la gran mayoría de las veces vienen de la propia microbiota intestinal. En pielonefritis no complicada, los agentes etiológicos son similares a los que causan cistitis no complicada y también es similar su patrón de resistencia a los antibióticos. En más del 80% de los casos de pielonefritis aguda el agente causal es E. coli. (PIGRAU, 2013)

1.5.2.3. Patogénesis

La mayoría de las bacterias ingresan al organismo a través de:

a) Vía ascendente: La uretra se encuentra habitualmente colonizada con bacterias. El masaje de la uretra y las relaciones sexuales en la mujer pueden forzar bacterias hacia la vejiga. (LOVESIO, INFECCIONES URINARIAS , 2011)

El empleo de preservativos puede aumentar este efecto traumático. Tanto el empleo de diafragma como de espermicidas que contengan nonoxylol-9 en la mujer, como el empleo de preservativos en el hombre se han asociado con una predisposición a la infección. (LOVESIO, INFECCIONES URINARIAS , 2011)

La deficiencia de estrógenos es reconocida como un factor predisponente para infecciones urinarias recurrentes en la mujer posmenopáusia, debido a los cambios en la flora vaginal, con reemplazo de los lactobacilos, que presentan una actividad protectora, por especies coliformes u otros uropatógenos. La *Escherichia coli* uropatogénica con frecuencia es compartida por parejas heterosexuales. La uretra femenina es corta y su proximidad con el introito vulvar y el área perianal facilitan la contaminación. Se ha demostrado que los organismos que producen infección urinaria en la mujer colonizan el introito vaginal y el área periuretral antes de que se produzca la infección urinaria. (LOVESIO, INFECCIONES URINARIAS , 2011)

b) Vía hematológica: La infección del parénquima renal por organismos presentes en la sangre no es infrecuente. Es habitual que se produzcan abscesos renales en pacientes con bacteriemia o endocarditis por *Staphylococcus aureus*. Otro agente bacteriano capaz de producir pielonefritis hematológica es la *Salmonella*. La pielonefritis experimental se puede producir por la inyección intravenosa de diversas especies bacterianas o de *Candida*. Es llamativo que las bacterias gram negativas, que suelen producir infección urinaria, difícilmente lo hagan cuando se inyectan por vía intravenosa. (LOVESIO, INFECCIONES URINARIAS , 2011)

c) **Vía linfática:** Si bien se han demostrado conexiones linfáticas entre los uréteres y el riñón en animales y en el hombre, y que el aumento de la presión en la vejiga puede producir un flujo linfático retrógrado hacia el riñón, no existen evidencias sobre un rol significativo de los linfáticos renales en la patogénesis de la pielonefritis. (LOVESIO, INFECCIONES URINARIAS , 2011)

1.5.2.4. **Microbiología**

Escherichia coli continúa siendo la especie más frecuentemente aislada en las infecciones urinarias a cualquier edad, incluidos los ancianos. Sin embargo, en estos últimos aumenta la frecuencia de ITU producida por gérmenes distintos, como *Proteus mirabilis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Citrobacter*, *Serratia*, *Providencia*, *Morganella morganii*, *Staphylococcus coagulasa negativo*, *Streptococcus* del grupo B, *Enterococcus*, *Pseudomonas aeruginosa* o *Candida*. Según la procedencia del paciente, el espectro de especies aisladas varía. En pacientes procedentes de la comunidad *E. coli* y *Staphylococcus coagulasa negativo* son más frecuentemente aislados. *Proteus mirabilis*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae*, *K. stuartii* son más frecuentes en instituciones que en la comunidad, aunque *E. coli* continúa siendo el organismo más común en mujeres. (LOVESIO, INFECCIONES URINARIAS , 2011)

Escherichia Coli es el patógeno oportunista aislado con más frecuencia de infecciones del tracto urinario, forma parte de la

familia Enterobacteriaceae está integrada por bacilos Gram negativos no espirulados, móviles con flagelos peritricos o inmóviles, aerobios-anaerobios facultativos, fermentadores y oxidativos en medios con glucosa u otros carbohidratos, catalasa positivos, oxidasa negativos, reductores de nitratos a nitritos, y poseedores de una proporción G+C de 39 a 59% en su DNA. Se trata de bacterias de rápido crecimiento y amplia distribución en el suelo, el agua, vegetales y gran variedad de animales.

Puede llegar al árbol urinario transportada por la circulación desde algún foco infeccioso distante; esta infección se ha producido por vía descendente. Los gérmenes llegan a la vejiga directamente a través de la uretra, la infección se ha producido por vía ascendente. (LOVESIO, INFECCIONES URINARIAS , 2011)

1.5.2.5. Clasificación

a) Según el agente etiológico

- Bacterianas.
- Micobacterianas.
- Micóticas.

b) Según su localización

- **Infección urinaria baja (cistitis y/o uretritis):** Los síntomas que la caracterizan son disuria (ardor al emitir el chorro miccional), polaquiuria (aumento de la frecuencia del número de micciones y todas ellas con escasa cantidad de

diuresis), tenesmo vesical (necesidad de continuar orinando una vez finalizada la micción completa), molestia o dolor suprapúbico, urgencia miccional (necesidad imperiosa de orinar), incontinencia y hematuria. (Horacio A. Argente, 2013)

- **Infección urinaria alta:**

- Pielonefritis agudas.
- Pielonefritis crónicas.

c) Según su complejidad

- **Bacteriuria asintomática:** Es la presencia de 10^5 UFCS/MI en orina en ausencia de reacción inflamatoria en el sedimento urinario sin leucocitosis) y sin síntomas.
- **IU no complicada:** Es la infección alta o baja que ocurre en la mujer adulta, no embarazada, sin alteración anatómica ni funcional del aparato urinario, esta es la forma más frecuente de IU. Sus variedades clínicas. (Lopez., 2007)
 - Cistitis aguda en mujeres jóvenes: se presenta con síntomas agudos de disuria, polaquiuria y dolor suprapubico.
 - Cistitis aguda recurrente en mujeres: la mayoría de los episodios de cistitis recurrente en las mujeres sanas son reinfecciones. Pielonefritis aguda en mujeres: esta

variedad de IU es sugerida por la presencia de fiebre, escalofríos, dolor en el flanco, náuseas y vómitos.

- **IU complicada:** Esta variedad se presenta como una IU alta asociada con patologías predisponentes y se caracteriza por fiebre, escalofríos, dolor en el flanco y síntomas de cistitis, se presenta generalmente por:
 - Paciente > 65 años.
 - Niños.
 - Diabetes.
 - Embarazo.
 - Trasplante renal
 - Alteraciones anatómicas
 - Presencia de catéter urinario.
 - Alteraciones anatómicas y funcionales del
 - Tracto Urinario.

d) Por su recurrencia :

Se denomina cuando presenta tres o más IUs sintomáticas en el plazo de 12 meses o cuando presenta dos o más IUs sintomáticas en seis meses Aproximadamente el 25 al 35% de un episodio inicial de infección urinaria es seguido por episodios recurrente. Constituyendo recaídas o persistencia bacteriana cuando el organismo infectante original se repite (95%), la cual es producida por una bacteria proveniente desde fuera del tracto urinario, cuyo reservorio es la microbiota

intestinal, y generalmente se presenta después de dos semanas del tratamiento del episodio inicial. (LOVESIO, INFECCIONES URINARIAS , 2011)

La recurrencia puede deberse a una re-infección o a una recidiva. En la gran mayoría de los casos la IU-R se debe a una re-infección. La recaída o persistencia bacteriana es muy infrecuente (menos de 5%), es producida por la misma bacteria desde un foco dentro del tracto urinario, en las primeras dos semanas después del tratamiento inicial y tiene la importancia que sus causas son curables.

Existen 2 tipos de infección recurrente.

- **Recidiva:** es la IU con el mismo microorganismo que aparece hasta 3 semanas después de completado el tratamiento, y significa falla para erradicar la infección. Se asocia con patología renal cicatrizal, litiasis, quistes, prostatitis, nefritis intersticial crónica e inmunocompromiso. (Horacio A. Argente, 2013)
- **Reinfección:** es la aparición de una nueva IU por otro germen, después de 7 a 10 días de haber sido erradicada la anterior. Esta forma representa el 80% de las infecciones recurrentes. (Horacio A. Argente, 2013)

Muchas mujeres sufren infecciones urinarias frecuentes. Alrededor del 20 por ciento de las mujeres jóvenes con una primera IU tendrán una infección recurrente. Las

investigaciones sugieren que uno de los factores de las infecciones urinarias recurrentes puede ser la capacidad de las bacterias a adherirse a las células que recubren el tracto urinario. (Horacio A. Argente, 2013)

Las mujeres jóvenes y sin factores de riesgo que sufren recurrencias poseen con gran frecuencia el serotipo no secretor de grupos sanguíneos y expresan, en las membranas de sus células epiteliales, dos únicos globósidos: sialosilgalglobósido (SGG) y disialosilgalglobósido (DSGG), que no son expresados por las mujeres secretoras y que actúan como receptores de E. coli uropatógenos. En estas mujeres la mayoría de recurrencias están producidas por la misma cepa de E. coli. Entre episodios esta cepa podría acantonarse o bien en el intestino, ya que en estos periodos con frecuencia se encuentra la cepa re infectante en heces o bien en el interior de las células superficiales de la vejiga donde crearían biofilms o pods, que contendrían bacterias bañadas en una matriz rica en polisacáridos y rodeadas por una envoltura de uroplactina. En mujeres posmenopáusicas, la falta de estrógenos predispone a las ITU recurrentes. (Horacio A. Argente, 2013)

Se ha demostrado que en ellas la administración de estradiol disminuye de manera significativa el número de episodios de ITU, a la vez que aumenta la población vaginal de

Lactobacillus y disminuye la de enterobacterias. (Horacio A. Argente, 2013)

1.5.2.6. Diagnóstico

Una vez realizada una exhaustiva anamnesis y exploración clínica que incluya tacto rectal en el hombre mayor de 50 años, se establece un diagnóstico presuntivo, el cual debe confirmarse a través del sedimento urinario, tiras reactivas y el estudio microbiológico.

El estudio microbiológico consta de tres partes: examen de los caracteres organolépticos, sedimento y cultivo en el que se identifican el número de colonias y el germen; se complementa con el antibiograma o prueba de susceptibilidad que determina in vitro la sensibilidad de los antimicrobianos. Es importante, que la muestra para la realización del urocultivo que constituye la comprobación diagnóstica, se realice en forma adecuada.

1.5.2.7. Técnicas para diagnóstico por imagen

a. Tomografía renal computarizada con contraste

Es sensible en el diagnóstico de pielonefritis; sin embargo, debido a su radiación, se debe realizar de forma selectiva en los casos en los que se sospecha de complicaciones como absceso renal o pielonefritis xantogranulomatosa. (Dra. Iraida Puñales Medel, 2010)

b. Ecografía renal y de vías urinarias

Sensibilidad del 77-80% y especificidad del 97-99%. Indicada en todo paciente con infección de vías urinarias febril o afebril.

Método rápido, no invasivo, sin emisión de radiación y de menor costo. Permite definir anatomía y tamaño renal.

No descarta reflujo vesicouretral pielonefritis ni cicatrices renales. (Dra. Iraida Puñales Medel, 2010)

c. Cistografía miccional seriada (CUMS):

Las pruebas ideales para detectar reflujo vesicouretral son la cistouretrografía miccional convencional con contraste y la cistouretrografía radioisotópica. La primera permite demostrar y clasificar el reflujo vesicouretral, y establecer la presencia de uretroceles, divertículos vesicales o valvas de la uretra posterior, por lo que es de elección para el estudio inicial del síndrome de eliminación disfuncional. Se utiliza para seguimiento. (Dra. Iraida Puñales Medel, 2010)

d. Resonancia Magnética (RM)

Tiene una alta sensibilidad para la detección de pielonefritis, comparable con DMSA, pero el papel de la resonancia magnética en la predicción de la presencia de reflujo vesicouretral de alto grado o riesgo de desarrollo de cicatrices renales es desconocido. La resonancia magnética tiene una ventaja sobre la ecografía renal y DMSA en la demostración de las malformaciones congénitas y la displasia renal; no obstante, la resonancia magnética no se utiliza de forma

rutinaria en la evaluación de los niños con Infección de vías urinarias debido a su alto costo, baja disponibilidad y la necesidad de sedación en los pacientes más pequeños. (Dra. Iraida Puñales Medel, 2010)

e. Gammagrafía renal con DMSA

Sensibilidad del 85% y especificidad del 95%. Indicada en el caso de pielonefritis clínica, anormalidades en ecografía renal, Infección urinaria grave/atípica o Infección urinaria recurrente según las especificaciones del grupo etario. Evalúa extensión del compromiso y la función renal. Es el patrón de oro para detectar pielonefritis aguda y cicatrices renales. Alto nivel de radiación relativa. (Dra. Iraida Puñales Medel, 2010)

1.5.3. Medicina Nuclear

La Medicina Nuclear se define como la especialidad médica donde se utilizan fuentes de radiación para el diagnóstico y/o tratamiento de las enfermedades. El fundamento de la Medicina Nuclear radica en marcar determinadas moléculas (denominadas “trazadores”) con algún isótopo radiactivo emisor de radiación gamma (M, 2006). La técnica SPECT (La tomografía computarizada por emisión del fotón único) es una modalidad de imagen que pertenecen a esta rama de la Medicina Nuclear y se utilizan para el diagnóstico y/o estadiaje de enfermedades. Su gran ventaja es su alta sensibilidad a la hora de detectar alteraciones en los órganos sin modificar su funcionalidad.

Los radioisótopos utilizados en Medicina Nuclear (MN), son artificiales, es decir, se producen en reactores nucleares, ciclotrón o generadores. En la práctica, el 90 % de los estudios se usa como radionúclido el Tecnecio metaestable (Tc99m). (Cesar Diaz Garcia F. J., 2004)

El origen de la Medicina Nuclear comienza con varios descubrimientos relevantes a finales del siglo XIX. Bequerel en 1896 descubrió la radioactividad en elementos naturales, al comprobar que ciertas rocas podían impresionar placas fotográficas en ausencia de luz, por este hallazgo recibió el premio Nobel de Física en 1903. Pierre y Marie Curie descubrieron el elemento Radio en 1898.

En 1957 el Dr. Hal Anger y el Dr. David Kuhl desarrollaron la gamma-cámara, dispositivo con el que se obtienen imágenes bidimensionales denominadas proyecciones, del radiotrazador distribuido en el sujeto bajo estudio. A raíz de este invento, comenzó el desarrollo del concepto de imagen tomográfica en Medicina Nuclear.

1.5.3.1. Radiación Ionizante

Las radiaciones electromagnéticas se encuentran en nuestro entorno natural, desde los rayos cósmicos, que nos bombardean desde el sol y las galaxias fuera de nuestro Sistema Solar, hasta algunos isótopos radiactivos que forman parte de nuestro entorno natural. La radiación ionizante es aquella onda o partícula que es capaz de arrancar los electrones de la materia con la que

interactúa. Es la radiación de más alta frecuencia y energía del espectro electromagnético. La radiación ionizante posee muchos usos prácticos en la industria, la agricultura y la medicina, pero presenta un riesgo para la salud cuando se usa de forma irresponsable (Podgorsak, 2010). Las radiaciones ionizantes provienen de sustancias radiactivas, que emiten radiación espontánea, o de generadores artificiales, tales como las fuentes de rayos X y los aceleradores de partículas.

La radiación ionizante se clasifica en dos tipos según el modo que ioniza la materia (Podgorsak, 2010):

a) Radiación Ionizante Directa

La energía se deposita en la materia en un sólo paso (interacción de Coulomb), entre la partícula ionizante y los electrones orbitales de los átomos de la materia con la que interactúa. Comprende las partículas cargadas (electrones, protones, partículas alfa y beta, iones pesados) las partículas más importantes son:

- Partículas alfa (α): formadas por dos protones y dos neutrones unidos en una partícula idéntica a un núcleo de Helio y poseen carga positiva. Son las partículas que más energía tienen, por lo tanto, las que producen un mayor daño en tejidos. Son fáciles de apantallar porque su capacidad de penetración se encuentra en el orden de micrómetros (con un folio de papel es suficiente). Debido a su alta energía no se utilizan en Medicina Nuclear.

- Partículas beta (β): constituidas por un electrón que sale despedido en un proceso radioactivo, por lo tanto poseen carga negativa. Su energía se encuentra entre los rayos gamma y las partículas alfa. Su capacidad penetración está en el orden de los milímetros, una lámina de aluminio es suficiente para realizar un apantallamiento seguro. En medicina se utilizan en algunos casos de terapia con radiación para matar células cancerígenas, y sus derivados como por ejemplo, la partícula beta+ (positrón) se utiliza en la técnica PET.

b) Radiación Ionizante Indirecta:

La energía se deposita en la materia en dos pasos y comprende las partículas neutras (como los fotones de rayos X y rayos gamma γ , neutrones).

Las radiaciones ionizantes directas e indirectas se utilizan en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. La rama de la Medicina nuclear que utiliza este tipo de radiación para el diagnóstico de enfermedades se conoce como Imagen Nuclear, y la rama de la Medicina Nuclear que utiliza las radiaciones ionizantes en el tratamiento de enfermedades se denomina radioterapia o radiología terapéutica.

Para el caso de la SPECT se utiliza la radiación gamma porque su capacidad de penetración en los tejidos es mayor que las partículas alfa y beta, lo cual permite diseñar sistemas

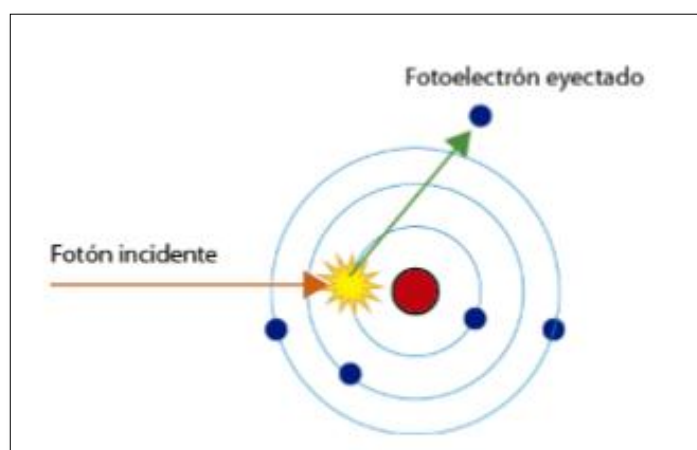
tomográficos que atraviesen los tejidos sin dañarlos para realizar imágenes médicas.

1.5.3.2. Interacciones entre los Rayos Gamma y la Materia

a) Efecto Fotoeléctrico

Este fenómeno es un proceso de absorción atómica en el cual un átomo absorbe totalmente la energía de un rayo gamma incidente. El resultado final es el desprendimiento del electrón de la banda donde estaba orbitando, originando un fotoelectrón (Ilustración N°2). Aplicando el Principio de Conservación de la Energía, se deduce que el electrón eyectado o fotoelectrón deja al átomo con una energía cinética igual a la energía del rayo gamma menos la energía del enlace orbital que tenía el electrón antes de la colisión. Si la energía del rayo gamma incidente es menor que la energía de enlace que tiene el electrón con el que interactúa no se libera ningún fotoelectrón

Ilustración 2 : Efecto Foto electrónico



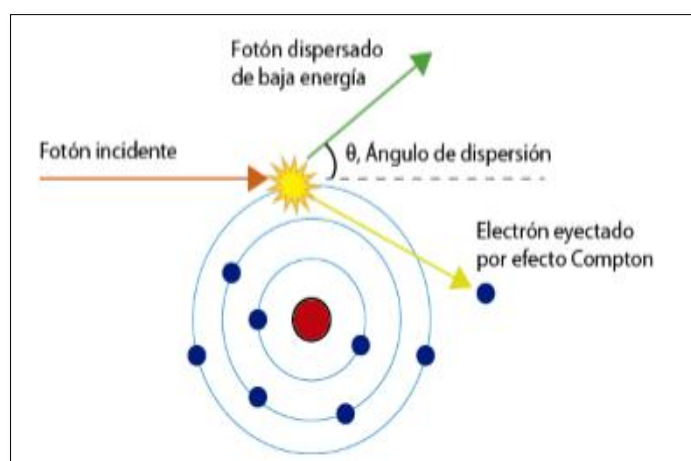
Por lo tanto, el efecto fotoeléctrico crea un vacío en la capa orbital de electrones y se produce la emisión de un rayo X o (electrón de Auger). En el caso de elementos químicos con número atómico bajo la energía del rayo X generado posee pocos KeV. En el caso de elementos químicos con número atómico elevado como el plomo o yodo, las energías de enlace están en el rango entre 20 – 100 keV. (Simon R. Cherry, 2003)

b) Efecto Compton

En la dispersión Compton un rayo gamma transfiere parte de su energía al electrón de la banda de valencia y se desprende de su enlace (Ilustración N°3). La dispersión Compton es un proceso análogo al de una bola de billar que golpea a otra, donde el rayo gamma cambia de dirección al incidir con el electrón. Esta desviación de su trayectoria puede provocar más efectos Compton o fotoeléctricos en caso de colisión con otros electrones del átomo.

Este es el proceso de interacción más común en el rango de energía de los rayos gamma. (Simon R. Cherry, 2003)

Ilustración 3: Fotón



1.5.3.3. SPECT

La tomografía computarizada por emisión del fotón único, SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography), es una técnica médica de tomografía que utiliza rayos gamma, se basa en la detección del único fotón procedente de la desintegración del radionúclido. Es equivalente en los estudios de medicina nuclear a lo que en radiología representa la tomografía computarizada (TC) pero basándose en la radiación emitida por el trazador intracorporal en lugar de emplear rayos X de una fuente externa. (Cesar Diaz Garcia F. J., 2004)

En la SPECT la cámara Anger gira alrededor del paciente mientras adquiere imágenes planares desde distintos (proyecciones o perfiles de cuentas). A partir de estas el equipo informático hace una reconstrucción que permite obtener la imagen tomográfica de la distribución del trazador en los tres planos del espacio (Axial, coronal y sagital) partiendo de los cortes primarios axiales. (Cesar Diaz Garcia F. J., 2004)

La trayectoria que describe el cabezal alrededor del eje longitudinal del paciente puede ser circular o elíptica, ajustando el técnico la posición de la camilla y del cabezal de forma que el radio de giro sea el menor posible. La orbita habitual es una circunferencia completa (360°), excepto en la SPECT miocárdica que se prefiere una semicircunferencia (180°). (Cesar Diaz Garcia F. J., 2004)

Las distintas proyecciones pueden adquirirse según dos modalidades: la modalidad continua, en la que el detector gira en torno al paciente en un movimiento continuo y a cada ángulo prefijado (de 3 o 6°) cambia de proyección, o mediante la modalidad “paso y disparo” en la que los cabezales permanecen estáticos mientras se adquiere una proyección y al finalizar giran hacia una nueva posición y vuelven a detenerse para adquirir la siguiente proyección. La modalidad de adquisición, movimiento angular y tiempo de adquisición por proyección son elegidos por medico en función de las características del estudio. Algunos fabricantes describen paradas de adquisición en número de proyecciones (habitualmente 32,64 o 128). Sin embargo, la notación más habitual describe las paradas o proyecciones en términos de movimiento angular. Habitualmente se adquieren imágenes cada 3 o 6°, lo que equivale a 120-60 imágenes en una órbita de 360° o a 60-30 imágenes si la órbita es de 180°. Lógicamente cuanto mayor sea el número de proyecciones y el tiempo de adquisición dedicado a cada una de ellas mayor será la resolución de la imagen, a expensas de invertir más tiempo en la adquisición. (Cesar Diaz Garcia F. J., 2004)

Adquirirlas las diferentes proyecciones, han de ser procesadas informáticamente para obtener el corte tomografico. El objetivo final de cualquier técnica de diagnóstico por imagen es obtener la resolución ideal en el menor tiempo de exploración posible. La SPECT, puesto que equivale a la suma de varias gammagrafías

simples, requiere más tiempo. Para reducir el tiempo de adquisición sin perder resolución de imagen, es decir, sin disminuir el número de cuentas adquiridas, cabría la opción teórica de aumentar la dosis del trazador. Así, el número de cuentas adquiridas por unidad de tiempo sería mayor y podría disminuir el tiempo de exploración. En la práctica esto no es posible por razones de radioprotección del paciente. La alternativa consiste en disponer de SPECT multicabezales, con dos, tres e incluso cuatro cabezas detectoras, que rastrean simultáneamente una porción del perímetro, disminuyendo proporcionalmente el tiempo de adquisición. (Cesar Diaz Garcia F. J., 2004)

Las principales aplicaciones de la SPECT se encuentran en el ámbito de la cardiología, la oncología, estudios de perfusión cerebral, patologías renales y Oseas. (Cesar Diaz Garcia F. J., 2004)

A) Tipos de estudio:

- a. Tomográfico:** se basa en adquirir proyecciones en diferentes posiciones angulares esqui espaciadas con un recorrido de 180° o de 360° según indique el usuario. En este tipo de estudio se deben utilizar algoritmos de reconstrucción para obtener la imagen final.
- b. Proyección:** Es una particularidad del anterior tipo de estudio donde se adquieren imágenes en una sola posición angular, obteniéndose imágenes planares o gammagrafías.

B) Modos de adquisición:

- a. Modo estático:** En esta variante la cama permanece en el mismo lugar desde el inicio de la adquisición, se genera un archivo en modo lista.
- b. Modo dinámico:** En este caso realizan varias adquisiciones en la misma posición de cama durante intervalos de tiempo consecutivos o temporales. Se obtienen varias imágenes tomográficas que muestran, por ejemplo, la evolución en el tiempo de la distribución de radiofármaco en el cuerpo del sujeto.
- c. Modo cuerpo entero estático:** El estudio se divide en varias posiciones de cama para realizar una adquisición del cuerpo del sujeto. Cada posición de cama corresponde a una imagen tomográfica o planar. Las imágenes resultantes se combinan vía software para obtener una única imagen donde se observe todo el cuerpo del sujeto bajo estudio.
- d. Modo cuerpo entero dinámico:** Este caso consiste en un estudio de cuerpo entero durante varios intervalos de tiempo consecutivos. Por tanto, se obtiene varias imágenes de todo el cuerpo del sujeto bajo estudio, en las que se muestra, por ejemplo, la evolución en el tiempo de la distribución del radiofármaco a lo largo de todo el cuerpo del sujeto.

C) La Gamma-cámara

La gamma-cámara, detector de radiación gamma que fue desarrollado por el Dr. Hal Anger y el Dr. David Kuhl 1957.

El primer elemento en la mayoría de las gamma-cámaras utilizadas en SPECT es el colimador. Se coloca delante del cristal detector.

La función de este elemento es proyectar la imagen procedente de la fuente de radiación en una determinada dirección. Los rayos γ que no viajen en la dirección de propagación adecuada son absorbidos por el colimador y no llegan al detector. Los colimadores están fabricados de un material pesado (elevado número atómico), normalmente plomo, tungsteno, platino u otro metal pesado. A continuación, se muestran los colimadores más empleados:

- a. Colimador Paralelo (Parallel-Hole):** Consiste en una lámina de un metal pesado absorbente, por ejemplo, plomo, que contiene un gran número de agujeros paralelo. Las paredes de plomo que hay entre las aberturas se denominan septa. El grosor de este material debe ser elegido adecuadamente en función de la energía máxima de los rayos gamma que se quiere detectar para que estos no crucen de un agujero a otro.
- b. Colimador Pinhole:** Consiste en una pieza cónica de un metal pesado absorbente. Dicha apertura se localiza al final

del cono, a una distancia del detector que determinará ciertos parámetros de la adquisición. El tamaño del agujero suele ser de unos pocos milímetros.

c. Colimador Divergente: Este tipo de colimador tiene aperturas que divergen desde la superficie del detector. Mediante su uso se proyecta una imagen de la fuente minimizada y no invertida sobre el detector.

d. Colimador Convergente: Este tipo de colimador tiene aperturas que convergen a un punto a cierta distancia por delante del colimador. Para objetos situados entre la cara del colimador y el punto de convergencia, el colimador convergente proyecta una imagen de la fuente magnificada, no invertida, sobre el detector.

1.5.3.4. Gammagrafía Renal con Tc 99m-DMSA

El procedimiento para realizar la gammagrafía renal con Tc99m DMSA fue establecido en 1997 por la American Society of Nuclear Medicine y más recientemente por el Paediatric Committee of the European Association of Nuclear Medicine. (Carrio & Gonzales, 2003)

Es un examen de medicina nuclear usado en nefrourología, en el cual se utiliza un trazador, como el Tc99m (Tecnecio 99m) marcado con DMSA (Ácido Dimercatosuccínico), el que tiene 84% de sensibilidad y 88% de especificidad, para detectar lesiones corticales renales agudas, producidas por pielonefritis. Para

lesiones seculares como las cicatrices, estas cifras son mejores que las de la urografía intravenosa y la ecografía. (Carrio & Gonzales, 2003)

Estudios experimentales en animales validaron la gammagrafía renal con Tc99m-DMSA como una técnica segura para la detección de lesiones infecciosas, agudas y crónicas en la corteza renal. Permite, además, la cuantificación de la masa renal funcionando, debido a que el radiofármaco es captado por las células tubulares funcionantes de la corteza renal. (Wein AJ, 2007)

La gammagrafía renal con Tc99m-DMSA es una exploración morfofuncional permite obtener información morfológica de ambas siluetas renales y simultáneamente conocer con precisión el porcentaje de función que corresponde a cada uno de ellos. Consiste en la administración por vía intravenosa del radioisótopo (Tc99m-DMSA) y con una dosis adecuada al peso corporal del paciente, que en adultos es de 5 mci a 8 mci aproximadamente, se incorpora a las células parietales del túbulo contorneado proximal desde los vasos peritubulares, de forma que, a partir de las 2 h de su administración, se encuentra en la corteza renal un 40-65 % de la dosis. Debido al alto grado de unión proteica del DMSA, únicamente una pequeña fracción de éste es filtrada y la reabsorción es prácticamente nula. La alta concentración de DMSA en la corteza renal permite objetivar las alteraciones del parénquima, así como las alteraciones de forma y situación del

riñón. Asimismo, la estrecha correlación existente entre el aclaramiento de creatinina y la captación tubular absoluta de la dosis administrada. Para obtener una imagen de buena calidad se debe de adquirir un número elevado de cuentas y durante un tiempo suficiente (mínimo 300.000 cuentas/imagen o adquisición durante un promedio de 5 min/imagen en matriz de 128 x 128). (Carrio & Gonzales, 2003)

La detección de lesiones corticales renales por medio de radioisótopos es una de las técnicas más usadas en el campo de la medicina nuclear pediátrica. La Gammagrafía renal con DMSA-Tc 99m, es considerado un examen de elección para la determinación de masa tubular funcionante, ya que este trazador se acumula en las células tubulares renales proximales en relación a la función regional, siendo muy sensible para la detección de daño regional cortical, lo que ha sido demostrado y validado en numerosos estudios clínicos y experimentales. (Carrio & Gonzales, 2003)

La Gammagrafía renal con Tc99m-DMSA fue considerado el gold standard para la detección de lesiones corticales y se catalogó como anormal cuando se encontró una o más áreas de menor captación focal cortical del trazador, disminución difusa de captación, alteración del tamaño renal o menor función relativa, no siendo ninguno de estos parámetros específicos de PNA. (Carrio & Gonzales, 2003)

La función renal relativa o función renal por separado, se obtiene mediante la división de la actividad de cada riñón por separado, medida durante la segunda fase, y por la suma de la actividad de ambos. Lo normal es que cada riñón contribuya con 50 +/- 5%, cuando la función de un riñón se encuentra afectada, su función relativa es inferior a 45% y se considera que no es recuperable por debajo de 10%. (Wein AJ, 2007)

a. Indicaciones Gammagrafía Renal con Tc 99m-DMSA

Las principales indicaciones son:

- Evaluación en las infecciones urinarias.
- Detección de pielonefritis aguda.
- Detección de secuelas de infecciones.
- Evaluación de masa renal funcionante para determinación de función renal relativa y seguimiento del crecimiento renal.

b. Radiofármaco DMSA- Tc99m

El DMSA (ácido dimercaptosuccinico), es un agente quelante que ha sido empleado para el tratamiento del envenenamiento por metales. El DMSA no es filtrado casi por el glomérulo debido a que su unión a proteínas es del 90%. Es capaz de unirse al tecnecio 99 metaestable (Tc99m) y formar un complejo Tc99m-DMSA. El mecanismo de captación no se conoce del todo y engloba escaso filtrado glomerular (que

puede que sea nulo) captación peritubular y secreción tubular.
(V Lloréns, 1999)

Al ser un fármaco renal de unión cortical, este complejo se une a proteínas plasmáticas, como la seroalbúmina, llegando así por la circulación peritubular y se concentra en las células del túbulo proximal y, la porción ascendente del Asa de Henle, en donde aproximadamente el 25-30% es captado por cada riñón, siendo la captación renal máxima del 42% aproximadamente de la dosis total. Su captación es sobre todo cortical. Debido al alto grado de unión proteica, únicamente una pequeña fracción de éste es filtrada, y la reabsorción es prácticamente nula, es por esto, que el Tc99m DMSA, es el mejor radiotrazador para evaluar la corteza renal. La extracción renal es aproximadamente del 50% a la hora de su inyección, y su eliminación en orina del 30% a las 14 horas. (V Lloréns, 1999)

La captación de DMSA disminuye en las siguientes condiciones: deshidratación, diuresis por manitol, cambios en el pH urinario y administración de mercuriales. (V Lloréns, 1999)

La captación del isótopo radiactivo en el DMSA refleja la función de las células tubulares renales, lo que depende del flujo sanguíneo intrarrenal y del transporte de la membrana celular. Los hallazgos obtenidos con DMSA, áreas de disminución de la vascularización y disminución de la captación respectivamente, están basadas en el mismo

fenómeno fisiopatológico, como el edema y la obstrucción de los túbulos colectores, que produce una vasoconstricción de las arterias y arteriolas adyacentes. La disminución del flujo sanguíneo parenquimatoso, proporciona una imagen funcional del tejido cortical renal y, de este modo, permite localizar lesiones renales al mostrar la hipoactividad o ausencia de función.

La infección interfiere con la recaptación del trazador por las células tubulares proximales, lo que se traduce en áreas hipocaptadoras reconocibles en el parénquima renal. Así, cuando la gammagrafía muestra áreas focales o difusas de captación del radioisótopo con preservación de la silueta renal, indicaría una pielonefritis aguda, mientras que la disminución en la captación con pérdida de silueta renal, sería un signo de lesión antigua.

c. Tecnecio 99m (Tc 99m)

Es el más usado en medicina nuclear. Se representa comercialmente como generador de Molibdeno 99 (Mo99) que tiene una vida media de 66 horas. El generador consta de un cilindro de vidrio además de otros materiales porosos (J. Pérez Piqueras, 1994). El Mo 99, radionúclido padre de vida media larga, decae en Tc99m que es el radionúclido hijo (Escobar, 2008), y presenta las siguientes características:

- Es un emisor gamma puro, por lo que la dosis de radiación absorbida por el tiroides al realizar una gammagrafía es

solo 0.2 – 0.5 rad/mCi. Su emisión gamma de 140 Kev es ideal para la detección en cámara gamma. Su vida media es de 6 horas.

- Su disponibilidad, es cómoda y económica a partir de su generador Mo99/Tc99m.
- Su administración por vía intravenosa, lo que permite que en sólo 20 – 30 minutos se concentre en el tiroides en cantidad suficiente (1-5% del Tc administrado) para que se pueda obtener la imagen.

1.5.3.5. Gammagrafía Renal Morfológica

Obtiene imágenes estáticas convencionales de un órgano volumétrico. Utilizada principalmente para la valoración anatómico-funcional renal. Detección de áreas de cicatriz como secuelas traumáticas relacionadas con infecciones urinarias. (Pilar & Osvaldo, 2004)

El protocolo de la Gammagrafía Renal Morfológica Tc 99m-DMSA del Servicio de MN del HNCASE Arequipa es:

A) Principio

Permite la demostración de la masa renal funcionante mediante la utilización de un radiofármaco que es captado directamente desde los vasos peritubulares, en los túbulos proximales de la corteza y de los nefrones yuxtamedulares.

B) Metodología del procedimiento

a. Preparación del paciente

- No es necesaria la suspensión de medicamentos.
- No es necesario el ayuno previo.
- Hidratación abundante antes del estudio (con excepción de los pacientes con insuficiencia renal que tengan restricción de líquidos).
- El paciente debe orinar antes de comenzar el estudio.

b. Radiofármaco:

- Tc99m-DMSA (ácido dimercaptosuccínico).
- Forma de administración: Endovenosa.
- Dosis:
 - Adultos: 148-185 MBq (4-5 mCi).
 - Niños: 1,5 MBq/kg (40 µCi/kg). Mínimo: 18,5 MBq (0,5 mCi).

$$\text{Actividad pediátrica (MBq)} = \frac{\text{Actividad en adulto (MBq)} \times \text{peso corporal (kg)}}{70 \text{ (kg)}}$$

C) Protocolo de adquisición

a. Instrumentación

- **Detector:** Gammacamara.
- **Colimador:** Paralelo de baja Energía propósitos Generales (LEGP) o de alta Resolución (LEHR).
- **Ventana de energía:** 15%, centrada en 140 Kev.
- **Modo de adquisición:** Estático.

- **Matriz de adquisición:** 256 x 256.
- **Zoom:** 1 o 1.45, en caso de niños aumentar si fuera necesario.

b. Protocolo de exploración

- Comenzar mínimo 2 horas post-inyección.
- **Colocación del paciente:** En decúbito supino, con detector centrado en región lumbar, brazos a la cabeza.
- **Proyecciones:** Anterior, Posterior, laterales y oblicuas anteriores y posteriores.
- **Tipo de Estudio:** Estático.

D) Procesamiento

Revisar las imágenes estáticas en busca de movimientos del paciente antes de comenzar el procesamiento y corregir el movimiento si es necesario.

E) Interpretación del estudio

Los estudios con DMSA presentan numerosas variantes de la normalidad, que se han estandarizado con el fin de aumentar la reproducibilidad de la interpretación. Estas variantes son:

a. Patrón Normal

- Siluetas renales en situación lumbar, con una captación renal relativa simétrica (del 45-55%).
- La mayor actividad se localiza en el córtex y la menor captación en la zona medial, con habitual presencia de

áreas hipoactivas de aspecto redondeado que corresponden a las estructuras pielocaliciales.

- Rectificación del contorno externo del polo superior del riñón izquierdo por una impronta esplénica.
- La persistencia de la lobulación fetal o una hipoactividad de los polos renales.
- El contorno de la mitad superior del riñón izquierdo puede estar rectificado por el decúbito del bazo.
- En los niños pequeños, los riñones pueden presentar una morfología triangular.
- Un riñón adelgazado con un eje transversal corto en la imagen posterior puede deberse a una rotación del órgano; si se ve este patrón es recomendable calcular la media geométrica.
- Una columna de Bertin hipertrofiada puede simular una duplicidad renal. (Carrio & Gonzales, 2003)

b. Patrón anormal

- Defectos focales de captación parenquimatosa únicos o múltiples, disminución difusa de captación o distribución irregular.
- Alteraciones del tamaño renal.
- Área de hipocaptación o por un defecto de captación cortical, único o múltiple. (J. Banzo, 1999)

F) Documentación del estudio

Documentar en placa o papel y archivar y DICOM.

1.5.3.6. SPECT Renal

Es una técnica especializada, permite obtener imágenes tridimensionales volumétricas de la distribución de un radiofármaco de localización preferencial en la corteza renal que nos ayuda en confirmar la presencia de lesiones corticales. También nos permite obtener una mayor sensibilidad, mejor relación órgano-fondo y una resolución espacial alta (Dr. Maurizio Dondi, 2008).

El protocolo del SPECT Renal Tc 99m-DMSA del Servicio de MN del HNCASE Arequipa es:

A) Principio

El pico de captación renal del Tc99m se produce a 2 horas de su administración endovenosa, es transportado por la proteína plasmática y captada por las células del epitelio tubular renal. El radiofármaco permanece estable hasta 6-7 h después de su incorporación celular y la excreción urinaria es muy baja (aproximadamente el 12% a las 2 h).

B) Metodología del procedimiento

a. Preparación del paciente

- No es necesaria la suspensión de medicamentos.
- No es necesario el ayuno previo.

- Hidratación abundante antes del estudio (con excepción de los pacientes con insuficiencia renal que tengan restricción de líquidos).
- El paciente debe orinar antes de comenzar el estudio.

b. Radiofármaco:

- Tc99m-DMSA (ácido dimercaptosuccínico).
- Forma de administración: Endovenosa.
- Dosis:
- Adultos: 148-185 MBq (4-5 mCi).
- Niños: 1,5 MBq/kg (40 µCi/kg). Mínimo: 18,5 MBq (0,5 mCi).

$$\text{Actividad pediátrica (MBq)} = \frac{\text{Actividad en adulto (MBq)} \times \text{peso corporal (kg)}}{70 \text{ (kg)}}$$

C) Protocolo de adquisición SPECT Renal

a. Instrumentación

- **Detector:** SPECT.
- **Colimador:** De alta resolución, baja energía.
- **Ventana de energía:** 15%, centrada en 140 Kev.
- **Modo de adquisición:** Tomográfico (paso y disparo).
- **Matriz de adquisición:** 64x64 con magnificación, 128 x 128 sin magnificación.
- **Zoom:** 1.45.
- **Órbita:**
 - Circular o de autocontorno.

- Rotación Posterior: 180 grados desde un lateral o 360 grados en caso de riñón en herradura o pélvico.
- Sentido: horario.

b. Protocolo de exploración

Comenzar terminando el estudio estático.

- **Colocación del paciente:** El paciente se coloca en decúbito supino, con detector centrado en región lumbar y miembros superiores flexionados sobre la cabeza.
- **Proyecciones:** Axial, Sagital, Coronal.
- **Número de pasos y tiempo por proyección:**
 - 180 grados: 32 pasos.
 - 360 grados: 64 a 128 pasos.
 - Tiempo por paso: 15 – 30 segundos.
 - Tipo de Estudio: Tomográfico.

D) Procesamiento

Revisar las imágenes estáticas en busca de movimientos del paciente antes de comenzar el procesamiento y corregir el movimiento si es necesario. Se realizan niveles de corte y se obtuvieron imágenes axiales, coronales, sagitales e imágenes volumétricas 3D.

E) Interpretación del estudio

a. Patrón normal

- Siluetas renales en situación lumbar, con una captación renal relativa simétrica (del 45-55%).

- La mayor actividad se localiza en el córtex y la menor captación en la zona medial, con habitual presencia de áreas hipoactivas de aspecto redondeado que corresponden a las estructuras pielocaliciales.
- Rectificación del contorno externo del polo superior del riñón izquierdo por una impronta esplénica.
- La persistencia de la lobulación fetal o una hipoactividad de los polos renales.
- El contorno de la mitad superior del riñón izquierdo puede estar rectificado por el decúbito del bazo.
- En los niños pequeños, los riñones pueden presentar una morfología triangular.
- Un riñón rotado puede presentar un aspecto adelgazado.
- Una columna de Bertin hipertrofiada puede simular una duplicidad renal. (Carrio & Gonzales, 2003)

b. Patrón anormal

- Una o más regiones del parénquima renal con captación disminuida del radiofármaco.
- Defectos focales de captación con pérdida del contorno renal y de volumen (aplanamiento del contorno renal o defectos en cuña).
- Suele estar localizada en los polos renales, más frecuentemente en el superior, o puede afectar todo el parénquima renal.

- Retrae la corteza hacia la papila renal, dando lugar a la cicatriz cortical. (Carrio & Gonzales, 2003)

F) Documentación del estudio

Documentar en placa o papel y archivar y DICOM.

1.6. CONCEPTOS BASICOS

- **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.
- **Gammagrafía Renal:** Es un estudio utilizado para ver evaluar el funcionamiento de los riñones, en la cual se administra un radiofármaco (Tc99m-DMSA), este es captado por las células del túbulo proximal, a las 2 horas postinyección se realiza la obtención de imágenes estáticas y/o tomográficas.
- **SPECT Renal:** Es una técnica de imagen que permite obtener imágenes en diferentes planos axiales, coronales, sagitales, nos muestra imágenes tridimensionales y nos ayuda a tener mejor sensibilidad diagnóstica con respecto a otras técnicas y/o estudios.
- **Gammagrafía Renal Morfológica:** Es una técnica de imagen que permite obtener imágenes estáticas planares en proyecciones anteriores, posteriores, oblicuas, laterales de ambos riñones.

- **Hipocaptación:** Es la captación en menor proporción y de una intensidad baja.
- **Contorno:** Bordes o límites de una superficie que se encuentra en la periferie o alrededor de una imagen.

1.7. HIPOTESIS

1.7.1. Hipótesis Principal

Si, el SPECT Renal permite obtener imágenes Tomográficas tridimensionales de la distribución de un radiofármaco de localización preferencial en la corteza renal que nos ayuda en confirmar la presencia de lesiones corticales y la Gammagrafía Renal Morfológica obtiene imágenes estáticas convencionales de un órgano volumétrico.

Entonces, el SPECT Renal es más útil que la Gammagrafía Renal Morfológica en pacientes con diagnóstico de Infección Urinaria Recurrente en el Servicio de Medicina Nuclear del HNCASE 2013-2016.

1.7.2. Hipótesis Secundarias

- Entonces, el SPECT Renal en pacientes con diagnóstico de Infección Urinaria Recurrente, es más sensible.
- Entonces, la Gammagrafía Renal Morfológica en pacientes con diagnóstico de Infección Urinaria Recurrente, es menos sensible.

CAPITULO II

PLANTEAMIENTO METODOLOGICO

2.1. NIVEL, TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:

2.1.1. Nivel de la Investigación:

- Explicativo-retrospectivo.

2.1.2. Tipo de la Investigación:

- Aplicada.

2.1.3. Diseño de la Investigación:

- Transversal.

2.2. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

2.2.1. Población

La población es de 26 pacientes con diagnóstico de infección urinaria recurrente que se calculó a partir de estas condiciones:

El estudio está integrado por las solicitudes de estudios gammagráficos que han sido atendidos en el servicio de medicina nuclear en el Hospital Nacional Carlos Alberto Seguí Escobedo en Arequipa. En el periodo de Enero 2013 a Mayo 2016, atendidos mediante un estudio por SPECT Renal y Gammagrafía Renal Morfológica con Tc 99m-DMSA.

2.2.2. Muestra

No se calcula la muestra porque se aplicó el instrumento a toda la población.

2.2.3. Criterios de selección

A) Criterios de Inclusión

- Pacientes que acuden por primera vez al servicio de medicina Nuclear.
- Pacientes con diagnóstico clínico de infección urinaria recurrente.
- Pacientes con un estudio de SPECT Renal.
- Pacientes con un estudio en Gammagrafía Renal Morfológica.

B) Criterios de Exclusión

- Pacientes con otras enfermedades del riñón.
- Pacientes que un día antes se hayan realizado otro tipo de estudio Gammagráficos.
- Ficha de datos dañados.
- Estudio Gammagráfico incompleto.
- Pacientes que solo tengan un estudio Gammagráfico.
- Resultados no concluyentes.

2.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO.

2.3.1. Técnicas

La técnica es de la observación documental de estudios Gammagráficos Renal DMSA-Tc99m. 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 utilizado es una ficha de observación documental:

Ficha de recolección de datos Gammagráficos (Anexo 2).

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.

Tabla 2 : Matriz de base de Datos

VARIABLES CONECTORES			GAMMAGRAFIA RENAL MORFOLOGICA DMSA-Tc99m										SPECT RENAL CON DMSA-Tc99m																	
N°	Sexo	Edad	CONTORNO		N° DEFECTOS DE HIPOCAPTADORES					RESULTADOS					CONTORNO		N° DEFECTOS DE HIPOCAPTADORES					RESULTADOS								
			Normal		Anormal		Polo Superior		Zona Media		Polo Inferior		(+)/cicatriz renal		(-)/cicatriz renal		Normal		Anormal		Polo Superior		Zona Media		Polo Inferior		(+)/cicatriz renal		(-)/cicatriz renal	
			RD	RI	RD	RI	RD	RI	RD	RI	RD	RI	RD	RI	RD	RI	RD	RI	RD	RI	RD	RI	RD	RI	RD	RI	RD	RI	RD	RI
1	F	23	X			X		X							X	X		X		X		X						X	X	
2	F	15		X	X								X			X		X	X	X					X		X		X	
3	F	33		X	X		X				X		X			X		X	X				X		X					
4	F	11	X			X		X					X	X		X		X		X							X	X		
5	F	63	X			X		X					X	X				X		X							X			
6	F	12		X	X		X					X			X		X		X						X					
7	F	55	X			X		X				X	X	X	X		X	X	X					X		X	X	X		
8	F	39	X			X		X			X		X	X		X	X	X	X				X	X	X	X				
9	F	62	X			X		X		X		X	X		X		X		X		X					X	X			
10	M	4	X	X									X	X																
11	F	34	X			X		X			X		X	X		X		X		X			X		X					
12	F	7	X										X		X		X		X							X	X			
13	M	61	X			X			X				X	X		X		X		X		X				X	X			
14	M	7	X			X		X		X		X	X		X		X		X		X		X		X	X	X			
15	F	73	X			X		X		X		X	X		X		X		X		X		X		X	X	X			
16	F	49				X		X		X		X				X	X	X	X		X		X	X	X	X				
17	F	19			X		X			X					X	X	X	X			X	X	X	X	X					
18	M	67	X			X			X				X	X		X				X						X	X			
19	F	10		X	X				X		X		X		X	X					X		X		X			X		
20	M	16		X	X		X				X			X		X	X	X					X	X	X					
21	F	67	X			X		X				X	X		X	X	X	X			X	X	X		X	X	X			
22	F	11	X			X				X		X	X		X		X				X				X		X	X		
23	F	65	X										X		X		X		X		X		X		X		X	X		
24	M	84	X										X		X		X		X		X		X		X		X	X		
25	F	55	X			X		X		X		X	X		X		X		X		X		X		X		X	X		
26	F	10		X	X		X				X			X		X	X	X								X		X		

2.4.2. Sistematización de Computo

Se procedió a la codificación de los datos que contenían dimensiones en la escala nominal para facilitar el ingreso de datos. El recuento de los datos fue electrónico, en base a la matriz diseñada.

2.4.3. Pruebas Estadísticas

Los resultados de la investigación son expresados en tablas de frecuencias y porcentajes. Se ha aplicado el método Kappa como método estadístico de concordancia de una variable realizada entre dos investigadores, tras eliminar la concordancia debida al azar.

$$Kappa = \frac{p_0 - p_e}{1 - p_e}$$

$$p_0 = \sum_{i=1}^k p_{ii}$$

$$p_e = \sum_{i=1}^k p_{i.} * p_{.i}$$

- Po: Se define como la proporción de concordancia observada realmente y se calcula sumando las marcas que representan la concordancia y dividiendo por el número total de ellas.
- Pe: Es la proporción esperada por azar y se calcula sumando las probabilidades de acuerdo por azar para cada categoría.

Fleiss (1981) ofrece una clasificación de los Kappas que nos puede ayudar a interpretar los coeficientes obtenidos.

Tabla 3: Interpretación del Índice Kappa de Fleiss (Fleiss, 1981)

Valor de K Fuerza de concordancia	
0.40 – 0.60	Regular
0.61 – 0.75	Buena
> 0.75	Excelente

Los parámetros utilizados para medir la calidad de nuestra toma de datos es:

- ❖ SENSIBILIDAD: mide la proporción de individuos con la enfermedad que son correctamente identificados con la prueba.
- ❖ ESPECIFICIDAD: mide la proporción de individuos sanos que son correctamente identificados con la prueba.
- ❖ VALOR PREDICTIVO POSITIVO (VPP): probabilidad de que la enfermedad está presente cuando el resultado de la prueba diagnóstica es positivo para la enfermedad.
- ❖ VALOR PREDICTIVO NEGATIVO (VPN): probabilidad de que la enfermedad está ausente cuando el resultado de la prueba diagnóstica es negativo para la enfermedad.

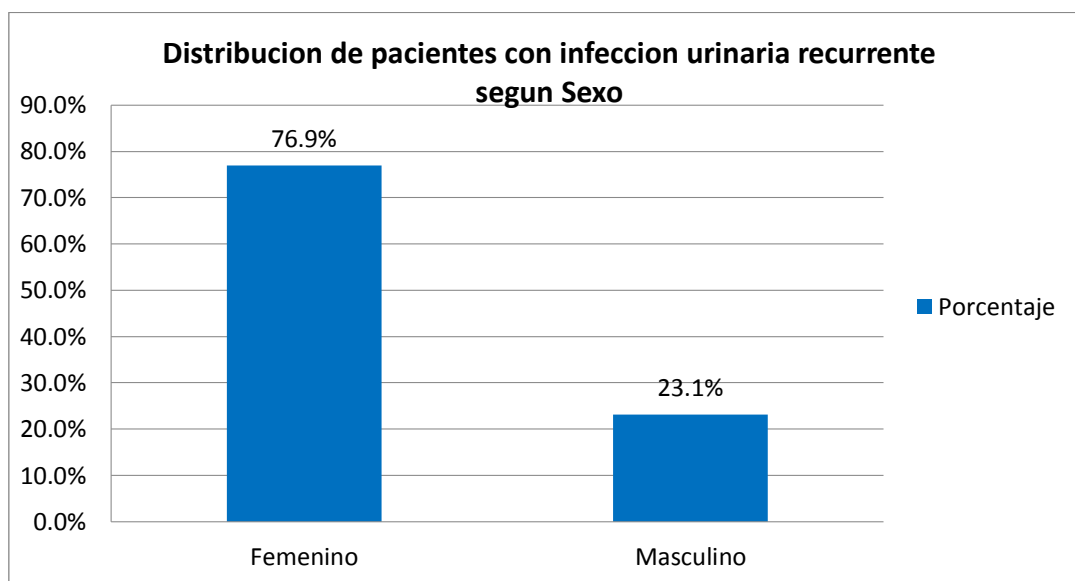
CAPITULO III

RESULTADOS

Tabla 4: Distribución de frecuencias y porcentajes del sexo en pacientes con infección urinaria recurrente.

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Femenino	20	76.9%
Masculino	6	23.1%
Total	26	100%

Gráfico 1 : Distribución de paciente con infección urinaria recurrente según Sexo.



Descripción e interpretación

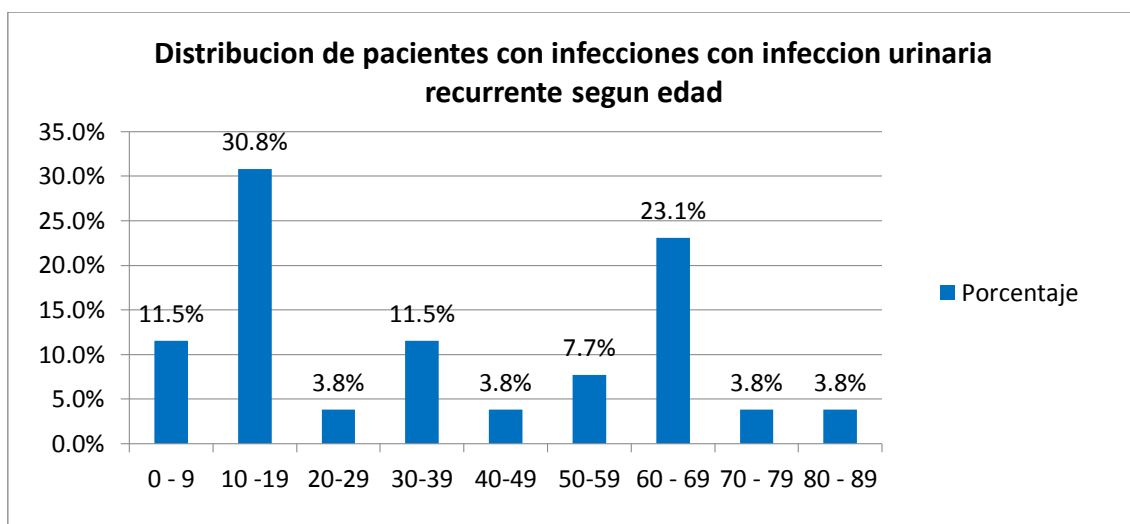
La distribución de frecuencias y porcentajes del sexo en pacientes con infecciones urinarias recurrentes, muestra que el 76.9% son de sexo femenino y el 23.1% son del masculino.

Es decir, los pacientes con infecciones urinarias recurrentes en su gran mayoría son de sexo femenino.

Tabla 5: Distribución de pacientes con infecciones urinarias recurrentes según edad.

Edad	Frecuencia	Porcentaje
0 - 9	3	11.5%
10 -19	8	30.8%
20-29	1	3.8%
30-39	3	11.5%
40-49	1	3.8%
50-59	2	7.7%
60 - 69	6	23.1%
70 - 79	1	3.8%
80 - 89	1	3.8%
TOTAL	26	100%

Gráfico 2: Distribución de pacientes con infección urinaria recurrente según edad.



Descripción e interpretación

La relación de pacientes con infección urinaria recurrente con la edad muestra las edades de pacientes entre 10 a 19 años con 30.8%, seguido de un 23.1% para las edades entre 60 a 69 años.

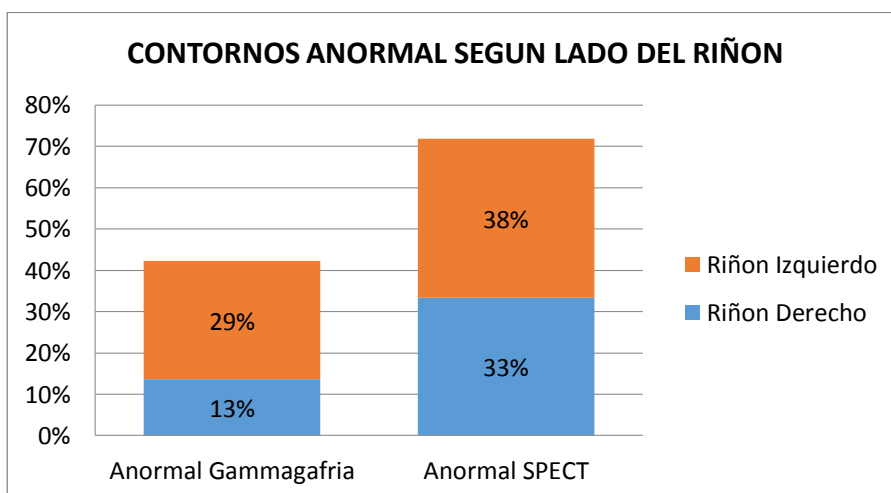
Es decir los pacientes con infección urinaria recurrente se presentan en su gran mayoría en las edades de 10 a 19 años y de 60 a 69 años.

Tabla 6 : Contornos Anormal según lado del riñón en pacientes con infección urinaria recurrente según técnica de evaluación SPECT Renal y Gammagrafía Renal Morfológica.

Contornos	Anormal Gammagrafía	Anormal SPECT	% Anormal Gammagrafía	% Anormal SPECT
Contorno riñón Derecho	7	10	13%	33%
Contorno riñón Izquierdo	15	20	29%	38%
Total	22	30	42%	72%

La gammagrafía renal presenta un índice de Kappa de 0.77. Mientras que el SPECT renal presenta un índice de Kappa de 0.75.

Gráfico 3: Contorno Anormal según el lado del riñón en pacientes con infección urinaria recurrente según técnica de evaluación SPECT Renal y Gammagrafía Renal Morfológica.



Descripción e interpretación

El contorno Anormal del riñón izquierdo aplicando la técnica de gammagrafía renal morfológica resulta un 29% y aplicando la técnica de SPECT renal resulta un 38%.

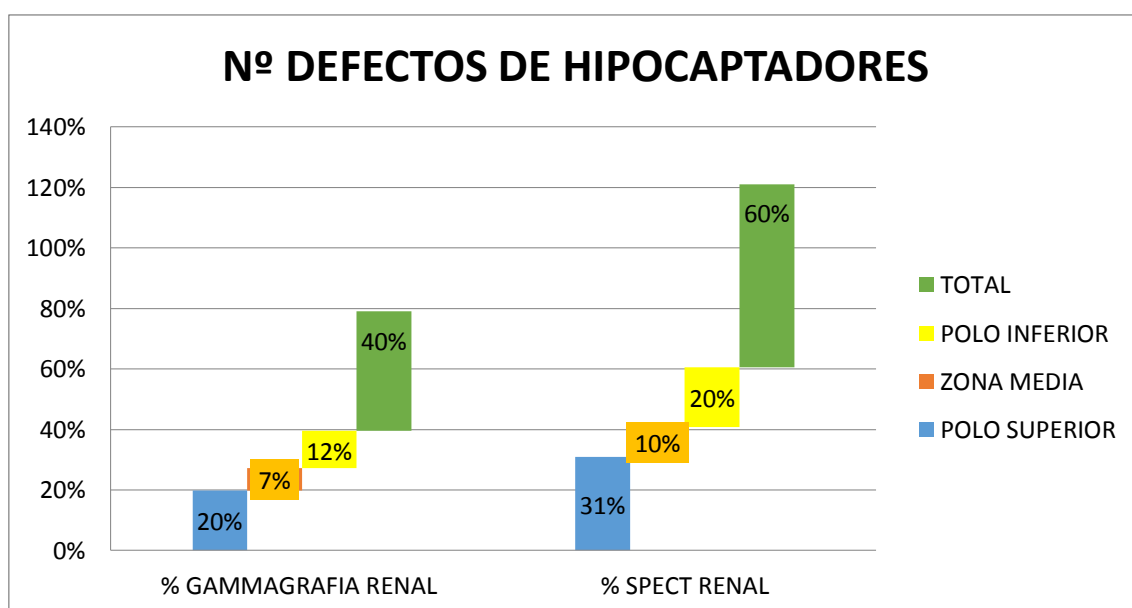
El contorno Anormal del riñón derecho aplicando la técnica de gammagrafía renal morfológica resulta un 13% y aplicando la técnica de SPECT renal resulta un 33%.

Es decir se ha detectado mayor contorno anormal en el riñón izquierdo con un 67% entre ambas técnicas.

Tabla 7: Defectos Hipocaptadores del Riñón en pacientes con infección urinaria recurrente según técnica de evaluación SPECT Renal y Gammagrafía Renal Morfológica.

Defectos Hipocaptadores	Gammagrafía Renal	SPECT Renal	% Gammagrafía Renal	% SPECT Renal
Polo Superior	16	25	20%	31%
Zona Media	6	8	7%	10%
Polo Inferior	10	16	12%	20%
Total	32	49	40%	60%

Grafico 4: Defectos Hipocaptadores del Riñón en pacientes con infección urinaria recurrente según técnica de evaluación SPECT Renal y Gammagrafía Renal Morfológica.



Descripción e Interpretación

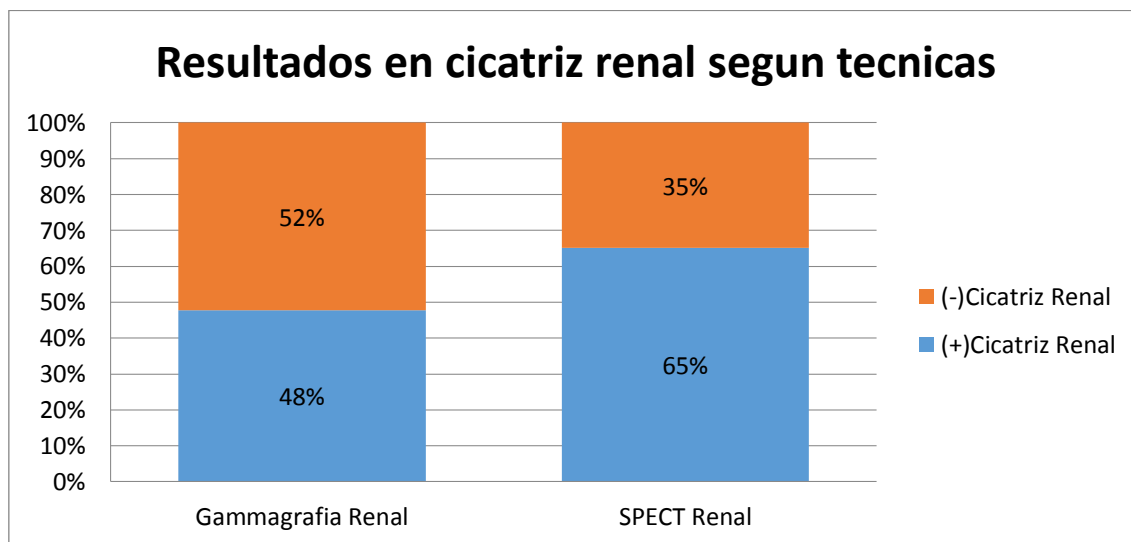
Los defectos hipocaptadores aplicando la técnica de gammagrafía renal morfológica resultan en el polo superior 20%, 12% en el polo inferior y 7% en la zona media. Los defectos hipocaptadores aplicando la técnica SPECT Renal resultan en el polo superior 31%, 20% en el polo inferior y 10% en la zona media. La técnica de Gammagrafía ha detectado un 40% de defectos hipocaptadores, mientras que el SPECT renal ha detectado un 60% de defectos hipocaptadores, es decir la técnica que detectó mayor porcentaje de defectos hipocaptadores fue el SPECT Renal.

Tabla 8: Resultados en cicatriz Renal según técnica de evaluación SPECT Renal y Gammagrafía Renal Morfológica.

Resultados	Gammagrafía Renal	SPECT Renal	% Gammagrafía Renal	% SPECT Renal
(+)Cicatriz Renal	22	30	48%	65%
(-)Cicatriz Renal	24	16	52%	35%
Total	46	46	100%	100%

La gammagrafía renal presenta un índice de Kappa de 0.77, sensibilidad de 86%, especificidad de 92%, VPP de 92% y VPN de 85%. Mientras que el SPECT renal presenta un índice de Kappa de 0.75, sensibilidad de 94%, especificidad de 86%, VPP de 76% y VPN de 97%

Gráfico 5: Resultados en cicatriz Renal según técnica de evaluación SPECT Renal y Gammagrafía Renal Morfológica.



Descripción e Interpretación

Los resultados en cicatriz renal aplicando la técnica de gammagrafía renal morfológica resulta 48% positivo para cicatriz renal y 52% negativo para cicatriz renal.

Los resultados en cicatriz renal aplicando la técnica de SPECT Renal resulta 65% positivo para cicatriz renal y 35% negativo para cicatriz renal.

Es decir, la técnica de SPECT Renal ha detectado en mayor porcentaje los casos positivos en cicatriz renal con respecto a la Gammagrafía Renal.

Discusión de los Resultados

Para el presente estudio se realizó una revisión retrospectiva de las fichas de los pacientes con infecciones urinarias recurrentes que cumplieran con los criterios de inclusión, los cuales tenían un estudio de Gammagrafía Renal Morfológica y SPECT Renal con DMSA-Tc99m.

En la **Tabla 4 y Grafico 1** se observa la relación de pacientes con infección urinaria recurrente con el sexo; en este estudio el resultado obtenido fue que los pacientes con infección urinaria recurrente en su gran mayoría son de sexo femenino con un 76.9 %, lo cual muestra un predominio en mujeres de 3:1. Esto se relaciona con el estudio Evaluación de la Gammagrafía Renal con DMSA y el Ultrasonido Renal en el Diagnóstico de Infección de Vías Urinarias Altas en Pacientes Pediátricos, estimando así que de sexo femenino fueron un 85% y un 15 % del sexo masculino.

En la **Tabla 5 y Grafico 2** se muestra la relación de pacientes con infección urinaria recurrente con la edad; en este estudio muestra que los pacientes con infección urinaria recurrente en su gran mayoría son de las edades entre 10 a 19 años con 30.8% y seguido de un 23.1% para las edades entre 60 a 69 años.

En la **Tabla 6 y Grafico 3** se muestra la relación de los contornos anormales según el lado del riñón en pacientes con infección urinaria recurrente según la técnica de evaluación; en este estudio se muestra que el riñón izquierdo presentar mayor contorno anormal con un 38% con la técnica de evaluación SPECT Renal y 29% con la técnica gammagrafía renal morfológica, representando el riñón izquierdo entre ambas técnicas un 67% de contorno anormal. Lo cual guarda relación con la literatura encontrada, Evaluación de la

Gammagrafía Renal con DMSA y el Ultrasonido Renal en el Diagnóstico de Infección de Vías Urinarias Altas en Pacientes Pediátricos, donde presenta una incidencia de defectos focales en el riñón izquierdo en un 57 %.

En la **Tabla 7 y Grafico 4** se muestra la relación de defectos hipocaptadores en pacientes con infección urinaria recurrente según la técnica de evaluación; en este estudio se muestra que la técnica de evaluación SPECT Renal detecta mayor cantidad de defectos hipocaptadores con un 60% con respecto a la técnica Gammagrafía Renal que solo detecto un 40% de defectos hipocaptadores, resaltando el polo superior con un 31 % de los defectos hipocaptadores. Lo cual guarda relación con la literatura encontrada, Daño renal cortical en niños con primera infección del tracto urinario alto, donde presenta una incidencia más intensa de hipocaptación en el polo superior con un 50%.

En la **Tabla 8 y Grafico 5** se muestra la relación de los resultados en cicatriz renal en pacientes con infección urinaria recurrente según la técnica de evaluación; en este estudio se muestra que la técnica de evaluación SPECT Renal detecta mayor resultado positivo con un 65% con respecto a la técnica Gammagrafía Renal que solo detecto un 48% de resultado positivo en cicatriz renal.

Conclusiones

PRIMERA: De la tabla 4 se concluye que los pacientes son principalmente del sexo femenino con el 76.9%.

SEGUNDA: De la tabla 5 se concluye que el grupo etario de 10 a 19 años representa mayoritariamente los pacientes con el 30.8%.

TERCERA: De la tabla 6 se concluye que el riñón izquierdo presenta mayor frecuencia de cicatriz renal con un 67%, en pacientes con diagnóstico de Infección Urinaria Recurrente según técnica de evaluación SPECT Renal y Gammagrafía Renal Morfológica.

CUARTA: De la tabla 7 se concluye que se detectó mayor frecuencia de cicatrices renales en el polo superior para ambas técnicas de evaluación SPECT Renal con el 31% y Gammagrafía Renal Morfológica con el 20%.

QUINTA: De la tabla 8 se concluye que SPECT Renal en pacientes con diagnóstico de Infección Urinaria Recurrente es más sensible que la Gammagrafía Renal Morfológica en la detección de cicatriz renal.

SEXTA: De las tablas 7 a 8 se concluye que el SPECT Renal es más útil que la Gammagrafía Renal Morfológica en pacientes con diagnóstico de Infección Urinaria Recurrente en el Servicio de Medicina Nuclear del HNCASE 2013-2016; quedando validada la hipótesis de estudio.

Sugerencias

- 1.** Se sugiere a los estudiantes de Tecnología Médica del área de radiología, realicen un trabajo de investigación, donde puedan comparar técnicas de Gammagrafía Renal Morfológica con SPECT Renal DMSA-Tc99m, en pacientes con patologías urinarias.
- 2.** Se sugiere a los Profesionales Médicos tomar en cuenta la realización de estudios y/o técnicas como la Gammagrafía renal morfológica y SPECT renal ya que nos brindan una mejor sensibilidad diagnóstica en pacientes con infecciones urinarias recurrentes en la detección de cicatrices renales.
- 3.** 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.

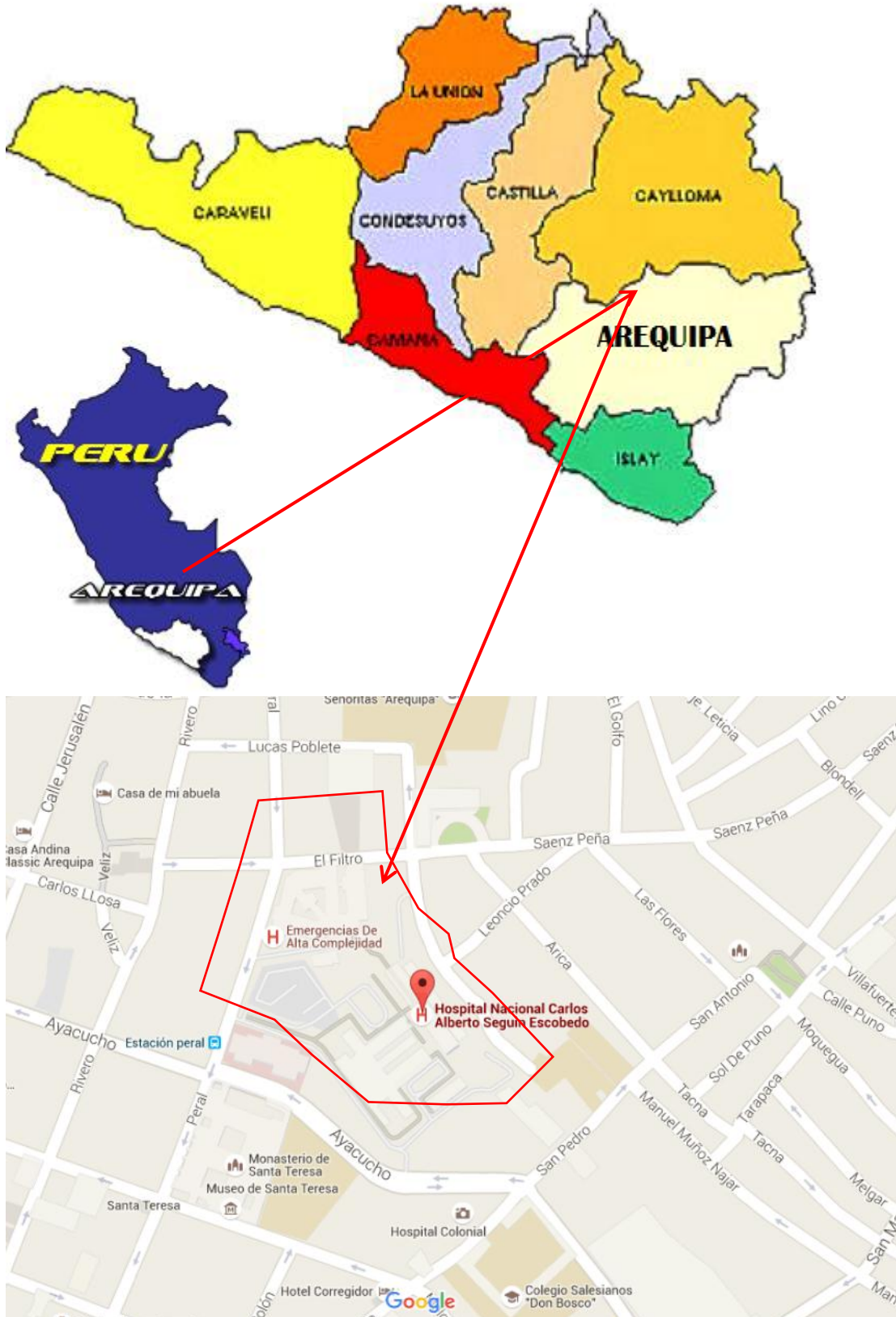
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agur MR, D. F. (2007). *Atlas de Anatomía*. Madrid : Panamericana .
- Cesar Diaz Garcia, F. J. (2004). *Tecnicas de exploracion en Medicina Nuclear* . Barcelona: Elsevier.
- Ciarlo, A. (2003). *Metodos diagnósticos en medicina nuclear para la evaluacion de patologias renales*. Universidad Nacional De General San Martin.
- Escobar, J. M. (2008). *Manual de Radiofarmacia*. Madrid: Diaz Santos .
- Francisco Javier González García, R. M. (2000-2008). *Manual a Mir Urologia* . Madrid.
- Horacio A. Argente, M. E. (2013). *Semiologia Medica 2.a Edicion Fisiopatologia, Semiotecnia y Propedeutica*. Lima: Panamericana.
- J. L. Matesanz Perez, J. M. (1997). *Utilidad de la Gammagrafia con acido dimercaptosuccinico(DMSA) con Tc 99m en el protocolo de estudio de la infeccion urinaria en un hospital de segundo nivel*. España: Asociación Española de Pediatría.
- J. Pérez Piqueras, J. L. (1994). *Medicina Nuclear Clinica*. Madrid.
- José L. Rodríguez, A. P. (1996). *Spect renal con TC99M-DMSA reorientacion y procesamiento*. Habana : Centro de Investigaciones Clinicas.
- Lopez., J. M. (2007). *A MIR Medicina*. Madrid: Marban .
- Lovesio, c. (2011). *Infecciones urinarias 1a ed*. Argentina: Corpus.
- M, D. (2006). *Tecnicas de generacion de imagenes medicas In:Ingenieria Biomedica Imagenes Medicas, Vol. Ciencia y Tecnica*. Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.

- Martínez, E. M. (2009). *Papel del 99mTc-DMSA en el diagnóstico de pielonefritis aguda en niños con infección del tracto urinario*. Sevilla.
- Podgorsak, E. B. (2010). *Radiation physics for medical physicists*. New York: Springer.
- Regina Cardelús, C. G. (2013). *Anatomofisiología y Patologías básicas*. Madrid: Grupo Macmillan.
- Rodrigues, C. E. (1997). *Consideraciones anatómicas sobre la fusión renal*. Temuco.
- Simon R. Cherry, J. A. (2003). *Physics in Nuclear Medicine*. Madrid: Elsevier.
- Urología, C. C. (2012-2015). *Anatomía - Órganos Urológicos*. Praga: Confederación Americana de Urología.
- V Lloréns, T. R. (1999). *Radiotrazadores y método en Nefrología Nuclear*. Madrid: Elsevier.
- Carolina Pérez (2008). *Evaluación de la Gammagrafía Renal con DMSA y el Ultrasonido Renal en el Diagnóstico de Infección de Vías Urinarias Altas en Pacientes Pediátricos*. Bogotá: Colombia.
- Tulio Amaya (2011). *Daño renal cortical en niños con primera infección del tracto urinario alto*. La Habana: Cuba

ANEXOS

ANEXO 1: Mapa de Ubicación



ANEXO 2: Glosario

Ácido dimercaptosuccínico(DMSA): Es un compuesto disulfhidrilo, es decir, con dos grupos sulfhidrilo que es de utilidad en medicina y toxicología en casos de intoxicación por mercurio, arsénico y plomo. Se administra en la forma de succímero para mayor estabilidad.

Actividad: Magnitud física que mide el número de transformaciones espontaneas ocurridas en una sustancia por unidad de tiempo.

Átomo: Partícula más pequeña en que puede dividirse un elemento sin perder las propiedades químicas que le caracterizan. Está constituido por un nucleo central formado por neutrones y protones y por un conjunto de electrones orbitales alrededor de este.

Bequerelio: Unidad de actividad radiactiva en el sistema internacional, equivalente a 1 desintegración por segundo.

Ciclotrón: Acelerador de partículas capaz de producir isotopos radiactivos, de muy corto periodo de semidesintegración, que se utilizan para marcar un fármaco de aplicación en diagnóstico por imágenes, útil para el diagnóstico temprano del cáncer y otras enfermedades.

Contaminación Radiactiva: presencia indeseable de sustancias radiactivas en seres vivos, objetos o en el medio ambiente.

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.

Desintegración Radiactiva: Proceso espontáneo por el cual los átomos de núcleos inestables disipan su exceso de energía emitiendo una partícula, capturando un electrón orbitario fisionándose.

Detector de Radiaciones: Instrumento que mide un campo de radiación o la cantidad de material radiactivo en una muestra o en una superficie.

Dosis: medida de radiación que recibe o absorbe una persona.

Gammagrafía: Obtención de imágenes radiográficas a partir de la radiación gamma emitida por una fuente radiactiva.

Gammagrafía Renal: Estudio de la morfología y la perfusión renal mediante el uso de radiofármacos de rápida eliminación renal y de una gammacámara de alta resolución.

Generador de radiación: Dispositivos capaces de generar radiación tal como rayos x, neutrones, electrones u otras partículas cargadas.

Infección Urinaria: Infección frecuente en adultos y niños, provocada por bacterias, virus, hongos y ciertos parásitos. A menudo se debe a reflujo vesicouretral.

Infección del Tracto Urinario (ITU): Infección de una o más estructuras del tracto urinario usualmente producidas por bacterias gramnegativas, sobre todo *Escherichia coli* o especies como *Klebsiella*.

Medicina Nuclear: Utilización de los radioisótopos, como fuentes encapsuladas y no encapsuladas, con fines médicos de diagnóstico o terapia. Se usan "in vivo" (servicios de medicina nuclear) o "in vitro" (laboratorios de radioinmunoanálisis).

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 $3,7 \times 10^7$ desintegración por segundo.

Radiofármaco: Medicamento que contiene una sustancia radiactiva y se utiliza para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades.

Radioisótopo: Elemento que emite espontáneamente radiaciones ionizantes.

Radionúclido: Nucleído que sufre transformación espontánea de su núcleo con emisión de radiación ionizante.

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.

SPECT: Tomografía Computarizada por Emisión de Fotón Único, es una técnica no invasiva de diagnóstico que permite la adquisición de imágenes que representan la información funcional de determinadas estructuras biológicas.

Tecnecio 99m: Solución inyectable, estéril, isotónica y libre de endotoxinas bacterianas. Se utiliza en medicina nuclear, mezclado con compuestos marcadores, para efectuar diagnósticos por imágenes de órganos y glándulas.

Vida media: Es el tiempo que tarda en desintegrarse un radioisótopo a la mitad de su masa inicial.

ANEXO 3: Instrumento.

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS GAMMAGRAFICOS
--

FICHA N° _____

NOMBRES Y APELLIDOS _____

ESTUDIO _____ FECHA DE ESTUDIO: _____

SEXO F M

EDAD _____

1. Gammagrafia Renal Morfologica con DMSA-Tc99m

1.1 CONTORNOS		RD	RI
	Normal		
	Anormal		

1.2 NUMERO DE DEFECTOS HIPOCAPTADORES		RD	RI
	Polo Superior		
	Zona Media		
	Polo Inferior		

1.3 RESULTADOS		RD	RI
	(+) Para cicatriz renal		
	(-) Para cicatriz renal		

2. SPECT renal con DMSA-Tc99m

2.1 CONTORNOS		RD	RI
	Normal		
	Anormal		

2.2 NUMERO DE DEFECTOS HIPOCAPTADORES		RD	RI
	Polo Superior		
	Zona Media		
	Polo Inferior		

2.3 RESULTADOS		RD	RI
	(+) Para cicatriz renal		
	(-) Para cicatriz renal		

ANEXO 4: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES
Problema principal	Objetivo general	Hipótesis principal	SPECT Renal con Tc99m-DMSA	Contornos	Normal Anormal
¿De qué manera el SPECT Renal es más útil que la Gammagrafía Renal Morfológica en pacientes con diagnóstico de infección urinaria recurrente en el Servicio de Medicina Nuclear del HNCASE Arequipa. Enero 2013 a Mayo 2016?	Determinar si el SPECT Renal es más útil que la Gammagrafía Renal Morfológica en pacientes con diagnóstico de infección urinaria recurrente en el Servicio de Medicina Nuclear del HNCASE. Arequipa. Enero 2013 a Mayo 2016.	Si, el SPECT Renal permite obtener imágenes Tomográficas tridimensionales de la distribución de un radiofármaco de localización preferencial en la corteza renal que nos ayuda en confirmar la presencia de lesiones corticales y la Gammagrafía Renal Morfológica obtiene imágenes planares convencionales de un órgano volumétrico. Entonces, el SPECT Renal es más útil por su sensibilidad diagnóstica que la Gammagrafía renal morfológica en pacientes con diagnóstico de infección urinaria recurrente en el Servicio de Medicina Nuclear del HNCASE 2013-2016.		Numero de defectos Hipocaptadores	Polo Superior Zona Media Polo Inferior
				Resultados	(+) para Cicatriz Renal (-) para Cicatriz Renal
Problemas Secundarios	Objetivos Especificos	Hipótesis Secundaria	Gammagrafía Renal Morfológica con Tc99m-DMSA	Contornos	Normal Anormal
¿Cómo es el SPECT Renal en pacientes con diagnóstico de infección urinaria recurrente?	Analizar el SPECT Renal en pacientes con diagnóstico de infección urinaria recurrente.	Entonces, el SPECT Renal en pacientes con diagnóstico de infección urinaria recurrente , es más sensible.		Numero de defectos Hipocaptadores	Polo Superior Zona Media Polo Inferior
¿Cómo es la Gammagrafía Renal Morfológica en pacientes con diagnóstico de infección urinaria recurrente ?	Analizar la Gammagrafía Renal Morfológica en pacientes con diagnóstico de infección urinaria recurrente.	Entonces, la Gammagrafía Renal Morfológica en pacientes con diagnóstico de infección urinaria recurrente , es menos sensible.		Resultados	(+) para Cicatriz Renal (-) para Cicatriz Renal

