

Universidad de Valparaíso
Facultad de Medicina
Escuela de Tecnología Médica

“Estudio del índice sacroilíaco según género y rango etario en exámenes de cintigrama óseo de pacientes atendidos en tres Unidades de Medicina Nuclear de la Región de Valparaíso entre los años 2016 y 2017”

Seminario de Grado
presentado en conformidad a los requisitos para obtener
el Grado Académico de
“Licenciado en Tecnología Médica con mención en Imagenología y Física Médica”

Juan Antonio Barra Bascañán
Kevin Brian Ketterer Pacheco
Camila Ximena Ugarte Santander

Profesor Guía: Christhal Jocelyn Oyarzún Véliz

Profesor Co Guía: Claudio Opazo Rojas

Universidad de Valparaíso

Facultad de Medicina

Escuela de Tecnología Médica

“Estudio del índice sacroilíaco según género y rango etario en exámenes de cintigrama óseo de pacientes atendidos en tres Unidades de Medicina Nuclear de la Región de Valparaíso entre los años 2016 y 2017”

Seminario de Grado

presentado en conformidad a los requisitos para obtener

el Grado Académico de

“Licenciado en Tecnología Médica con mención en Imagenología y Física Médica”

Juan Antonio Barra Bascañán

Kevin Brian Ketterer Pacheco

Camila Ximena Ugarte Santander

Profesor Guía: Christhal Jocelyn Oyarzún Véliz

Profesor Co Guía: Claudio Opazo Rojas

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el regalo dichoso de la vida, ya que sin ella no hubiese sido posible realizar este largo proceso y de esta forma poder cerrar una etapa importante en el desarrollo de nuestra carrera.

A cada una de nuestras familias, por su constante preocupación en el progreso de esta memoria, y por todo el sacrificio realizado a lo largo de nuestra carrera.

A la Tecnólogo Médico y profesora guía Christhal Oyarzún, por su apoyo y confianza en nosotros durante el desarrollo de esta investigación ya que, sin las inquietudes desplegadas en su área de trabajo, no hubiese sido posible comenzar con lo que surgió como una simple idea. Además, queremos destacar su determinación y perseverancia, ya que su gran espíritu de investigación nos dio la fuerza para seguir adelante y desarrollar este estudio. No está de más mencionar a su gato Chimuelo, que indirectamente colaboró en su revisión.

Al doctor Claudio Opazo, por autorizarnos a trabajar en los centros involucrados en esta investigación y acceder a la información necesaria para ésta. De la misma forma, agradecemos el hecho de creer en nosotros y en la prosperidad de este tema.

A todo el equipo médico, que anónimamente colaboró en la resolución de las inquietudes surgidas a lo largo de todo el proceso de investigación.

Y en último lugar, pero no menos importante, al comité de investigación de la Universidad de Valparaíso, por el constante seguimiento y ayuda entregada para el cumplimiento de nuestro proyecto.

El culmine de esta investigación, resulta ser un pequeño paso para el desarrollo de una gran vida laboral.

“Todas las cuentas son, lógicamente, fotones, pero no todos los fotones consiguen ser cuentas”

Dedicado a mis padres, por su eterno ánimo y apoyo incondicional. Gracias por guiarme siempre por el mejor camino y por darme la oportunidad de convertirme en lo que actualmente soy.

A mi hermana, por transformarse en un pilar fundamental, y en mi modelo a seguir. Gracias por cada palabra y momento compartidos en este viaje.

A mi grupo, por transformarse en una pequeña familia con la que fue posible terminar esta, a momentos, interminable odisea.

“Quizá debas conocer la oscuridad antes de poder apreciar la luz” – Madeleine L’Engle.

“Si te preocupas demasiado por lo que podría salir mal, es posible que te pierdas la oportunidad de hacer algo grandioso”.

Juan Barra Bascuñán

Dedicado a mi familia, por su gran apoyo y confianza puestas para el cumplimiento de mis metas.

A mi grupo, por incluirme en su manada y hacerme parte de esta tesis, por el gran esfuerzo y sacrificio hecho día a día; que, a pesar de ser un arduo trabajo, nunca perdió el sentido del humor y con los cuales formé un lazo que va más allá de una simple amistad.

“Para empezar un gran proyecto, hace falta valentía. Para terminar un gran proyecto, hace falta perseverancia”.

Kevin Ketterer Pacheco

Dedico este trabajo a mis padres que de forma externa siempre han colaborado en el desarrollo de mi carrera, para que a futuro logre ser una excelente profesional.

A los futuros colegas con quienes trabajé en este proyecto, ya que sin ellos el proceso hubiese sido lento y monótono.

A toda la gente que ha confiado en mí, en mis capacidades y en los logros que he obtenido en el camino gracias a la voluntad, constancia, esfuerzo y dedicación.

“Tienes que liberar tu mente para hacer cosas que no pensarías que puedes hacer”. - Carl Lewis

“Nunca subestimes el poder de los sueños y la influencia del espíritu humano. El potencial para la grandeza está en nuestro interior”. - Wilma Rudolph

Camila Ugarte Santander

RESUMEN

El índice sacroilíaco (ISI) corresponde a una herramienta utilizada en exámenes de cintigrama óseo para evaluar el grado de mineralización ósea a nivel de la articulación sacroilíaca.

El propósito de esta investigación fue obtener datos representativos de la mediana de ISI, debido a la falta de actualización de estos valores, en una muestra de pacientes atendidos en tres unidades de medicina nuclear ubicadas en la región de Valparaíso, descritos de acuerdo a edad y sexo.

Este estudio fue de tipo observacional, retrospectivo y descriptivo. La muestra empleada correspondió a 346 datos de pacientes obtenidos de estudios de cintigramas óseos que cumplieron con los criterios de elegibilidad. A continuación, se procedió a analizar la imagen de cuerpo entero posterior mediante el software Oasis para realizar el cálculo del ISI.

Se obtuvo valores correspondientes a la mediana del ISI, descritas de acuerdo a las variables de edad y sexo, tanto para la totalidad de la muestra como para cada centro por separado. El valor de la mediana para el ISI izquierdo en el primer cuartil de la totalidad de la muestra en mujeres fue de 1.59 y 1.43 en hombres. Para la muestra del Hospital Dr. Gustavo Fricke, el valor en mujeres fue de 1.63 y en hombres fue de 1.53. En la muestra de mujeres del Centro de Medicina Nuclear Viña del Mar fue de 1.46 y 1.39 en hombres.

Se puede concluir con el estudio que es recomendable que cada centro cuente con sus propias tablas de valores de ISI debido a las diferencias encontradas en éstos al describirlos de manera particular.

Palabras clave: Cintigrama óseo, articulación sacroilíaca, sacro, región de interés, índice sacroilíaco.

ABSTRACT

The sacroiliac index (SII) corresponds to a tool used in bone scintigraphy exams to evaluate the degree of bone mineralization at the sacroiliac joint.

The purpose of this investigation was to obtain representative data on the SII median, due to the lack of updates of this values, in a sample of patients attended on three nuclear medicine units located on the Valparaiso region, described according to their age and gender.

It was an observational, retrospective and descriptive type of study. The used sample corresponded to 346 patient's data recolected from bone scintigraphy studies that met the selection criteria. Subsequently, we proceeded to analyze the posterior full body image through the Oasis software in order to calculate their SII.

We obtained values corresponding to the SII median, described according to age and gender variables, both for the whole sample and for each nuclear medicine center. The left SII median on the first quartile for the whole sample was 1.59 for women and 1.43 for men. On the Dr. Gustavo Fricke Hospital sample, the women value was 1.63, and 1.53 for men. On the women sample at the Viña del Mar Nuclear Medicine Center, the value was 1.46, while the men sample was 1.39.

With this study, it was concluded that it is advisable that each nuclear medicine center has its own SII values tables, due to the differences found on these when each one was described particularly.

Key Words: Bone scintigraphy, sacroiliac joint, sacral joint, región of interest, sacroiliac index

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1.- INTRODUCCIÓN	1
1.1. MARCO TEÓRICO	4
1.1.1. Anatomía.....	4
1.1.1.1. Esqueleto humano.....	4
1.1.1.1.1. Huesos.....	5
1.1.1.1.2. Articulaciones	7
1.1.2. Patologías del Sistema Osteoarticular.....	8
1.1.3. Medicina Nuclear.....	10
1.1.3.1. Cintigrama óseo.....	11
1.1.3.1.1. Fundamento	14
1.1.3.1.2. Radiofármaco.....	14
1.1.3.1.2.1. Captación del Tc^{99m} – MDP en el hueso.....	17
1.1.3.1.3. Protocolo	18
1.1.3.1.4. Preparación del paciente.....	20
1.1.3.1.5. Hallazgos del examen	21
1.1.3.1.6. Equipo.....	22
1.1.3.1.7. Formación de la imagen.....	27
1.1.4. Índice Sacro Ilíaco (ISI).....	29
1.1.4.1. Definición.....	29
1.1.4.2. Método de cálculo del ISI.....	29
1.2. PROBLEMÁTICA	32
1.2.1. Pregunta de Investigación.....	33
1.2.2. Relevancia.....	33

CAPÍTULO 2.- OBJETIVOS.....	34
2.1. OBJETIVO GENERAL	34
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	34
CAPÍTULO 3.- MATERIALES Y MÉTODOS	35
3.1. TIPO DE ESTUDIO.....	35
3.2. POBLACIÓN Y LUGAR DE ESTUDIO	35
3.2.1. Población en estudio	35
3.2.2. Lugar de estudio.....	35
3.3. TIPO DE MUESTREO	36
3.3.1. Definición de la muestra	36
3.3.2. Muestreo	36
3.3.3. Tamaño muestral.....	36
3.4. CRITERIO DE ELEGIBILIDAD	37
3.4.1. Criterios de inclusión	37
3.4.2. Criterios de exclusión	37
3.5. VARIABLES.....	37
3.6. FUENTES Y MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	38
3.6.1. Recolección de datos	39
3.6.2. Procesamiento de datos.....	40
3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	41
3.8. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	42
3.9. LIMITACIONES.....	44
CAPÍTULO 4.- RESULTADOS	46
4.1. MUESTRA TOTAL DEL ESTUDIO	46
4.1.1. Distribución de las cuentas en ASI y sacro de la muestra total	47

4.1.2. Valores de ISI en la muestra total	47
4.1.3. Valores de ISI en la muestra total según sexo	48
4.1.4. Valores de ISI en la muestra total según rango etario	48
4.1.5. Valores de ISI en la muestra total según rango etario y sexo ...	49
4.2. MUESTRA PERTENECIENTE AL HOSPITAL DR. GUSTAVO FRICKE (HGF)	51
4.2.1. Valores de ISI en HGF.....	52
4.2.2. Valores de ISI en HGF según sexo.....	52
4.2.3. Valores de ISI en HGF según rango etario	53
4.2.4. Valores de ISI en HGF según rango etario y sexo.....	54
4.3. MUESTRA PERTENECIENTE AL CENTRO DE MEDICINA NUCLEAR VIÑA DEL MAR (CMNVM).....	56
4.3.1. Valores de ISI en CMNVM	56
4.3.2. Valores de ISI en CMNVM según sexo	57
4.3.3. Valores de ISI en CMNVM según rango etario	57
4.3.4. Valores de ISI en CMNVM según rango etario y sexo	58
CAPITULO 5.- DISCUSIÓN	61
CAPÍTULO 6.- CONCLUSIÓN	66
CAPÍTULO 7.- BIBLIOGRAFÍA.....	69
CAPÍTULO 8.- ANEXOS.....	76
ANEXO A. TABLA CON VALORES REFERENCIALES DE ISI UTILIZADOS EN EL HGF Y EN EL CMNVM.....	76
ANEXO B. PROTOCOLO DE CINTIGRAMA ÓSEO UTILIZADO Y OBTENCIÓN DEL ISI.....	77
ANEXO C. CARTA DE COMPROMISO	78
ANEXO D. CARTA DE AUTORIZACIÓN	79

ANEXO E. PLANILLA EXCEL. COLUMNA N° POBLACIÓN	80
ANEXO F. PLANILLA EXCEL. COLUMNA N° MUESTRA	80
ANEXO G. PLANILLA EXCEL CON DATOS DE LA MUESTRA.....	81
ANEXO H. SELECCIÓN IMAGEN CUERPO ENTERO POSTERIOR EN SOFTWARE OASIS	81
ANEXO I. MÉTODO DE ROI RECTANGULAR	82
ANEXO J. MÉTODO DE ROI RECTANGULAR EN SOFTWARE OASIS Y ROI DE 144 PÍXELES	83
ANEXO K. OPCIÓN DE COPIADO DE ROI Y ROI DE 570 PÍXELES.	83
ANEXO L. PLANILLA EXCEL FINAL.....	84
ANEXO M. DISTRIBUCIÓN DE LA VARIABLE EDAD MEDIANTE EL PROGRAMA STATA 15.0.....	85

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1: Valores de referencia de dosis aplicada para cintigramas óseos.....	20
TABLA 1.2: Tipos de colimadores	24
TABLA 4.1: Distribución de las categorías de edad según sexo en la muestra total.....	46
TABLA 4.2: Distribución de las cuentas en ASI y sacro de la muestra total	47
TABLA 4.3: ISI según totalidad de la muestra	47
TABLA 4.4: ISI según sexo en la muestra total.....	48
TABLA 4.5: ISI según categoría de edad en la muestra total.....	49
TABLA 4.6: ISI según categoría de edad y sexo en la muestra total.....	51
TABLA 4.7: Distribución de las categorías de edad según sexo en HGF	52
TABLA 4.8: ISI según muestra en HGF.....	52
TABLA 4.9: ISI según sexo en HGF	53
TABLA 4.10: ISI según categoría de edad en HGF.....	54
TABLA 4.11: ISI según categoría de edad y sexo en HGF	55
TABLA 4.12: Distribución de las categorías de edad según sexo en CMNVM.....	56
TABLA 4.13: ISI según muestra en CMNVM	57
TABLA 4.14: ISI según sexo en CMNVM.....	57
TABLA 4.15: ISI según categoría de edad en CMNVM.....	58
TABLA 4.16: ISI según categoría de edad y sexo en CMNVM.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1: El esqueleto y su división.....	5
FIGURA 1.2: Unión de bifosfonatos al cristal de hidroxapatita.....	7
FIGURA 1.3: Clasificación del dolor.....	9
FIGURA 1.4: Clasificación del dolor articular	9
FIGURA 1.5: Clasificación del dolor inflamatorio.....	10
FIGURA 1.6: Desintegración del Mo ⁹⁹ en el interior de un generador	16
FIGURA 1.7: Examen normal de un cintigrama óseo	19
FIGURA 1.8: Imagen normal de CO de cuerpo entero.....	21
FIGURA 1.9: Esquematización de un detector de gammacámara.....	23
FIGURA 1.10: Colimadores.....	24
FIGURA 1.11: Esquema de un tubo fotomultiplicador	25
FIGURA 1.12: Espectro de emisión del Tc ^{99m} . Visualización de las distintas zonas	27
FIGURA 1.13: TFM y centelleo en la matriz	28
FIGURA 1.14: Representación del método de ROI irregular	30
FIGURA 1.15: Representación del método de ROI rectangular.....	31
FIGURA 1.16: Representación del método de perfil de cuentas	31
FIGURA 1.17: Representación del método de perfil de cuentas integrado	32
FIGURA 8.1: CO posterior de pelvis y ROI rectangulares en ASI y sacro	82

ABREVIATURAS

I ¹³¹	Iodo 131
U ²³⁵	Uranio 235
Mo ⁹⁹	Molibdeno 99
Tc ⁹⁹	Tecnecio 99
Tc ^{99m}	Tecnecio 99 metaestable
Tc ^{99m} – MDP	Tecnecio 99 metaestable asociado a metilendifosfonato
ASI	Articulación Sacroilíaca
Ca	Calcio
CMNVM	Centro de Medicina Nuclear Viña del Mar
CO	Cintigrama óseo
CAD	Conversor análogo – digital
DPD	Dicarboxipropanodifosfonato
DICOM	Digital Imaging and Communication in Medicine
EANM	<i>European Association of Nuclear Medicine</i> (Asociación Europea de Medicina Nuclear)
FDA	<i>Food and Drug Administration</i> (Administración de Alimentos y Medicamentos)
HCVM	Hospital Clínico Viña del Mar
HDP	Hidroxidifosfonato

HMDP	Hidroximetilendifosfonato
IMC	Índice de Masa Corporal
ISI	Índice Sacroilíaco
KeV	Kiloelectronvoltio
LEHR	<i>Low Energy – High Resolution</i> (Baja energía – Alta resolución)
LEHS	<i>Low Energy – High Sensitivity</i> (Baja energía – Alta sensibilidad)
MBq	Mega bequerel
mCi	Mili Curie
MDP	Metilendifosfonato
Mg	Magnesio
MN	Medicina Nuclear
NaI (Tl)	Yoduro sódico activado con talio
P	Fósforo
PET	<i>Positron Emission Tomography</i> (Tomografía por emisión de positrones)
PHA	<i>Pulse Height Analyzer</i> (Analizador de altura de pulso)
RF	Radiofármaco
ROI	<i>Región of Interest</i> (Región de interés)
SOCHIRE	Sociedad Chilena de Reumatología
TFM	Tubo fotomultiplicador
TM	Tecnólogo Médico

CAPÍTULO 1.- INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años, la ciencia y la medicina se han desarrollado con gran rapidez, especialmente en el área del diagnóstico médico mediante imágenes, el cual surge desde el descubrimiento de los rayos X hasta la invención más moderna de equipos con imágenes en 3D que existen en la actualidad.

Además del uso de la radiación X en el diagnóstico de diversas patologías, también se han desarrollado exámenes y equipos con otros tipos de radiaciones, como los isótopos radiactivos en medicina nuclear, que se utilizan para el diagnóstico y tratamiento de una serie de enfermedades.

La medicina nuclear tiene una alta sensibilidad¹, es decir, otorga una gran certeza para clasificar correctamente aquellos pacientes como verdaderos positivos². Esto último hace referencia al diagnóstico de aquellas patologías que sí están presentes. Además, es un estudio que entrega información funcional, diferenciándose de los otros métodos diagnósticos, puesto que el radiofármaco aplicado al paciente será captado de forma especial por aquellas células con función excesiva o anormal, pudiéndose identificar anomalías o enfermedades de manera precoz³.

Dentro de la medicina nuclear existe una de las aplicaciones más conocidas y a las que se recurre mayoritariamente en un servicio de salud: el cintigrama óseo. Éste, como su nombre lo indica, permite observar el sistema osteoarticular y detectar lesiones esqueléticas, evaluando su actividad metabólica y el curso de éstas.

El cintigrama óseo es el estudio más solicitado en la mayoría de los centros de medicina nuclear, realizándose entre un 40 y 60% del total de los exámenes. Como ya se mencionó, cuenta con una alta sensibilidad para la evaluación de problemas en las articulaciones, como la artrosis e infecciones, debido a que es posible obtener imágenes de estadios precoces^{2, 4, 5}, en comparación con otros estudios como la resonancia magnética o

las radiografías, que en muchos casos sólo permiten visualizar cambios anatómicos cuando la patología se encuentra manifiesta.

Al ser este un examen que otorga la posibilidad de detectar lesiones de forma precoz, permite divisar aquellas patologías con características osteoblásticas producto de metástasis óseas^{2, 6} o el desarrollo de los cartílagos de crecimiento principalmente en niños, además de fracturas y enfermedades como espondilitis, poliartritis, sacroilitis, artrosis, infecciones en prótesis, entre otras.

Para detectar precozmente una enfermedad, debe existir un indicio de anormalidad en la imagen, así como el hecho de existir índices elevados o disminuidos en relación a un rango específico. Un ejemplo de esto es la articulación sacroilíaca (ASI), que al tener índices anormales puede indicar la presencia de patologías como sacroilitis, espondilitis, entre otras^{5, 6, 7}.

Existen distintos protocolos para este examen, los cuales varían según el tipo de estudio que se realiza. Este hecho permite guiarlo de mejor manera, dependiendo del tipo de enfermedad o lesión que se quiera evaluar. Particularmente para estudiar las articulaciones, se solicita un cintigrama óseo con un pool vascular o fase venosa, conocido como cintigrama óseo bifásico. Éste consiste en la adquisición de imágenes de cuerpo completo, tanto anterior como posterior, luego de 5 a 10 minutos tras la inyección del radiotrazador, conocido como Tc^{99m} – MDP (Metilendifosfonato marcado con tecnecio 99 metaestable), para evaluar tanto la vascularidad como la captación de éste en el esqueleto. Luego de 2 a 4 horas se adquieren imágenes de cuerpo entero por anterior y posterior, para evaluar la captación del MDP a nivel de los huesos (fase ósea). Además, y dependiendo del protocolo del centro, se realizará la adquisición de imágenes complementarias, de manos, pies o pelvis, dependiendo de donde exista mayor captación del radiotrazador.

Con las imágenes obtenidas, el médico nuclear podrá describir tanto la vascularización como la captación y distribución del radiotrazador en el esqueleto, y según los hallazgos que visualice, emitir un informe con la posible afección del paciente. Sin embargo, puede que esta información no sea suficiente, por lo que se solicitará un cálculo que puede orientar de mejor forma el estudio. Este cálculo es conocido como el Índice Sacroilíaco (ISI).

El ISI es un índice de uso rutinario que se realiza, por lo general, utilizando la imagen posterior de cuerpo entero en fase ósea, es decir, aquella adquirida luego de 2 a 4 horas tras la inyección del radiotrazador. En ésta se dibujan tres áreas de interés o ROI rectangulares, idealmente del mismo tamaño (medido en pixeles): dos a nivel de cada articulación sacroilíaca (ASI) y una tercera a nivel del sacro. De esta forma, se realiza una relación entre las cuentas de cada ROI para cada articulación y el valor del sacro, obteniendo su índice respectivo que permite “evaluar de una forma objetiva su actividad metabólica”¹.

Los valores normales se pueden tabular en una tabla que, según el sexo y la edad del paciente, entregan un valor referencial acotado a un rango etario (anexo A).

Por lo que, la relevancia de este estudio consiste en la determinación de los valores de la mediana de ISI en la Región de Valparaíso, específicamente, la ciudad de Viña del Mar, de acuerdo con la edad (distribuida en cuartiles) y el género. Así, se obtendrán datos representativos de la población, debido a que diversos autores^{1, 5, 8, 9, 10} concluyen que cada departamento de medicina nuclear debería establecer sus propios ISI de acuerdo con su región, teniendo en cuenta la edad y el género^{8, 9, 10}.

El propósito general de esta investigación es aportar un estudio inicial para futuras investigaciones sobre los valores del índice sacroilíaco en la ciudad de Viña del Mar, el cual necesita ser actualizado periódicamente usando datos de la zona en estudio.

1.1.MARCO TEÓRICO

1.1.1. Anatomía

1.1.1.1. *Esqueleto humano*

El cuerpo humano está compuesto por un esqueleto formado por huesos de estructura firme que les otorgan soporte a los órganos, además de resistencia y protección ante caídas y golpes. Por lo demás, otra de sus funciones es brindar movilidad mediante articulaciones, que consisten en la unión de dos o más huesos.

La cantidad de huesos que conforman el esqueleto aún no es del todo clara. Para Rouviere¹¹ existen 200 huesos, sin contar los huesecillos del oído, sesamoideos y huesos suturales; según Latarjet¹² existen 206 incluyendo los huesecillos del oído, mientras que para Alzate-Mejía¹³ existen 219 huesos, excluyendo aquellos sesamoideos e intersuturales, pero incluyendo la patela, considerada hueso sesamoideo, y el esternón en sus tres divisiones: manubrio, cuerpo y apófisis xifoides; pero en lo que si se tiene claridad es que la mayoría de estos están distribuidos en pies y manos. (Figura 1.1)

División del esqueleto¹³

- **Esqueleto axial:** Son los huesos ubicados en el eje central del cuerpo, formados por el cráneo, cuello y tronco.
 - a) Cabeza: Conformada por el cráneo, cavidad craneal el cual se divide en neurocráneo (8 huesos) y el viscerocráneo, cara (14 huesos) y el oído medio (8 huesecillos)
 - b) Cuello: Que contiene el hioides.
 - c) Tronco: Dividido en 2 partes: Conformado por las costillas (24 huesos), esternón (3 huesos) y 33 vértebras.
- **Esqueleto apendicular:** Son los huesos que articulan con el esqueleto axial y forman los miembros superiores e inferiores.
 - a) Miembro Superior: Formado por la cintura escapular (escápula y clavícula), brazo (húmero), antebrazo (radio y ulna) y mano (carpo, metacarpo y falanges)

- b) Miembro Inferior: Formado por la cintura pélvica (Ilión, isquion y pubis), el muslo (fémur), rodilla (patela), pierna (tibia y fibula) y pie (tarso, metatarso y falanges).

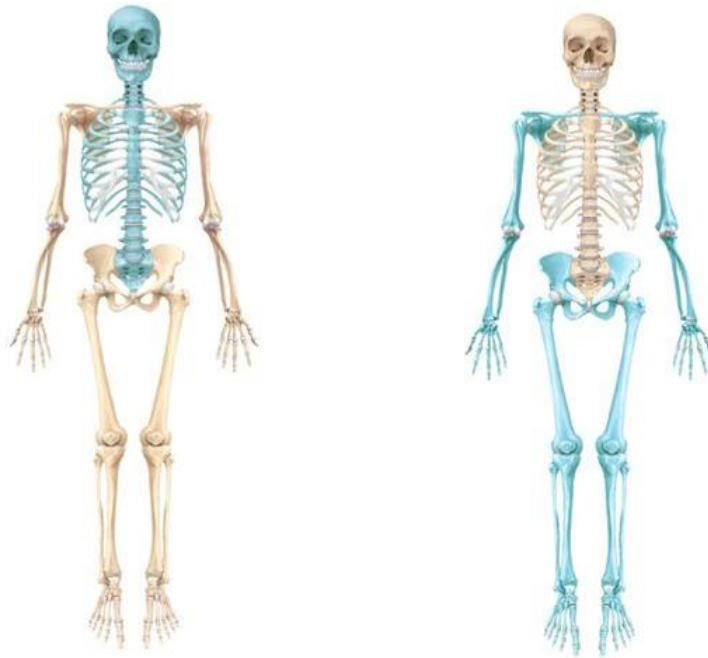


FIGURA 1.1: *El esqueleto y su división. Esqueleto axial (izquierda) y apendicular (derecha)*

1.1.1.1.1. Huesos

Los huesos son descritos por Barón como:

¹⁴Un tejido conectivo especializado y mineralizado, que junto a los cartílagos forman el sistema esquelético, el cual cumple tres funciones principales: una función mecánica como soporte y sitio de unión de músculos para la locomoción; una función protectora para órganos vitales y la médula ósea; y finalmente, una función metabólica como reserva de calcio y fosfato.

- **Mecánica:** Los tendones de los músculos se fijan al hueso para realizar los diversos movimientos del cuerpo. A su vez, éstos están unidos mediante ligamentos, que permiten la articulación de dos huesos.

- **Protección:** Se encarga de recubrir partes esenciales del cuerpo, como en el caso del cráneo, encargado de proteger el encéfalo; el tórax, que recubre al corazón y los pulmones; y la columna vertebral, que contiene a la médula espinal.

- **Metabólica:** Es utilizado como almacén o reservorio de minerales como calcio (Ca), fósforo (P), además de magnesio (Mg). Contiene factores de crecimiento y también actúa como reservorio de ácidos grasos, los que otorgan energía.

Los minerales mencionados anteriormente se adhieren al hueso mediante la acción de células y proteínas confiriéndole su dureza característica. Algunas de estas células son:

- **Osteoblastos y osteoclastos:** Los osteoblastos se encargan de sintetizar el colágeno y participar en la mineralización orgánica, produciendo vesículas que acumulan calcio y fósforo. Por otro lado, el osteoclasto es el encargado de la homeostasis ósea, es decir, sintetizar y reabsorber componentes de la matriz ósea.

- **Osteocitos:** Los osteocitos son las células óseas maduras que se encuentran en mayor cantidad al interior del hueso. También participan en la síntesis y mineralización de la matriz osteoide (porción orgánica sin mineralizar de la matriz ósea) pero se cree que su función principal es la de controlar el remodelado óseo¹⁵.

Además, el hueso está compuesto por agua, materia orgánica e inorgánica:

- **Materia orgánica:** Según el texto de González-Paz¹⁶, ésta se encuentra distribuida en un 30% en el tejido óseo, la cual en un 90% está constituida por colágeno, encargado de comunicar elasticidad.

- **Materia inorgánica:** La materia inorgánica se encuentra en el restante 70% de la masa del hueso, que estará compuesta por minerales. Estos minerales son los nombrados anteriormente (calcio y fósforo), que se depositan en forma de cristales de hidroxiapatita¹⁶,

¹⁷.

La hidroxiapatita es un biocristal formado por átomos de calcio, fósforo e hidrógeno. Se encuentra presente en dientes y huesos, confiriéndoles su dureza característica.

“Los principales componentes químicos de la hidroxiapatita son el calcio y el fosfato. Sin embargo, la hidroxiapatita natural contiene porcentajes mínimos de sodio, cloro, carbonatos y magnesio, los cuales juegan un papel preponderante en la función remodeladora del hueso”¹⁷.

Los fosfatos o bifosfonatos son muy importantes en el proceso de remodelación ósea, pues al entrar en un proceso de resorción, se localizarán en la superficie del hueso en donde el mineral ha quedado expuesto. Estos fosfonatos se unirán a la hidroxiapatita del hueso mediante un enlace N – H – O, depositándose en la matriz orgánica que aún no ha sido mineralizada previamente, llamada osteoide. Posterior a la fijación ocurre el proceso de mineralización propiamente tal. (Figura 1.2).

Los fosfatos, por lo tanto, se unen principalmente a las superficies óseas en formación y destrucción, muy importante ante la presencia de alguna patología¹⁸.

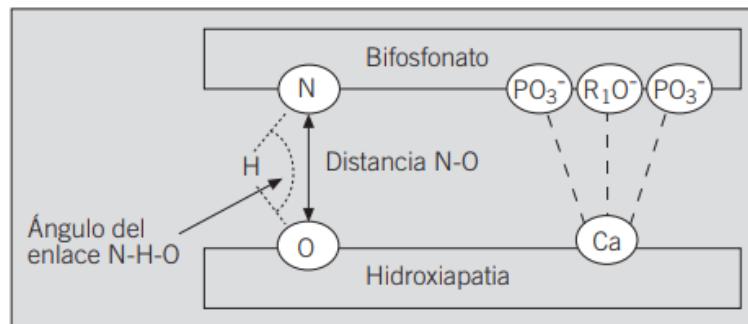


FIGURA 1.2: Unión de bifosfonatos al cristal de hidroxiapatita¹⁸

1.1.1.1.2. Articulaciones

Como ya se mencionó con anterioridad, una de las funciones de los huesos es realizar movimientos mecánicos, mediante la unión de dos o más huesos o partes rígidas del esqueleto en colaboración con ligamentos.

Moore¹⁹ realiza una clasificación, según el modo en el que articulan o el tipo de material que las une, en 3 grupos:

- **Articulaciones sinoviales:** Son aquellas que abarcan una cavidad articular, la cual contiene líquido sinovial encargado de lubricar la articulación propiamente tal. La

cavidad está envuelta por una cápsula, en la que se encuentra un cartílago articular que cubre las superficies articulares de los huesos.

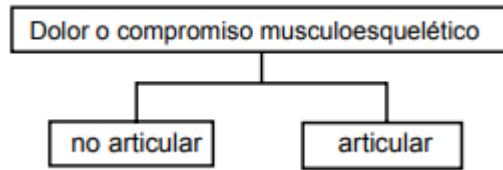
- **Articulaciones cartilagosas:** Se unen mediante cartílago hialino o fibrocartílago. El cartílago hialino se ubica en uniones temporales que se encuentran en las articulaciones cartilagosas primarias o sincondrosis, las cuales permiten el ligero movimiento en las primeras etapas de la vida. El fibrocartílago se encuentra en las articulaciones cartilagosas secundarias o sínfisis. Son articulaciones fuertes y ligeramente móviles, como los discos intervertebrales.
- **Articulaciones fibrosas:** Se unen mediante tejido fibroso. La movilidad de éstas depende de la longitud de las fibras, por lo tanto, son semimóviles. Ejemplo de esto son las de tipo sindesmosis, como la membrana interósea del antebrazo que une el radio y la ulna.

Sin embargo, existen articulaciones que pueden corresponder a más de un tipo, como la articulación sacroilíaca que articula el sacro e ilion, encargada de transmitir el peso de la columna vertebral a los miembros inferiores. Ésta se puede dividir en dos partes: la parte anterior, de tipo sinovial – plana, la cual presenta una pequeña cavidad articular para facilitar los movimientos. Por otro lado, la articulación en su parte posterior es una articulación de tipo fibrosa – sindesmosis, que se encuentra unida por una gran cantidad de ligamentos, limitando un poco más el movimiento, para soportar el peso de la columna y cabeza.

1.1.2. Patologías del Sistema Osteoarticular

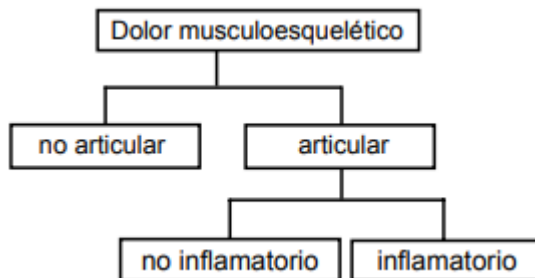
Como cualquier órgano del cuerpo humano, el esqueleto también se ve afectado por diversas patologías, especialmente en las articulaciones, debido a diversas causas.

Las patologías generalmente se asocian a dolor referido por el paciente, que según la Sociedad Chilena de Reumatología (SOCHIRE)²⁰ se pueden clasificar de la siguiente forma (según la Figura 1.3):

FIGURA 1.3: *Clasificación del dolor*²⁰

En donde el dolor no articular está asociado a problemas de partes blandas que puede ser por causa degenerativa o inflamatoria en tendones o bursas periarticulares, incluso problemas en nervios, ocasionando el síndrome del túnel carpiano por ejemplo, o produciendo parestesia (sensación de adormecimiento producida por el sistema nervioso) de algunos miembros, en conjunto con debilidad o disminución de la fuerza muscular.

Por otro lado, tenemos las patologías articulares donde la SOCHIRE las clasifica de la siguiente forma (según la Figura 1.4):

FIGURA 1.4: *Clasificación del dolor articular*²⁰

Al identificar la patología como proveniente de estructuras intraarticulares, tanto de la membrana sinovial como del hueso subcondral, se debe establecer si el dolor es inflamatorio o no inflamatorio. Esto se realiza mediante la clínica del paciente, respondiendo preguntas sobre la presencia de rigidez en articulaciones y el momento del día en que las presenta. Además, se puede determinar mediante un examen físico para evaluar su tamaño, color y temperatura e incluso, si fuese necesario, se pueden realizar exámenes imagenológicos y de laboratorio.

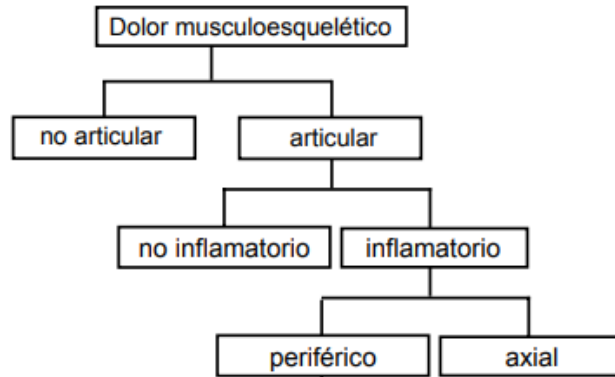


FIGURA 1.5: *Clasificación del dolor inflamatorio*²⁰

Las patologías articulares inflamatorias pueden ser sólo de articulaciones periféricas, como artritis virales, las cuales deben ser definidas según el número de articulaciones comprometidas, o bien comprometer el esqueleto axial, es decir, manifestarse en cadera, hombros, articulaciones sacroiliacas y columna vertebral.

Como se mencionó anteriormente, estas patologías pueden ser diagnosticadas por una diversidad de estudios. Entre ellos se encuentran los exámenes imagenológicos, particularmente los realizados en el área de Medicina Nuclear, donde es posible hallar la causa del dolor articular, realizar un seguimiento de los tratamientos, evaluar cambios en las estructuras anatómicas del paciente, e incluso brindar información funcional, lo que permite detectar una condición patológica incluso antes de su manifestación.

1.1.3. Medicina Nuclear

Los exámenes de medicina nuclear se caracterizan por ser seguros, no invasivos ni dolorosos.

Su mecanismo actúa mediante la inyección intravenosa de un radiotrazador, que se fijará en su mayor parte al órgano que posea mayor afinidad a éste. Dicho órgano emite radiación gamma, la cual es detectada externamente por equipos especiales (gammacámaras). “Esta emisión radiactiva sirve de base para formar una imagen que refleja

la distribución del radiotrazador en el órgano objeto de estudio y permite detectar posibles patologías”²¹.

La ventaja de este tipo de examen radica en proporcionar información única que incluye detalles sobre la función y estructura anatómica de los diversos órganos del cuerpo, que generalmente no se logran con otros métodos de diagnóstico por imagen. Además, permite identificar enfermedades en sus etapas tempranas, es decir, previo a la aparición de síntomas o su detección con otros métodos imagenológicos, debido a la alta sensibilidad que posee.

La sensibilidad se refiere a “la proporción de verdaderos positivos que son correctamente identificados por la prueba diagnóstica”²². Es decir, aquellos pacientes que efectivamente son portadores de la patología en estudio.

De igual forma se puede diferenciar si una lesión es benigna o maligna, mediante las exploraciones de Tomografía por Emisión de Positrones (PET), que pueden eliminar la necesidad de una futura intervención quirúrgica no deseada.

Por otro lado, las desventajas más relevantes se deben a la baja especificidad de estos exámenes, como lo que sucede con los cintigramas óseos, debido a la existencia de una diversidad de patologías que pueden producir alteraciones a nivel osteoarticular².

La especificidad corresponde a “la proporción de verdaderos negativos que son correctamente identificados”²². En otras palabras, es la probabilidad de una prueba diagnóstica de detectar a un paciente sano, es decir, un paciente que no posee la enfermedad en estudio.

1.1.3.1. *Cintigrama óseo*

Los cintigramas óseos se realizan para detectar patologías asociadas al esqueleto, particularmente al metabolismo del hueso, mucho antes de que se visualice un cambio anatómico en una radiografía. Se indica especialmente para detectar tumores, infecciones, inflamaciones y causa de dolor óseo²¹.

Existen guías y estudios con listados sobre “indicaciones clínicas comunes para cintigrama óseo”.

La guía de la EANM o *European Association of Nuclear Medicine* (Asociación Europea de Medicina Nuclear)²³ realiza la siguiente división para interpretar y comunicar los resultados de manera adecuada:

- Sospecha o presencia de patología ósea:
 - Oncología: Para la detección de tumores óseos, condiciones hematológicas malignas limitadas a hueso, sarcomas de tejidos blandos y evaluación de remodelación ósea antes de la terapia con radionúclido.
 - Reumatología: En casos de artritis inflamatoria, osteoartritis, entesopatías, osteonecrosis, enfermedades como el Síndrome de Tietze, Enfermedad de Paget y sarcoidosis.
 - Infecciones óseas y articulares: Como la osteomielitis, artritis séptica, espondilodiscitis, otitis externa maligna (necrosante).
 - Ortopédicas, deportivas y traumatología: Periostitis, entesopatías incluida la fascitis plantar, tendinitis, bursitis y espondilolistesis. Fracturas radiológicas ocultas relacionadas con el estrés y pseudoartrosis.
 - Enfermedades óseas metabólicas: Hiperparatiroidismo, osteomalacia, y manifestaciones raras esqueléticas de trastornos endocrinos incluyendo el hipertiroidismo y acromegalia además de detección de deficiencia de vitamina D.
 - Pediátricas: Osteocondrosis de la cadera (Legg-Calvé-Perthes), sinovitis transitoria, síndrome del niño maltratado, hiperplasia condilar mandibular e infarto óseo.
- Exploración de síntomas inexplicables:
 1. Dolor musculoesquelético o de los huesos con examen clínico y radiografías normales como artralgias, monoartritis, oligoartritis y poliartritis.
 2. Exploración adicional de examen bioquímicos anormales.
 3. Fiebre de origen desconocido.
- Evaluación metabólica antes del inicio de la terapia:
 1. Para evaluar artropatías y confirmar, por ejemplo, sinovitis activa antes de la sinovectomía por radiación.

2. Evaluar actividad de osteoblastos en caso de Enfermedad de Paget antes de iniciar tratamiento con bifosfonatos.
 3. Evaluar fractura vertebral por compresión antes de una vertebroplastía o cifoplastía.
- Monitoreo de tratamiento
 - Cintigrama óseo no indicado: Existen diversas patologías en donde el cintigrama óseo no será la opción preferida.
 1. Lesiones óseas con hallazgos cintigráficos en mieloma múltiple, sarcoma de Ewing.
 2. Lesiones óseas benignas e incidentalomas como hemangioma no complicado, osteítis, quiste ganglionar, Enfermedad de Paget.
 3. Enfermedad degenerativa articular sintomática bien caracterizada en imágenes radiológicas.

Love et al²⁴ realiza su propia división y separa las indicaciones para el estudio de la siguiente forma:

- Metástasis: La gran mayoría de los pacientes que se realizan cintigrama óseo lo hacen por un diagnóstico de cáncer tanto de mama, próstata y pulmón, en búsqueda de metástasis óseas, ya que esta modalidad es extremadamente sensible para detectar anomalías esqueléticas. Love afirma en su estudio que cerca del 75% de los pacientes con malignidad (cáncer) y dolor tienen hallazgos cintigráficos óseos anormales y alrededor del 25% – 45% de los pacientes asintomáticos con cáncer se les evidencia metástasis ósea.
- Traumáticas: La mayoría de las fracturas pueden evaluarse mediante radiografías, el cintigrama óseo es útil para detectar fracturas ocultas, detectándose hasta las 24 horas de ocurrida la lesión.
- Infecciosas: Se utiliza principalmente el cintigrama óseo trifásico para poder evaluar la perfusión sanguínea en el área de interés en caso de infección. También, en situaciones de dolor articular debido a un aflojamiento protésico (para verificar su correcto funcionamiento) o bien debido a otras causas.

- **Misceláneas:** Existen diversas patologías que de igual forma se evalúan mediante cintigrama óseo para observar la resorción y remodelación ósea, captación cortical, osteonecrosis, entre otras características asociadas al desarrollo de diversas patologías. Entre ellas, encontramos:
 - Enfermedad de Paget.
 - Osteoartropatía hipertrófica.
 - Distrofia simpático-refleja.
 - Necrosis avascular.
 - Espondilolisis.
 - Obstrucción venosa.
 - Actividad extraósea.
 - Artefactos.

Existe una gran cantidad de métodos para el estudio de estas patologías. Sin embargo, una de las pruebas más utilizadas es el ya nombrado cintigrama óseo con Tc^{99m} (Tecnecio 99 metaestable) marcado con bifosfonatos, siendo uno de los procedimientos con radionúclidos realizados con más frecuencia²⁴.

1.1.3.1.1. Fundamento

De acuerdo con Yuda y Wakao, la radiografía convencional por rayos X puede pasar por alto ciertas anomalías óseas, ya que se cree que sólo son detectadas aquellas que tengan una desmineralización ósea mayor a 30% – 50%, a diferencia del cintigrama óseo, prueba de función ósea esencial que puede demostrar pequeños cambios en el hueso²⁵.

1.1.3.1.2. Radiofármaco

Este examen se realiza mediante la inyección endovenosa de un radiofármaco. Por lo general, éstos no producen efecto farmacológico debido a su farmacocinética y a la baja dosis que entregan. A pesar de que este término es el más empleado, existen otras denominaciones tales como: radiotrazadores, agentes de radiodiagnóstico y trazadores marcados²⁶.

²⁶Los radiofármacos son fundamentalmente agentes de radiodiagnóstico y no drogas en el sentido verdadero. Sin embargo, debido a su uso como agentes de diagnóstico y terapéutico, la Federal Food and Drug Administration (FDA) de los Estados Unidos los ha catalogado como drogas.

Un radiofármaco está constituido por dos componentes: un radionucleido o radionúclido, y un compuesto o fármaco. Su utilidad está determinada por las características de estos dos componentes.

En el caso del cintigrama óseo, se utiliza como radionúclido el Tc^{99m}, que se obtiene de manera artificial mediante una serie de procesos en un reactor nuclear, descritos de forma general a continuación.

Un reactor nuclear es un sistema diseñado para controlar los procesos de fisión nuclear, que consiste en la escisión o división de un núcleo atómico pesado en dos núcleos ligeros mediante el bombardeo de neutrones. En este caso particular, este núcleo corresponde a U²³⁵ (Uranio – 235), contenido en placas.

El neutrón penetrará en el núcleo atómico, incorporándose transitoriamente y ocasionando un exceso de masa y energía en éste, provocando la reacomodación de sus partículas. Esto provoca la expulsión de un protón, una partícula alfa (α) o un fotón gamma (γ).

El producto de estas placas sólo tiene un 20% del elemento principal, que dará origen a dos átomos distintos. Aproximadamente el 6% de las fisiones producirá Mo⁹⁹ (Molibdeno – 99), mientras un 3% producirá I¹³¹ (Yodo – 131)^{21, 27}. El porcentaje restante dará origen a átomos no relevantes para este estudio.

Las placas bombardeadas son transportadas a la planta de Fisión desde el reactor nuclear, contenidas en cartuchos y trasladadas en carros con blindaje de plomo de gran espesor, monitorizados en todo momento para garantizar la protección radiológica. En esta planta, se realizará la disolución de las placas, para luego ser filtradas y separar el U²³⁵ que no alcanzó a ser fisionado (sólo el 1% de la cantidad total alcanza este proceso). El filtrado final contendrá Mo⁹⁹, I¹³¹ y el resto de los átomos²⁷, que son separados mediante procesos químicos específicos para cada uno de ellos.

Una vez se cuenta con el Mo^{99} , que será el elemento relevante para nuestro estudio, se procede al cálculo de su actividad y transporte a la Planta de Producción de Radioisótopos, donde se realiza su control de calidad y fraccionamiento.

Posteriormente, el Mo^{99} es envasado en un generador de $\text{Mo}^{99}/\text{Tc}^{99m}$. El generador permite la obtención de un radionúclido hijo, con una vida media más corta, a partir de la desintegración de un radionúclido padre (que posee una vida media mayor) mediante un proceso conocido como elución. En este caso, el Mo^{99} presenta una vida media de 66 horas, periodo en la cual la mitad de sus átomos han desprendido energía en forma de radiación dando lugar a la formación de los radionúclidos hijos (Figura 1.6). Uno de ellos es el Tc^{99m} , que tiene un periodo de semidesintegración de 6 horas²¹, permitiendo de esta forma su administración a los pacientes y la exploración sistémica que, debido al corto tiempo que permanece este isótopo en el organismo, evita la irradiación prolongada.

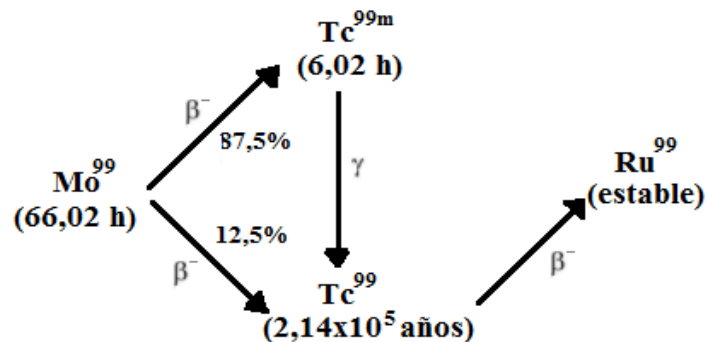


FIGURA 1.6: Desintegración del Mo^{99} en el interior de un generador²¹

Al tratarse de una vida media relativamente corta, se requiere que la producción de Tc^{99m} sea realizada dentro del mismo centro hospitalario. Para ello, se cuenta con uno de estos generadores de $\text{Mo}^{99}/\text{Tc}^{99m}$, que es básicamente un contenedor de Mo^{99} cubierto por una gruesa capa de plomo de unos 5 centímetros. Los más utilizados son los generadores de columna seca, a los cuales se le debe adicionar suero en una de las agujas contenedoras, a diferencia de los generadores de columna húmeda que traen incorporado el suero en su interior. El generador de columna seca cuenta con una aguja de entrada para el suero eluyente, y otra aguja de salida en donde se extrae por arrastre el eluido de Tc^{99m} debido al

efecto de vacío creado en el frasco contenedor, dejando el radionúclido padre dentro del generador al encontrarse contenido en alúmina (Al_2O_3).

La unión del $\text{Tc}^{99\text{m}}$ a la alúmina es débil, en comparación al Mo^{99} quien se fija de mejor forma a ésta debido a su carácter fuertemente aniónico (MoO_4^{2-}), permitiendo únicamente la elución del $\text{Tc}^{99\text{m}}$, obteniéndose en un vial en forma de solución estéril, apirógena e isotónica en forma de pertecnetato de sodio ($\text{NaTc}^{99\text{m}}\text{O}_4$).

En su proceso de desintegración, el $\text{Tc}^{99\text{m}}$ emitirá radiación γ (Figura 1.6) con una energía de 140.5 KeV^{23} , útil para la realización de exámenes en Medicina Nuclear tras ser administrado al paciente. Finalmente, decaerá a Tc^{99} dentro del organismo. Este radionúclido posee un periodo de semidesintegración mayor; sin embargo, debido a su bajo nivel energético, resulta inocuo para el paciente²¹.

Una vez obtenido el radionúclido, debe unirse a la molécula o trazador específico para el tipo de estudio mediante el proceso de marcación. En este caso, debe unirse a compuestos bifosfonados, como: MDP (metilendifosfonato), HMDP (hidroximetilendifosfonato) o HDP (hidroxietilendifosfonato), y DPD (2,3 – dicarboxipropan – 1,1 – difosfonato)²³. El más utilizado en la práctica es el MDP, mismo utilizado en las Unidades de Medicina Nuclear de nuestro estudio.

1.1.3.1.2.1. Captación del $\text{Tc}^{99\text{m}}$ – MDP en el hueso

En el cintigrama óseo, el radiofármaco más utilizado corresponde al $\text{Tc}^{99\text{m}}$ marcado con MDP. Anteriormente, la acción de los bifosfonatos fue explicado en términos generales. Van Den Wyngaert, sin embargo, explica esta acción de la siguiente forma: “Si bien el mecanismo de acción de los polifosfonatos no está totalmente aclarado, se cree que a través del grupo fosfórico reaccionan por quimioadsorción sobre el calcio de la hidroxiapatita de la superficie ósea”. Es por esto que “son usados en la obtención de imágenes óseas debido a su gran captación en el esqueleto y su rápida eliminación/clearance del tejido blando luego de su administración intravenosa”²³.

Además, autores como Yuda afirman que “aun cuando se ha obtenido evidencia experimental, el mecanismo de acumulación del $\text{Tc}^{99\text{m}}$ – MDP en el hueso no está

totalmente comprendida”²⁵. Sin embargo, se ha llegado a una conclusión en relación con el mecanismo farmacocinético detrás de la interacción del radiotrazador con el hueso.

“El cintigrama óseo con Tc^{99m} – MDP es probablemente el medio diagnóstico más efectivo para patologías óseas, determinando su extensión, y detectando metástasis óseas de tumores malignos”²⁵. Sin embargo, no sólo permite evaluar procesos de pérdida de hueso, debido a su alta sensibilidad “para evaluar la distribución de síntesis activa de hueso en el esqueleto relacionada tanto con patologías malignas como benignas, así como con procesos fisiológicos”²³.

Van Den Wyngaert et al, en la guía de la EANM, explica los tiempos y el proceso de interacción del radiotrazador con el cuerpo:

- Alrededor de cuatro horas tras la inyección, entre un 50 a 60% de la cantidad inyectada se deposita en el esqueleto.
- Los bifosfonatos radiomarcados que son inyectados son adsorbidos a la superficie de los cristales de hidroxiapatita, en proporción a la vascularización local del hueso y la actividad osteoblástica.
- La porción sin consolidar (34%) es excretada en la orina, y sólo un 6% permanece en la circulación.
- La eliminación del trazador por vía gastrointestinal es poco significativa. La máxima acumulación en el hueso es alcanzada 1 hora tras la inyección y permanece prácticamente constante hasta 72 horas después”²³.

Se concluye entonces, que la captación del radiotrazador va a depender de dos factores: el flujo sanguíneo, y posiblemente más importante, de la actividad osteoblástica local^{24, 28}, que “depende de la actividad osteoblástica y osteoclástica”²³.

1.1.3.1.3. Protocolo

Con el fin de estandarizar el protocolo de adquisición de este examen, “la EANM escribió y aprobó dentro de su guía el uso de procedimientos de alta calidad en medicina nuclear”²³. Sin embargo, sus autores exponen que “no son reglas inflexibles o requerimientos de práctica y no tienen la intención, ni tampoco debiesen ser usadas, para establecer un estándar legal de cuidado”²³.

Si bien es cierto que los protocolos pueden variar entre los diversos centros, la guía publicada por la EANM²³ ha enlistado las imágenes que deben adquirirse durante el procedimiento, siendo algunas de éstas las siguientes:

- Imágenes planares de cuerpo entero en proyecciones anterior y posterior del esqueleto axial y apendicular (Figura 1.7).

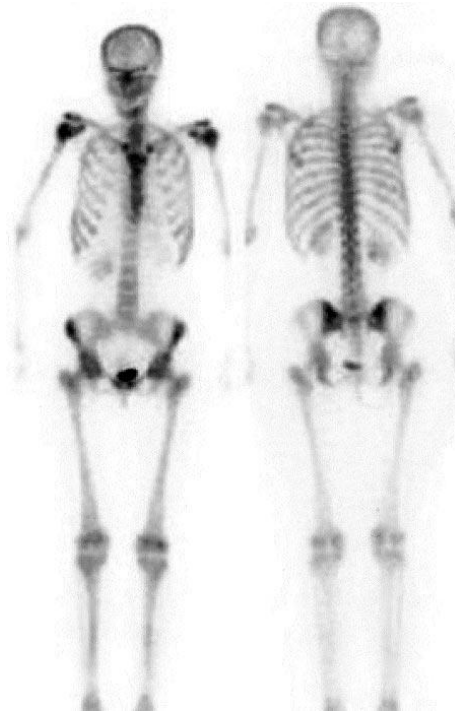


FIGURA 1.7: *Examen normal de un cintigrama óseo. Imagen anterior (izquierda) y posterior (derecha) de cuerpo entero*²⁴

- Imágenes planares focalizadas, limitadas a una porción específica del esqueleto.
- Imágenes multifásicas del hueso, que demuestran el flujo vascular y las fases en tejido blando, e imágenes de fases tardías del radiofármaco sobre un área del esqueleto. Las imágenes del flujo vascular son adquiridas durante la administración endovenosa. El estudio de la distribución de éste en el tejido blando, en un área de interés, se realiza entre los primeros 5 - 10 minutos tras su inyección. Finalmente, las imágenes tardías de cuerpo entero, vistas focalizadas, y/o imágenes tomográficas se adquieren usualmente entre 2 y 4 horas post inyección del radiotrazador. En algunos pacientes,

puede ser útil adquirir fases tardías sobre las 24 horas post administración del trazador.

La dosis administrada para la realización del examen va a depender de factores como el peso y la edad del paciente. No obstante, y a modo de estandarizar estos valores, la EANM ha propuesto que “para un cintigrama óseo en adultos, la dosis promedio administrada para una inyección endovenosa debería ser de 500 MBq (300 – 740 MBq, 8 – 20 mCi)”²³, como se muestra en la tabla 1.1, pudiendo alcanzar en algunos casos valores de 25 mCi²⁴.

TABLA 1.1: *Valores de referencia de dosis aplicada para cintigramas óseos* ²³

	Children						Adults
	3.5 kg	10 kg	20 kg	30 kg	40 kg	50 kg	
Activity (MBq)	40	95	170	240	310	375	300 – 740
Effective dose (mSv)	2.0	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9 – 4.0

En la tabla, se muestra la dosis aplicada, tanto en niños de acuerdo con su peso, como en adultos.

1.1.3.1.4. *Preparación del paciente*

Generalmente para este tipo de exámenes, el paciente no necesita gran preparación debido a que el radiotrazador inyectado no genera reacciones adversas, por lo tanto, el ayuno no será requerido.

Al paciente únicamente se le pide que beba abundante líquido antes y después del examen con el objetivo de disminuir la exposición excesiva a los órganos. Además, debe orinar antes de realizarse el examen, para minimizar el tiempo de irradiación a la vejiga y órganos pélvicos, como también para facilitar la visualización de estructuras óseas de ese sector como el sacro y la pelvis. El paciente debe desprenderse de todo objeto metálico que pueda causar una imagen hipocaptante en el examen².

1.1.3.1.5. Hallazgos del examen

De acuerdo con Love²⁴, en un cintigrama normal “hay una distribución simétrica de la actividad a través de todo el sistema esquelético de adultos sanos. También se encuentra, de forma común, presencia de actividad en la vejiga, una débil actividad a nivel renal, y una mínima actividad en tejido blando (Figura 1.8).

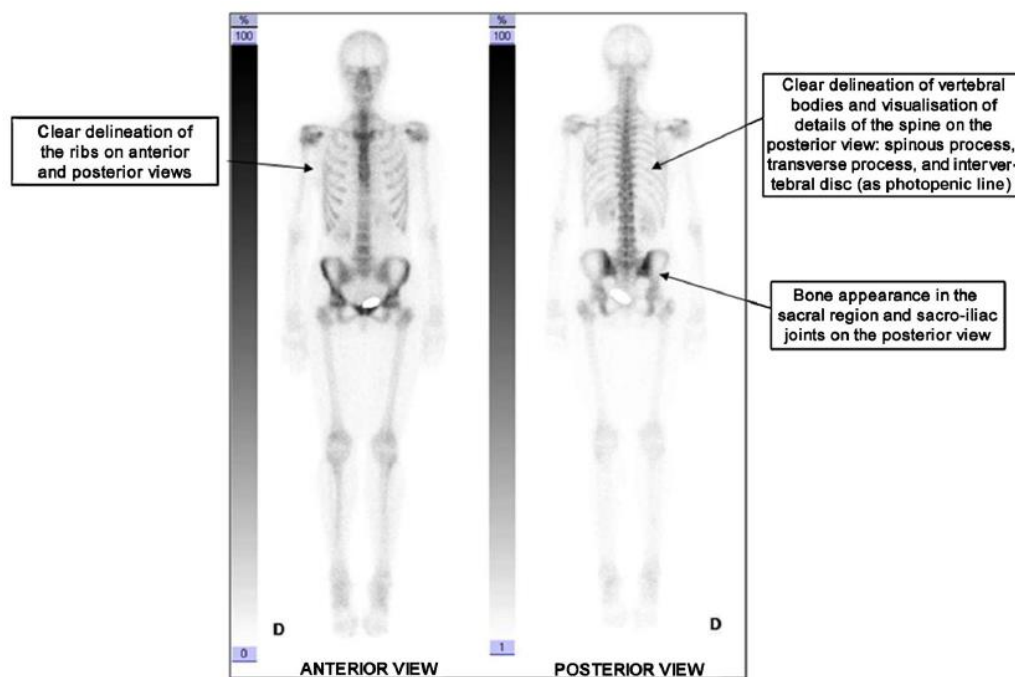


FIGURA 1.8: *Imagen normal de CO de cuerpo entero*

En la imagen, se demuestran los criterios cintigráficos que permiten evaluar la calidad e interpretabilidad de una imagen de cuerpo entero. Nótese la clara delineación de las costillas en sus visiones tanto anterior como posterior; la clara delineación de los cuerpos vertebrales y la visualización de los detalles de la columna en la vista posterior: apófisis espinosas, apófisis transversales, y los discos intervertebrales (como líneas fotopénicas); además de la apariencia ósea en la región del sacro y articulaciones sacroilíacas en la visión posterior²³.

En mujeres es normal que se visualice captación del radiotrazador en mamas debido a la lactancia, aunque también puede relacionarse con procesos tumorales².

En su libro, Díaz García et al.²¹ presentan las áreas del cuerpo donde hay una mayor captación del radiotrazador debido a un aumento de la actividad metabólica, a pesar de que esta captación generalmente es uniforme:

- Cabeza y cuello: Las suturas de la bóveda y base de cráneo, además de nasofaringe y maxilares, suelen ser hipercaptantes durante la dentición.
- Tórax: El esternón y las articulaciones, columna y costillas son claramente visibles. En ancianos, puede verse los cartílagos costales calcificados debido a un aumento en la captación del radiofármaco.
- Abdomen: Como ya se mencionó, son visibles la silueta renal debido a la excreción del radiotrazador, pero no debiese visualizarse normalmente los cálices ni uréteres renales.
- Pelvis: En proyección anterior se visualizan las crestas iliacas y sínfisis púbica, y por posterior son visibles hipercaptantes las articulaciones sacroilíacas.
- Extremidades: La captación en esta zona es escasa, salvo en zonas periarticulares.

En niños y adolescentes se encuentra una mayor captación en torno a los cartílagos de crecimiento. En ancianos, se puede visualizar hipercaptación asimétrica del radiofármaco en aquellas articulaciones que presentan cambios artríticos.

Si hay presencia de alguna patología, puede evidenciarse una reacción ósea “reflejada en la exploración ósea como un foco de captación elevada”²³, comúnmente conocida como zona caliente.

1.1.3.1.6. Equipo

Como se ha mencionado, la radiación del radiotrazador debe ser recogida por un equipo para precisar su distribución en el cuerpo del paciente. Para esto se utiliza una gammacámara, equipo que permite detectar, seleccionar y cuantificar una fuente de radiación γ . Sus componentes se encuentran distribuidos de acuerdo a la dirección del fotón gamma, que incidirá primero en el colimador y posteriormente llegará detector, compuesto principalmente por un cristal detector, una guía óptica y tubos fotomultiplicadores (Figura 1.9).

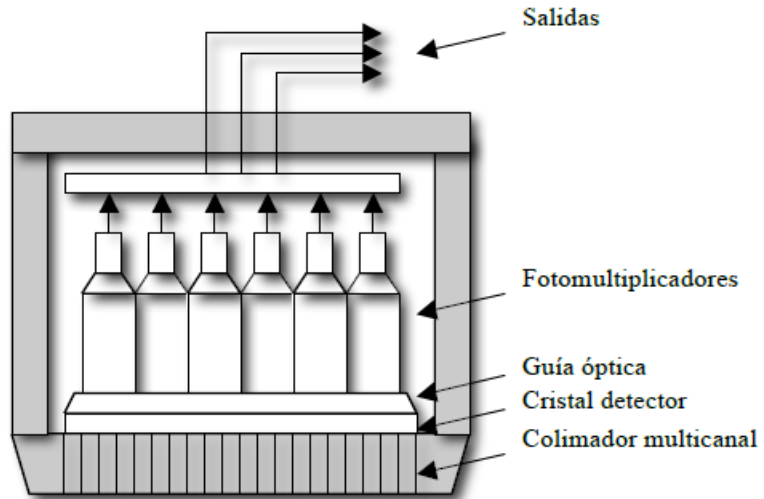


FIGURA 1.9: *Esquematación de un detector de gammacámara*

Como ya se mencionó, la radiación ingresa por los colimadores del equipo, los cuales poseen múltiples perforaciones. Entre éstas, se encuentran unos tabiques denominados septos, que colocados delante del cristal permitirán la absorción de la radiación dispersa, retenida por éstos, (Figura 1.10 A) permitiendo que la radiación que se desplaza de manera ortogonal llegue al cristal. Además, Strocovsky²⁹ explica que los colimadores cumplen la función de atenuar (por absorción parcial) la radiación dispersa (scattering) proveniente del paciente, originada debido a fotones dispersados por efecto Compton. Esta radiación degrada la calidad de la imagen final, por pérdida de contraste y borrosidad.

Según Díaz García²¹, los colimadores pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Según la energía de los fotones filtrados:
 - Alta energía (filtran fotones de energía mayor a 300 KeV).
 - Media energía (entre 200 y 300 KeV).
 - Baja energía (energías menores a 200 KeV).
- Según su sensibilidad y resolución:
 - Alta sensibilidad/baja resolución.
 - Alta resolución/baja sensibilidad.
 - Sensibilidad y resolución media.

- Según la disposición de sus orificios: (Figura 1.10 B)
 - Orificios paralelos.
 - Orificios divergentes.
 - Orificios Convergentes.
 - Pinhole (forma de cono).

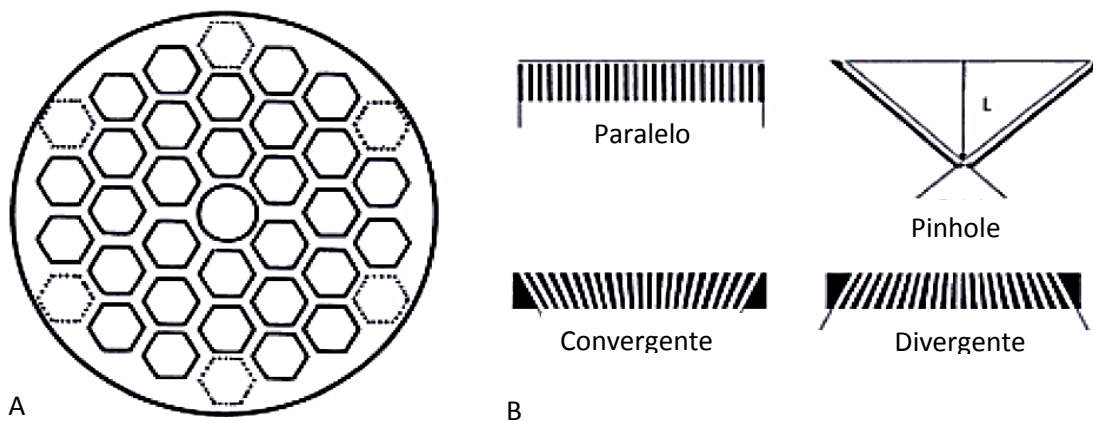


FIGURA 1.10: Colimadores. A) Esquema de la estructura de un colimador.
B) Distintos tipos de colimadores²¹

Reuniendo estas tres características, se obtienen distintos tipos de colimadores:

TABLA 1.2: Tipos de colimadores

	Propósito general	Media energía	LEHR	LEHS	Pinhole
<i>Según energía filtrada</i>	Baja	Media	Baja	Baja	No específica
<i>Según sensibilidad y resolución</i>	Media	Media	Alta resolución	Alta sensibilidad	Alta resolución
<i>Según disposición de orificios</i>	Paralelos	Paralelos	Paralelos	Paralelos	Cono

Los más utilizados son los colimadores de orificios paralelos, donde a mayor distancia fuente – detector, empeora la resolución debido al aumento del campo de visión de cada orificio del colimador³⁰.

Estos colimadores son intercambiables y dependerá de la energía del isótopo que se utilizará y del tipo de estudio a realizar. Por ejemplo, un colimador de baja energía no debe ser utilizado para obtener imágenes de energías emisoras superiores a 170 KeV, ya que generaría artefactos indeseados, baja resolución y sensibilidad, favoreciendo la aparición de ruido en la imagen³¹.

Luego del ingreso de los fotones al colimador, estos llegarán al detector de la gammacámara, que contiene un cristal de centelleo formado por yoduro sódico activado con talio [NaI (Tl)]. Éste absorberá los fotones γ provenientes del radionúclido y los convertirá en luz visible, generándose alrededor de 20 – 30 fotones de luz por cada 100 electronvoltios (eV) de energía cedida al cristal²¹.

Posterior al cristal, se encuentra un acople óptico o silicona, que permite la unión del cristal al siguiente componente del detector: el tubo fotomultiplicador (TFM) (Figura 1.11).

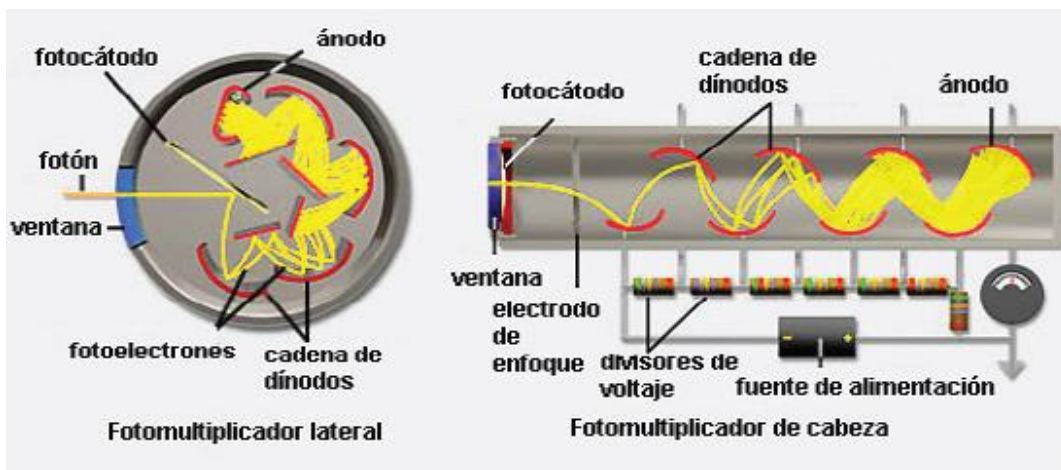


FIGURA 1.11: Esquema de un tubo fotomultiplicador

En la imagen anterior, se visualiza la llegada de los fotones al fotocátodo pasando a través de una ventana y multiplicándose al llegar a cada uno de los dínodos presentes en su interior.

El objetivo de este tubo fotomultiplicador es transformar estos fotones luminosos en pulsos eléctricos, lo que comienza con la liberación de los electrones al momento de la llegada de los fotones a través de la ventana. Los fotoelectrones son acelerados hacia los dínodos, que actuarán como electrodos. Éstos se encuentran dispuestos de manera secuencial y conectados a un campo eléctrico³⁰, produciendo su aceleración mediante una diferencia de potencial, con la consecuente multiplicación de los fotoelectrones. Por cada 7 – 10 fotones de luz que alcanza el cátodo del TFM, se eyecta un electrón²¹.

Luego del tubo fotomultiplicador se encuentra el amplificador, que es un dispositivo electrónico cuya función es permitir que el pulso emitido por el preamplificador sea modificado en su magnitud, para permitir una calibración o sintonización fácil de la energía. Este efecto se denomina Ganancia o Atenuación.

La señal eléctrica obtenida y amplificada será posteriormente discriminada por el PHA o *Pulse Height Analyzer* (Analizador de Altura de Pulsos), que verifica el tamaño del pulso emitido por el amplificador a través de dos controles: la base y la ventana. La base va a establecer la amplitud mínima de los pulsos, mientras que la ventana establecerá el rango de la amplitud de los pulsos³⁰. Esta ventana deberá permanecer centrada en el peak de la curva (Figura 1.12). Mientras más estrecho sea el ancho de ventana, mayor será la resolución, debido a que se filtrará la emisión Compton mejorando así la calidad de la imagen, aunque el tiempo que se requerirá para la adquisición será mayor. La amplitud habitual de la ventana es del 20%, lo que significa que formarán la imagen aquellos fotones que se ubiquen entre un 10%, tanto por debajo como por sobre la energía de emisión del radionúclido²¹. Este valor determinará la porción del espectro que será usada para las imágenes y el conteo de actividad, dejando de lado aquella radiación que no será utilizada en el estudio y que puede causar daños a la resolución de la imagen. Así, el PHA produce un pulso eléctrico de un tamaño fijo que luego se cuenta en un espectrómetro. De esta forma, se visualizará de manera esquemática la energía del fotón, con el fin de realizar un seguimiento de la cantidad de pulsos por altura que se detectaron durante un periodo de tiempo, a través del cual se registrará la energía del espectro de los rayos γ ³².

La energía que selecciona el PHA depende tanto de los ajustes de alto voltaje de los TFM como de la ganancia del amplificador.

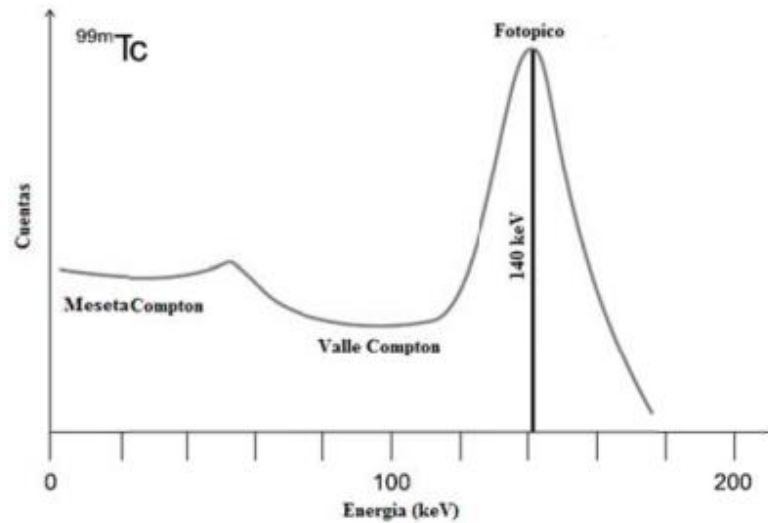


FIGURA 1.12: *Espectro de emisión del Tc^{99m} . Visualización de las distintas zonas*³³

La EANM recomienda para un cintigrama óseo:

²³Una gammacámara de un cabezal o doble cabezal equipada con un colimador de baja energía, alta resolución y agujeros paralelos. Un colimador de baja energía y propósito general puede ser usado como alternativa para las imágenes dinámicas tempranas y el pool vascular. La ventana de energía debe centrarse en la energía del fotón del Tecnecio 99 metaestable (140 KeV) y el ancho de ventana es generalmente ajustado en un 15% o 20%.

1.1.3.1.7. Formación de la imagen

Los fotones que presentaron una energía dentro del rango del PHA conformarán la imagen final, y serán ordenados en su llegada al detector por el circuito de posicionamiento²¹, que les proporcionará una ubicación bidimensional mediante los ejes X e Y, de acuerdo a la señal proveniente de cada fotón gamma. Esta señal se determina mediante factores de ponderación asignados a cada tubo fotomultiplicador (TFM) de acuerdo a la distancia de llegada de este fotón al centro de cristal, resultando proporcional al número de fotones de luz producido por un centelleo y, por lo tanto, a la energía absorbida (Figura 1.13). Debido a esto, las señales de todos los TFM son combinadas para formar la señal Z. Estas

señales serán analizadas por el PHA para determinar si resultan válidas para la formación de la imagen. Una vez aceptadas, se almacenarán en la computadora³³.

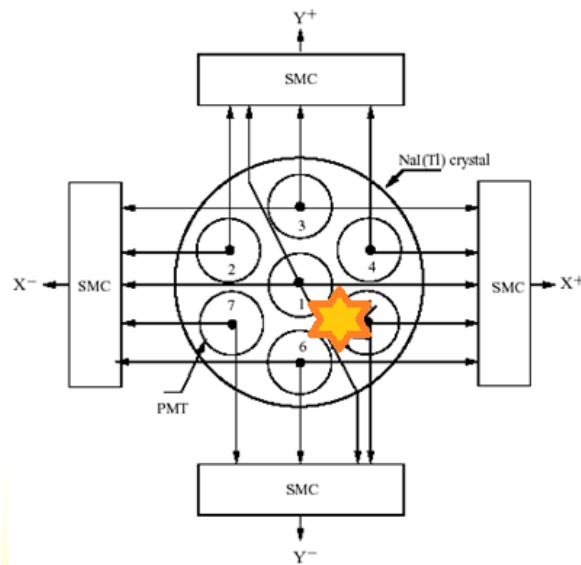


FIGURA 1.13: *TFM y centelleo en la matriz*

Sin embargo, esta imagen es de tipo análoga, ya que sólo representa la cantidad de energía de la señal luminosa en cada punto²¹, y no puede ser leída por el ordenador para ser procesada, dando paso al proceso de digitalización.

La digitalización es realizada por el interfaz gammacámara – ordenador, conocido como CAD (Convertidor Análogo – Digital), que convierte la señal análoga entregada por la gammacámara (X, Y, Z), en una señal digital procesable por el ordenador. De esta forma, a la señal de los fotones aceptados y procesados se les llamará cuentas, las cuales se visualizarán, leerán y almacenarán en forma de cifras numéricas.

Para que estas cifras numéricas sean visibles, se superpondrá una cuadrícula sobre la imagen adquirida, compuesta por unidades de información en forma de celdas pequeñas conocidas como píxeles. Luego, a cada píxel se asigna un valor de gris que representa el promedio de señal/cuentas en cada punto. Así, a cada celda le corresponde un número entero según su brillo y contraste, formándose una matriz bidimensional de valores enteros²¹.

³³Las matrices son definidas por el número de divisiones a lo largo de cada eje. El operador puede seleccionar mediante diferentes configuraciones de matriz 64×64, 128×128, 256×256 y 512×512, o más. Dichos números se refieren al número de columnas y filas en una matriz cuadrada. Por ahora sólo diremos que, a mayor número de píxeles, menor es el tamaño de cada píxel para un campo de visión fijo y mejor será la resolución de la imagen.

1.1.4. Índice Sacro Ilíaco (ISI)

1.1.4.1. Definición

El índice sacroilíaco (ISI) es un índice de uso rutinario que corresponde a la razón entre el promedio de las cuentas adquiridas en ambas articulaciones sacroilíacas (por separado) y aquellas adquiridas en el sacro. De este modo, es posible “evaluar de una forma objetiva su actividad metabólica”¹.

Este indicador se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$ISI = \frac{\text{Promedio cuentas ROI articulación sacro ilíaca}}{\text{Promedio cuentas ROI sacro}} \quad (1.1)$$

De este modo, se obtiene un valor que es utilizado, por ejemplo, para “detectar sacroilitis temprana en pacientes con dolor en la espalda baja”¹⁰. Sin embargo, es importante destacar que “cada centro de medicina nuclear debería contar con sus propios datos de ISI de acuerdo con la edad y género de los pacientes”⁹.

1.1.4.2. Método de cálculo del ISI

El ISI se obtiene a partir de las imágenes adquiridas en un examen de cintigrama óseo. Particularmente, se utiliza la imagen posterior de cuerpo entero o la imagen estática posterior de pelvis, debido a que existe una menor distancia entre las estructuras de interés y el detector. Sin embargo, un estudio realizado por Alay concluye que “las diferencias entre los dos métodos de cálculo no son estadísticamente significativas, por lo tanto, el cálculo del ISI se puede realizar tanto en la imagen de cuerpo entero, como en una imagen estática segmentaria”³⁴.

Para la obtención de la cantidad de cuentas por pixel presentes en las zonas de interés, las cuales permitirán realizar el cálculo del ISI, existen diversos métodos dependiendo del centro de medicina nuclear. Un estudio llevado a cabo por Tiwari y Basu¹⁰ compara cuatro métodos de cuantificación del cintigrama óseo.

- **Método de ROI irregular** (Figura 1.14): consiste en dibujar una región de interés (ROI) irregular sobre la articulación sacroilíaca izquierda, cubriendo el hueso ilión. Posteriormente, se copia un ROI en espejo y se sitúa en la articulación sacroilíaca derecha. Finalmente, un tercero es dibujado sobre la zona del sacro entre los dos ROI anteriores, para calcular la cantidad de cuentas por píxel de cada región.

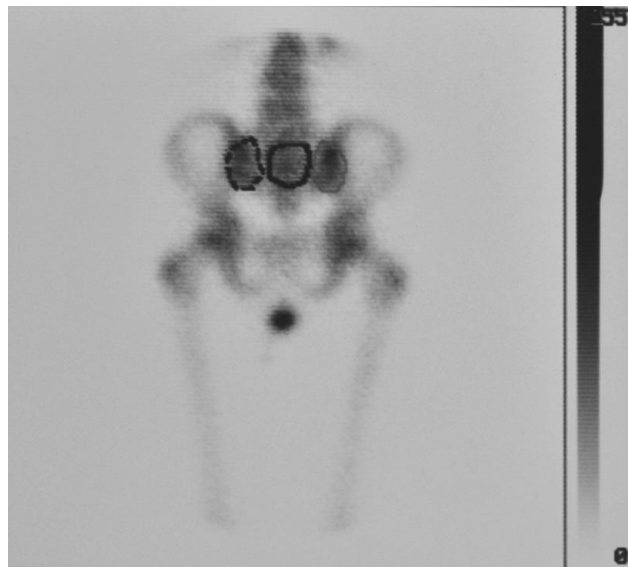


FIGURA 1.14: *Representación del método de ROI irregular*¹⁰

- **Método de ROI rectangular** (Figura 1.15): Este método es similar al método anterior, excepto que los ROI fueron dibujados de manera rectangular. El tamaño de éstos es ajustado a modo de cubrir ambas articulaciones sacroilíacas y la región del sacro. Posteriormente, son calculadas las cuentas por píxel de las tres regiones.

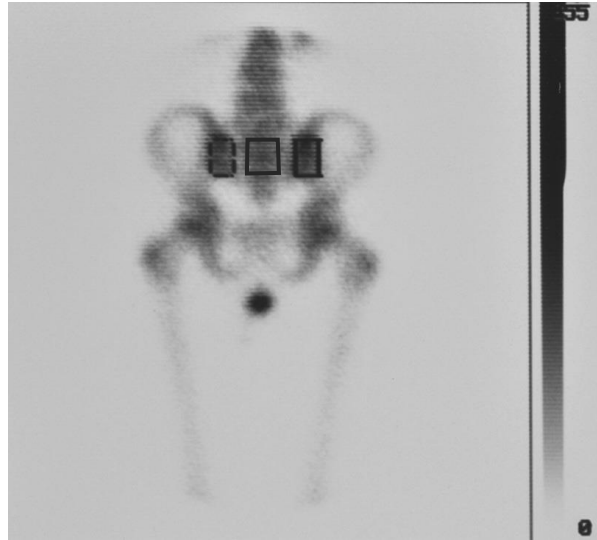


FIGURA 1.15: *Representación del método de ROI rectangular*¹⁰

- **Perfil de cuentas** (Figura 1.16): Un gran ROI rectangular es dibujado horizontalmente cubriendo ambas articulaciones sacroilíacas y el sacro. El ancho de éste se mantuvo entre 5 – 15 píxeles dependiendo del tamaño de la pelvis. Posteriormente, es generado un perfil de las cuentas presentes en el ROI. Finalmente, son anotadas los peaks de cuentas de ambas articulaciones sacroilíacas y el sacro.

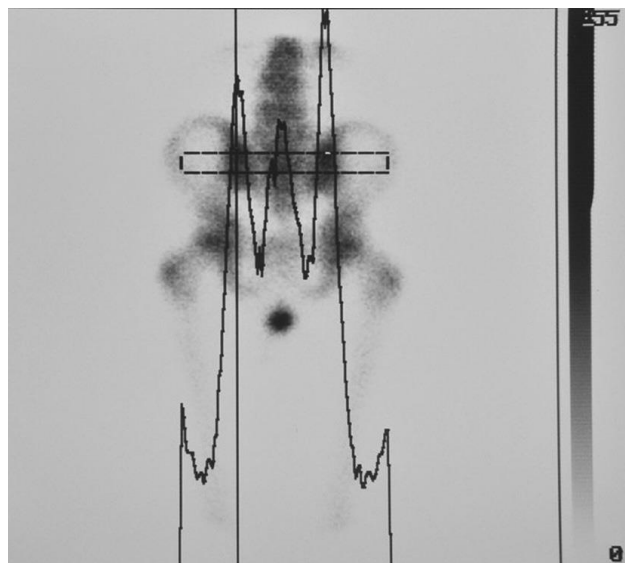


FIGURA 1.16: *Representación del método de perfil de cuentas*¹⁰

- **Perfil de cuentas integrado** (Figura 1.17): Dos cursores electrónicos verticales son posicionados, cubriendo 10 – 20 pixeles del perfil de cuentas de forma simétrica en ambos lados. La cantidad de cuentas integradas entre ambos cursores fueron determinadas de forma separada para cada articulación sacroilíaca y el sacro. Se tuvo cuidado de mantener igual el ancho entre ambos cursores para las tres regiones estudiadas.

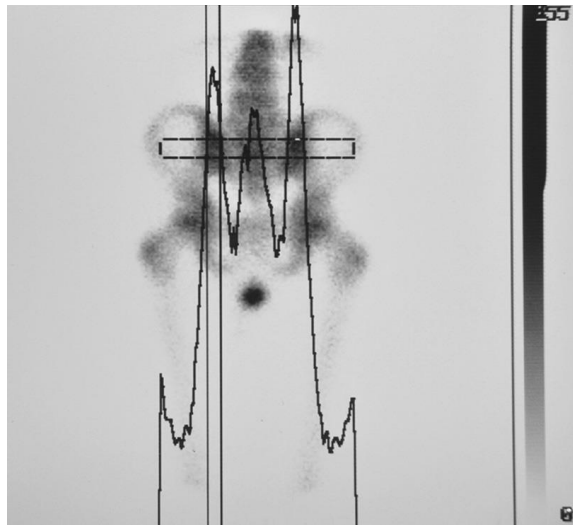


FIGURA 1.17: *Representación del método de perfil de cuentas integrado*¹⁰

Los autores concluyen que “los ISI no varían significativamente dependiendo del método de selección de ROI. Cualquier método puede ser aplicado dependiendo de la capacidad de la gamma cámara”¹⁰.

1.2.PROBLEMÁTICA

La cuantificación del ISI es una excelente herramienta para el diagnóstico y seguimiento de las patologías que generan aumento de actividad osteoblástica en las articulaciones sacroilíacas y sus alrededores². Esto es debido a que el CO presenta una mayor sensibilidad, en comparación con radiografías, pues la clínica del paciente tampoco resulta específica, especialmente en etapas iniciales⁵, por lo que la determinación de este índice es fundamental para complementar el diagnóstico del paciente.

En la Región de Valparaíso, Chile, no existen registros actualizados del ISI que representen a la población presente en dicho lugar, aun cuando se recomienda que cada centro cuente con datos propios y actualizados de los valores de este índice^{1, 5, 8, 9, 10}.

1.2.1. Pregunta de Investigación

Ante la problemática anteriormente descrita, la pregunta que surge es ¿Cuáles son los valores de la mediana de ISI según género y rango etario, de pacientes que se realicen CO en la Unidad de MN del Hospital Dr. Gustavo Fricke (HGF) y en las dos Unidades de Medicina Nuclear del Centro de Medicina Nuclear de Viña del Mar (CMNVM), ubicados en la Región de Valparaíso?

1.2.2. Relevancia

La relevancia de este estudio consiste en la determinación de los valores de la mediana de ISI en la Región de Valparaíso, específicamente, la ciudad de Viña del Mar, de acuerdo con la edad y el género. Así, se obtendrán datos representativos a la población, debido a que diversos autores concluyen que cada departamento de medicina nuclear debería establecer sus propios ISI de acuerdo con su región, teniendo en cuenta la edad y el género^{8, 9, 10}.

Además, se da un estudio inicial a un tema que necesita ser actualizado periódicamente en la región, entregando valores a futuras investigaciones que cuenten con más recursos que un seminario de pregrado.

CAPÍTULO 2.- OBJETIVOS

2.1.OBJETIVO GENERAL

- Determinar los valores de ISI según género y rango etario en exámenes de CO de pacientes atendidos en la Unidad de Medicina Nuclear del HGF y en las dos Unidades de Medicina Nuclear del CMNVM, entre los años 2016 y 2017.

2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir los valores de las cuentas de cada ASI y el sacro en pacientes que se realizaron CO en tres Unidades de MN de la Región de Valparaíso, Chile, entre los años 2016 y 2017.
- Determinar los valores de ISI en pacientes según género que se realizaron CO en tres Unidades de MN de la Región de Valparaíso, Chile, entre los años 2016 y 2017.
- Determinar los valores de ISI según rango etario, de pacientes que se realizaron CO en tres Unidades de MN de la Región de Valparaíso, Chile, entre los años 2016 y 2017.
- Determinar los valores de ISI según género y rango etario propios de cada centro, en pacientes que se realizaron CO en tres Unidades de MN de la Región de Valparaíso, Chile, entre los años 2016 y 2017.

CAPÍTULO 3.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.TIPO DE ESTUDIO

Según Manterola y Otzen³⁵, y de acuerdo con la intervención del investigador, el presente estudio es de tipo observacional, debido a que los investigadores sólo se limitarán a observar y registrar datos, sin que exista intervención en este proceso. Considerando la planificación de la toma de datos, corresponde a un estudio retrospectivo, debido a que se accederán a bases de datos para realizar la investigación, lo que se detalla más adelante. Además, corresponde a un estudio de tipo descriptivo, ya que éste se limita a la descripción detallada de cada variable sin buscar relaciones entre ellas.

3.2.POBLACIÓN Y LUGAR DE ESTUDIO

3.2.1. Población en estudio

La población estudiada correspondió a hombres y mujeres sobre los 21 años que se realizaron cintigramas óseos (anexo B) en 3 Unidades de MN ubicadas en la Región de Valparaíso, desde Enero del 2016 hasta Diciembre de 2017. Se trabajó sólo con los datos de sexo y edad de la muestra obtenida, además de los valores de las cuentas presentes tanto en ambas ASI como a nivel del sacro, utilizados posteriormente para el cálculo del ISI.

Además, se consideraron sólo aquellos pacientes mayores de 21 años debido a que la mayoría presenta un cierre epifisiario completo a esta edad^{36, 37}.

3.2.2. Lugar de estudio

El presente estudio es multicéntrico, y contó con datos obtenidos por las Unidades de Medicina Nuclear de:

- Hospital Dr. Gustavo Fricke (HGF), ubicado en avda. Álvarez 1532, Viña del Mar, Región de Valparaíso.
- Centro de Medicina Nuclear Viña del Mar (CMNVM), ubicado en el Hospital Clínico Viña del Mar (HCVM), en calle Limache 1741, Viña del Mar, Región de Valparaíso.
- Centro de Medicina Nuclear Viña del Mar (CMNVM), ubicado en calle Arlegui 333, of. 221 Edificio Marina Centro, Viña del Mar, Región de Valparaíso.

El posterior análisis de datos y realización de cálculos se llevó a cabo en el CMNVM ubicado en calle Arlegui 333, of. 221 Edificio Marina Centro, Viña del Mar, Región de Valparaíso.

3.3.TIPO DE MUESTREO

3.3.1. Definición de la muestra

La muestra seleccionada y utilizada para el estudio correspondió a todos aquellos datos de los pacientes que se encontraron dentro de los criterios de inclusión.

3.3.2. Muestreo

Se consideró un método de muestreo Probabilístico de carácter Aleatorio Simple.

3.3.3. Tamaño muestral

El tamaño de la muestra fue de 346 datos de pacientes, conforme al objetivo y al diseño de muestreo. Éste último consideró un método de muestreo probabilístico de carácter aleatorio simple y un tamaño de muestra (n) conforme a un tamaño de la población de 3000 datos de pacientes, una desviación estándar esperada igual a 0.26, una precisión de 90% y un nivel de confianza de 95%. El cálculo se realizó mediante la fórmula para determinar el tamaño de muestra de una población finita:

$$n = \frac{N * Z^2 * S^2}{N * e^2 + Z^2 * S^2} \quad (3.1)$$

Donde:

- n = tamaño de muestra de cálculo
- N = tamaño de la población
- Z = coeficiente de confianza
- S^2 = varianza esperada
- e = precisión (error)

Por lo que:

$$n = \frac{3000 * 1.96^2 * 0.26^2}{3000 * 0.026^2 + 1.96^2 * 0.26^2} \quad (3.2)$$

$$n = 341 \sim 346 \text{ (con 1.5 \% de resguardo)}$$

Resultando de esta forma una muestra total de 346 datos de pacientes.

3.4.CRITERIO DE ELEGIBILIDAD

3.4.1. Criterios de inclusión

- Examen de Cintigrama Óseo.
- Exámenes realizados entre Enero de 2016 y Diciembre de 2017.
- Datos de paciente mayor a 21 años.
- Datos de paciente con cierre epifisiario completo.
- Examen realizado en HGF, y en ambas unidades del CMNVM.

3.4.2. Criterios de exclusión

- Examen de baja resolución.
- Archivo DICOM extraviado.

3.5.VARIABLES

- **Sexo:** Corresponde a la condición orgánica que distingue a los machos de las hembras. Es una variable cualitativa, dicotómica, nominal. Puede ser “masculino

(M)” o “femenino (F)”. Esta información será otorgada por la profesora guía, de acuerdo con cada examen.

- **Edad:** Es el tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento. Es una variable cuantitativa, discreta, con valores que van de 0 a infinito. Esta información será otorgada por la profesora guía, de acuerdo con cada examen.
- **Promedio de cuentas en ASI:** Se refiere a la cantidad de cuentas adquiridas en el examen a nivel de la ASI, tanto izquierda como derecha por separado; es una variable cuantitativa, discreta, que puede tomar valores que van de 0 a infinito y son medidas por el software asociado al CAD de la gammacámara.
- **Promedio de cuentas en sacro:** Hace referencia a la cantidad de cuentas adquiridas en el examen a nivel del sacro; es una variable cuantitativa, discreta, que puede tomar valores que van de 0 a infinito y son medidas por el software asociado al CAD de la gammacámara.
- **ISI:** Corresponde al índice que evalúa la relación del nivel de captación del radiotrazador Tc^{99m} – MDP (Tecnecio 99 metaestable asociado a metilendifosfonato) a nivel de una ASI y el sacro; es una variable cuantitativa, continua, y se determina mediante la razón entre el promedio de cuentas de cada articulación por separado, y el promedio de cuentas del sacro. Puede tener valores de 0 a infinito, y su cálculo se realiza mediante un software especializado.

3.6.FUENTES Y MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Lugar: Esta investigación será realizada en las Unidades de Medicina Nuclear de:

- Hospital Dr. Gustavo Fricke (HGF), ubicado en Av. Álvarez #1532, Viña del Mar, que cuenta con un equipo marca General Electric, modelo Millennium MG y MC, del año 2002, fabricado en TiratHaCarmel, Israel.
- Centro de Medicina Nuclear Viña del Mar (CMNVM), ubicado en el Hospital Clínico Viña del Mar (HCVM), en Calle Limache #1741 Viña del Mar, que cuenta con un equipo marca Sophycámara, modelo DSX Bodytrack, del año 1990, fabricado en París, Francia.

- Centro de Medicina Nuclear Viña del Mar (CMNVM), ubicado en calle Arlegui #333 Of. 221 Edificio Marina Centro, Viña del Mar, que cuenta con un equipo marca Sophycaméra, modelo DSX rectangular, del año 1989, fabricado en Vèlizy-Villacoublay, Francia.

Para obtener la población con los datos de exámenes utilizados en este estudio, la profesora guía Srta. Christhal Oyarzún Véliz, Tecnólogo Médico quien cuenta con 7 años de experiencia en la especialidad de Medicina Nuclear, accedió a la Workstation de las tres unidades mencionadas anteriormente, de las cuales recopiló el set completo de imágenes de cintigramas óseos realizados siguiendo el protocolo descrito en el anexo B, junto a los datos correspondientes de edad y sexo de cada uno y que hayan cumplido con los criterios de elegibilidad.

La identidad del paciente junto con sus datos sensibles, estuvieron a resguardo con el fin de mantener su anonimato conforme a la carta de compromiso y autorización firmada con anterioridad por la profesora guía y el profesor co - guía Dr. Claudio Opazo Rojas respectivamente (ver anexo C y D). La población que se utilizó de cada centro fue proporcional al número de pacientes atendidos en el tiempo establecido.

3.6.1. Recolección de datos

Para realizar la distribución de los datos, se confeccionó una planilla Excel distribuida en columnas. La columna A contenía números consecutivos del 1 al 3000 titulada “N° Población”, y en las columnas siguientes se distribuyeron los datos de sexo, edad y centro al que perteneció el examen. También se ubicó una columna con el nombre del archivo DICOM al que correspondía cada dato (ver anexo E).

De este modo, cada dato recolectado por la profesora guía, sería correlacionado con su número de población, y así facilitar su posterior análisis.

De manera periódica, la profesora guía fue recolectando e ingresando los datos a la planilla anterior, hasta lograr la totalidad de la población estipulada en la investigación.

Se consideró un método de muestreo probabilístico de carácter aleatorio simple para determinar los datos que fueron utilizados en el estudio.

Para la selección aleatoria de la muestra, fue creada una segunda tabla, esta vez con números consecutivos del 1 al 346, en una columna titulada “N° Muestra”. La segunda columna, correspondiente al “N° Población” fue completada usando la fórmula para generar números aleatorios presente en el programa Excel:

$$=ALEATORIO.ENTRE(\text{inferior}; \text{superior}) \quad (3.3)$$

Donde se debe seleccionar el límite inferior y superior para los valores que serán entregados. Estos valores fueron 1 y 3000, respectivamente. De este modo, cada dato de la muestra tuvo correlación a un dato particular y único en la población (ver anexo F). Los valores repetidos fueron retirados, y la operación fue realizada hasta completar la totalidad de la muestra con valores sin repetir.

Cada dato siguiente fue completado usando una de las fórmulas de búsqueda de datos disponible en Excel:

$$=BUSCARV(\text{valor_buscado}; \text{matriz_buscar_en}; \text{indicador_columnas}; [\text{ordenado}]) \quad (3.4)$$

Dónde “valor_buscado” corresponde al dato de la columna “N° Población”, la “matriz_buscar_en” al rango donde se quiere buscar el valor que se encuentra en la tabla de la población (figura 3.1); el “indicador_columnas”, que equivale al número de columna en el rango que contiene el valor devuelto, y [ordenado] para una coincidencia exacta.

Finalmente, la tabla obtenida contiene los datos de la muestra, correlacionados con cada dato de la tabla de la población (ver anexo G).

3.6.2. Procesamiento de datos

Las imágenes de cuerpo entero posterior recopiladas por la profesora guía fueron organizadas en carpetas enumeradas del 1 al 346, correlacionado al número de la muestra. Estas carpetas fueron enviadas para ser revisadas por el médico nuclear y profesor co – guía Dr. Claudio Opazo para asegurar que la imagen presenta un cierre epifisiario completo. Posteriormente, las imágenes fueron ingresadas en la Workstation del CMNVM ubicado en calle Arlegui, Viña del Mar, para realizar el cálculo del ISI.

Este cálculo se realizó ingresando el set de imágenes del paciente al software Oasis del CMNVM donde se seleccionó específicamente la imagen de cuerpo entero posterior (ver anexo H). A continuación, se realizó Zoom a la zona de la pelvis del paciente con las herramientas que se encuentran en el software para poder proceder con el cálculo.

Debido a que se ha demostrado que no existen diferencias significativas entre las distintas técnicas utilizadas^{34, 38}, se procedió a la obtención de las cuentas de ambas ASI y el sacro mediante la herramienta disponible del software Oasis del CMNVM, que corresponde al método de ROI rectangular descrito en el anexo I y representado en el anexo J.

Al configurar el primer ROI correspondiente a la ASI izquierda en color rojo, el software permite la opción de copiar y pegar el mismo ROI para la ASI derecha en color verde y para el sacro en color amarillo, siendo los tres ROI del mismo tamaño (ver anexo K). De la misma forma existe la posibilidad de repetir el mismo tamaño de estos ROI para los exámenes de los demás pacientes.

El tamaño utilizado para el ROI fue proporcional a la matriz con que se adquirió la imagen del estudio. Esto debido a que existen imágenes de matriz 1024 x 256 siendo el ROI de 144 pixeles (anexo J) e imágenes de matriz 2048 x 512 que nos da un ROI proporcional de 570 pixeles (anexo K).

Al momento de obtener las cuentas de cada ROI, éste nos brindó un valor individual para cada uno de ellos, visible en la tabla ROI STATISTICS en la fila TOTAL, obteniendo de forma automática el ISI para cada ASI, descrito en la tabla de nombre SI JOINT/SACRUM RATIO del software. (anexo J, K)

3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los investigadores (Sr. Juan Barra Bascuñán, Sr. Kevin Ketterer Pacheco y Srta. Camila Ugarte Santander) traspasaron los datos entregados por la Profesora guía, a una base de datos realizada en una planilla Excel (anexo L), que especifica el número correspondiente a la muestra y a la población, sexo y edad de cada uno, así como el centro al que pertenece;

la cantidad de cuentas de ambas ASI y sacro, además del cálculo de cada ISI (derecho e izquierdo), para todos los pacientes mediante la fórmula presente en el anexo B.

Luego de obtener y ordenar los datos de la muestra, se procedió a ingresar esta información al programa STATA/IC, versión 15.0, College Station, TX, julio 2017, el que nos permitió organizar las distintas variables en percentiles, además de desarrollar el test Shapiro-Wilk (anexo M) para determinar la condición de normalidad o anormalidad de cada una de éstas, explicado con mayor detalle en el capítulo de resultados.

La plataforma permitió, a su vez, distribuir en percentiles las edades de los pacientes de acuerdo a cada sexo, y de la misma forma, permitió la clasificación de éstos en cuartiles según edad y sexo.

Posteriormente, se describió el valor de la mediana de las cuentas para ambas ASI y el sacro. Lo mismo ocurrió para el cálculo de los ISI derecho e izquierdo según género y para los ISI derecho e izquierdo según rango etario con sus respectivos intervalos de confianza.

Además de estos datos, se obtuvo la distribución del ISI izquierdo e ISI derecho según sexo y rango etario para la totalidad de la muestra.

Finalmente, se determinaron los valores del ISI según rango etario y sexo de los pacientes atendidos en ambos centros por separado.

3.8. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Basándose en los requisitos éticos que debe tener toda investigación científica, expuestos por Ezekiel^{39, 40}, se ha realizado un análisis del presente estudio, determinando los siguientes puntos:

- **Valor**

La presente investigación conduce a describir los valores de la mediana de ISI más representativos y propios para la zona de estudio, generando información que no existe actualmente en dicha región. Esto corresponde a una investigación clínica pionera en la

región de Valparaíso, por lo tanto, existe una formación de conocimiento mediante un estudio inicial a un tema que necesita actualización periódica, dando paso a posibles investigaciones futuras.

- **Validez científica**

La investigación cuenta con un seguimiento constante por parte de los comités de la Universidad de Valparaíso, asegurando que la metodología resulte bien diseñada y confiable.

Se utilizaron datos de pacientes del centro de MN del HGF y de las dos unidades del CMNVM de la comuna de Viña del Mar, con previa autorización firmada por cada uno de éstos. Para resguardar los datos y proteger la privacidad de los pacientes, se contó con una carta de compromiso (ver anexo C) firmada por la profesora guía, y una carta de autorización (ver anexo D) firmada por el profesor co – guía. Si eventualmente este estudio se publica, se asegurará que los datos no tengan elementos que permitan identificar a los sujetos estudiados.

- **Selección equitativa del sujeto**

Los criterios de elegibilidad aseguraron que los datos de pacientes seleccionados para ser parte de la muestra hayan sido equitativos, ofreciendo la oportunidad de participar en la investigación a todos por igual.

- **Proporción favorable de riesgo – beneficio**

El aporte generado por esta investigación consistió en la entrega de valores de la mediana de ISI más representativos a la región que los utilizados actualmente. Además, este estudio es de naturaleza descriptiva, por lo tanto, no hubo ninguna intervención adicional a la historia natural de los hechos que vivieron los pacientes, no hay un riesgo visualizable, salvo la eventual difusión de la información de ellos, pero dicho punto ya fue definido en el punto de “validez científica”.

Al tratarse de un estudio retrospectivo, no fue necesaria la exposición a nuevos pacientes a dosis radiactivas en orden de conseguir nuevos datos, por lo que se disminuyó aún más el riesgo.

- **Evaluación independiente**

Los investigadores declararon no tener conflictos de interés, económicos y/o alguna relación familiar con alguna empresa relacionada con el producto que fue investigado.

Respecto a las fuentes de financiamiento, esta investigación fue realizada exclusivamente con fondos propios; no existe ninguna empresa que haya avalado este estudio.

- **Consentimiento informado**

Se solicitó la dispensa del consentimiento informado, debido a que se aseguró que los datos utilizados no podrían ser vinculados a los pacientes a quien pertenecen, punto que se ha aclarado en la “validez científica”.

- **Respeto a los sujetos inscritos**

Se respetó la privacidad de los datos utilizados, ya que fueron entregados por la profesora guía, quien firmó una carta de compromiso (anexo C) de acuerdo con las reglas de confidencialidad. Además, no se expuso a los pacientes a nuevos procedimientos, debido a que consiste en un estudio retrospectivo, utilizando sólo los datos ya adquiridos en los servicios de medicina nuclear mencionados.

3.9.LIMITACIONES

Al desarrollar nuestra investigación, apareció la dificultad de que el tamaño de la muestra, al ser distribuida en las variables propuestas de edad y sexo, presentó una cantidad disminuida de datos por cuartil, lo cual se vio reflejado en los amplios intervalos de confianza que se relacionan a un aumento del error máximo admitido.

Además, no fue posible realizar un análisis exacto entre ambos centros debido a que cada uno de éstos presentó un cuartil distinto, correspondiente a la totalidad de su propia muestra.

CAPÍTULO 4.- RESULTADOS

Se realizó el test de Shapiro – Wilk para comprobar la normalidad de nuestras variables, lo que arrojó un valor de $W = 0.98150$ y una probabilidad crítica de 0.00020. Al ser este valor muy cercano a 0, se concluye que nuestras variables no son normales. Por esta razón, se analizó como estadístico de tendencia central la mediana, el estadístico de dispersión se determinó mediante los percentiles 25 y 75, el límite inferior y superior de cada intervalo de confianza (IC) fue del 95%, además queda demostrado un rango con los valores mínimo y máximo de la variable en estudio.

4.1.MUESTRA TOTAL DEL ESTUDIO

La muestra estudiada correspondió a 346 datos de pacientes, con una mediana de edad de 57 años (rango de 21 – 92), de los cuales fueron 223 pacientes femeninos (64.45%) y 123 pacientes masculinos (35.55%). Estos datos se organizaron en cuartiles, para mejorar la representatividad de los datos que se recopilaron posteriormente.

Al realizar esta distribución, se obtuvieron las edades incluidas en cada cuartil. De este modo, el primer cuartil corresponde a las edades de 21 – 44 años, con un total de 57 pacientes femeninos y 35 pacientes masculinos; el segundo cuartil a las edades de 45 – 57 años, con un total de 62 pacientes femeninos y 21 pacientes masculinos; el tercer cuartil a las edades de 58 – 68 años, con un total de 60 pacientes femeninos y 25 pacientes masculinos; y el cuarto cuartil a las edades de 69 – 92 años, con un total de 44 pacientes femeninos y 42 pacientes masculinos, como se muestra en la tabla 4.1.

TABLA 4.1: *Distribución de las categorías de edad según sexo en la muestra total*

<i>Sexo</i>	21 - 44 años	45 - 57 años	58 - 68 años	69 - 92 años	Total
<i>Femenino</i>	57	62	60	44	223
<i>Masculino</i>	35	21	25	42	123
<i>Total</i>	92	83	85	86	346

4.1.1. Distribución de las cuentas en ASI y sacro de la muestra total

Considerando a la totalidad de la muestra, el valor de la mediana correspondiente a las cuentas de la ASI izquierda fue de 11492, con un percentil 25 de 9147 y un percentil 75 de 14514 (rango de 3666 – 31284); el valor de la mediana perteneciente a las cuentas de la ASI derecha fue de 11711, con un percentil 25 de 9135 y un percentil 75 de 14699 (rango de 3484 – 32253); el valor de la mediana correspondiente a las cuentas del sacro fue de 8473.5, con un percentil 25 de 6710 y un percentil 75 de 10698 (rango de 2825 – 25718), como se muestra en la tabla 4.2.

TABLA 4.2: *Distribución de las cuentas en ASI y sacro de la muestra total*

<i>N° de cuentas</i>	Mediana
<i>ASI izquierda</i>	11492
<i>ASI derecha</i>	11711
<i>Sacro</i>	8473.5

4.1.2. Valores de ISI en la muestra total

El valor de la mediana perteneciente al ISI izquierdo fue de 1.37, con un percentil 25 de 1.17, un percentil 75 de 1.57 y un intervalo de confianza de 1.32 a 1.40 (rango de 0.80 – 3.00); el valor de la mediana correspondiente al ISI derecho fue de 1.36, con un percentil 25 de 1.16, un percentil 75 de 1.60 y un intervalo de confianza de 1.32 a 1.40 (rango de 0.51 – 2.87), como se muestra en la tabla 4.3.

TABLA 4.3: *ISI según totalidad de la muestra*

<i>ISI</i>	Mediana	Intervalo de confianza	
		Inferior	Superior
<i>Izquierdo</i>	1.37	1.32	1.40
<i>Derecho</i>	1.36	1.32	1.40

4.1.3. Valores de ISI en la muestra total según sexo

Considerando la distribución de la muestra según sexo, los pacientes femeninos arrojaron un valor de la mediana en el ISI izquierdo de 1.40, con un percentil 25 de 1.20, un percentil 75 de 1.60 y un intervalo de confianza de 1.35 a 1.45 (rango de 0.81 – 3.00); mientras el valor de la mediana en el ISI derecho fue de 1.40, con un percentil 25 de 1.19, un percentil 75 de 1.63 y un intervalo de confianza de 1.34 a 1.45 (rango de 0.77 – 2.61).

Por otro lado, los pacientes masculinos arrojaron un valor de la mediana en el ISI izquierdo de 1.28, con un percentil 25 de 1.16, un percentil 75 de 1.49 y un intervalo de confianza de 1.24 a 1.38 (rango de 0.80 – 2.96); mientras el valor de la mediana en el ISI derecho fue de 1.30, con un percentil 25 de 1.13, un percentil 75 de 1.48 y un intervalo de confianza de 1.23 a 1.38 (rango de 0.51 – 2.10), como se muestra en la tabla 4.4.

TABLA 4.4: ISI según sexo en la muestra total

<i>Sexo</i>	<i>ISI izquierdo</i>			<i>ISI derecho</i>		
	Mediana	Intervalo de confianza		Mediana	Intervalo de confianza	
		Inferior	Superior		Inferior	Superior
<i>Femenino</i>	1.40	1.35	1.45	1.40	1.34	1.45
<i>Masculino</i>	1.28	1.24	1.38	1.30	1.23	1.38

4.1.4. Valores de ISI en la muestra total según rango etario

Basándose en la distribución de la muestra según cuartiles; en el ISI izquierdo, los pacientes entre 21 a 44 años arrojaron un valor de la mediana de 1.48, con un percentil 25 de 1.30, un percentil 75 de 1.75 y un intervalo de confianza de 1.43 a 1.59 (rango de 1.01 – 2.96); los pacientes entre 45 a 57 años entregaron un valor de la mediana de 1.39, con un percentil 25 de 1.19, un percentil 75 de 1.52 y un intervalo de confianza de 1.32 a 1.47 (rango de 0.91 – 2.55); los pacientes entre 58 a 68 años arrojaron un valor de la mediana de 1.26, con un percentil 25 de 1.15, un percentil 75 de 1.46 y un intervalo de confianza de 1.21 a 1.35 (rango de 0.81 – 2.23); los pacientes entre 69 a 92 años entregaron un valor de la mediana de 1.26, con un percentil 25 de 1.10, un percentil 75 de 1.52 y un intervalo de confianza de 1.20 a 1.37 (rango de 0.80 – 3.00).

Por otro lado, en el ISI derecho, los pacientes entre los 21 a 44 años arrojaron un valor de la mediana de 1.48, con un percentil 25 de 1.31, un percentil 75 de 1.75 y un intervalo de confianza de 1.41 a 1.62 (rango de 0.92 – 2.87); los pacientes entre 45 a 57 años entregaron un valor de la mediana de 1.40, con un percentil 25 de 1.15, un percentil 75 de 1.60 y un intervalo de confianza de 1.32 a 1.47 (rango de 0.90 – 2.45); los pacientes entre 58 a 68 años arrojaron un valor de la mediana de 1.29, con un percentil 25 de 1.15, un percentil 75 de 1.48 y un intervalo de confianza de 1.22 a 1.38 (rango de 0.51 – 2.60); los pacientes entre 69 a 92 años entregaron un valor de la mediana de 1.24, con un percentil 25 de 1.09, un percentil 75 de 1.51 y un intervalo de confianza de 1.18 a 1.34 (rango de 0.84 – 2.61), como se muestra en la tabla 4.5.

TABLA 4.5: ISI según categoría de edad en la muestra total

<i>Grupo etario</i>	ISI izquierdo			ISI derecho		
	Mediana	Intervalo de confianza		Mediana	Intervalo de confianza	
		Inferior	Superior		Inferior	Superior
21 – 44	1.48	1.43	1.59	1.48	1.41	1.62
45 – 57	1.39	1.32	1.47	1.40	1.32	1.47
58 – 68	1.26	1.21	1.35	1.29	1.22	1.38
69 – 92	1.26	1.20	1.37	1.24	1.18	1.34

4.1.5. Valores de ISI en la muestra total según rango etario y sexo

Considerando la distribución de la muestra según sexo y cuartiles; en el sexo femenino, el ISI izquierdo en pacientes entre 21 a 44 años arrojó un valor de la mediana de 1.59, con un percentil 25 de 1.37, un percentil 75 de 1.83 y un intervalo de confianza de 1.43 a 1.69 (rango de 1.08 – 2.45); los pacientes entre 45 a 57 años entregaron un valor de la mediana de 1.43, con un percentil 25 de 1.21, un percentil 75 de 1.57 y un intervalo de confianza de 1.33 a 1.51 (rango de 0.92 – 2.55); los pacientes entre 58 a 68 años arrojaron un valor de la mediana de 1.27, con un percentil 25 de 1.15, un percentil 75 de 1.47 y un intervalo de confianza de 1.20 a 1.40 (rango de 0.81 – 2.23); los pacientes entre 69 a 92 años entregaron un valor de la mediana de 1.30, con un percentil 25 de 1.11, un percentil 75 de 1.52 y un intervalo de confianza de 1.18 a 1.44 (rango de 0.91 – 3.00); el ISI derecho en

pacientes entre 21 a 44 años arrojó un valor de la mediana de 1.59, con un percentil 25 de 1.34, un percentil 75 de 1.81 y un intervalo de confianza de 1.41 a 1.68 (rango de 1.07 – 2.41); los pacientes entre 45 a 57 años entregaron un valor de la mediana de 1.43, con un percentil 25 de 1.27, un percentil 75 de 1.63 y un intervalo de confianza de 1.35 a 1.55 (rango de 0.90 – 2.45); los pacientes entre 58 a 68 años arrojaron un valor de la mediana de 1.30, con un percentil 25 de 1.14, un percentil 75 de 1.52 y un intervalo de confianza de 1.22 a 1.40 (rango de 0.77 – 2.60); los pacientes entre 69 a 92 años entregaron un valor de la mediana de 1.29, con un percentil 25 de 1.11, un percentil 75 de 1.52 y un intervalo de confianza de 1.18 a 1.40 (rango de 0.88 – 2.61).

Por otro lado, en el sexo masculino, el ISI izquierdo en pacientes entre 21 a 44 años arrojó un valor de la mediana de 1.43, con un percentil 25 de 1.27, un percentil 75 de 1.63 y un intervalo de confianza de 1.32 a 1.55 (rango de 1.01 – 2.96); los pacientes entre 45 a 57 años entregaron un valor de la mediana de 1.22, con un percentil 25 de 1.09, un percentil 75 de 1.44 y un intervalo de confianza de 1.09 a 1.44 (rango de 0.91 – 2.06); los pacientes entre 58 a 68 años arrojaron un valor de la mediana de 1.24, con un percentil 25 de 1.16, un percentil 75 de 1.42 y un intervalo de confianza de 1.17 a 1.40 (rango de 0.91 – 1.69); los pacientes entre 69 a 92 años entregaron un valor de la mediana de 1.23, con un percentil 25 de 1.08, un percentil 75 de 1.50 y un intervalo de confianza de 1.16 a 1.36 (rango de 0.80 – 2.13); el ISI derecho en pacientes entre 21 a 44 años arrojó un valor de la mediana de 1.41, con un percentil 25 de 1.30, un percentil 75 de 1.67 y un intervalo de confianza de 1.35 a 1.48 (rango de 0.92 – 2.87); los pacientes entre 45 a 57 años entregaron un valor de la mediana de 1.22, con un percentil 25 de 1.08, un percentil 75 de 1.47 y un intervalo de confianza de 1.08 a 1.47 (rango de 0.99 – 1.99); los pacientes entre 58 a 68 años arrojaron un valor de la mediana de 1.25, con un percentil 25 de 1.15, un percentil 75 de 1.45 y un intervalo de confianza de 1.15 a 1.43 (rango de 0.51 – 1.83); los pacientes entre 69 a 92 años entregaron un valor de la mediana de 1.23, con un percentil 25 de 1.09, un percentil 75 de 1.46 y un intervalo de confianza de 1.13 a 1.35 (rango de 0.84 – 2.08), como se muestra en la tabla 4.6.

TABLA 4.6: ISI según categoría de edad y sexo en la muestra total

Sexo	Grupo etario	ISI izquierdo			ISI derecho		
		Mediana	Intervalo de confianza		Mediana	Intervalo de confianza	
			Inferior	Superior		Inferior	Superior
<i>Femenino</i>	21 – 44	1.59	1.43	1.69	1.59	1.41	1.68
	45 – 57	1.43	1.33	1.51	1.43	1.35	1.55
	58 – 68	1.27	1.20	1.40	1.30	1.22	1.40
	69 – 92	1.30	1.18	1.44	1.29	1.18	1.40
<i>Masculino</i>	21 – 44	1.43	1.32	1.55	1.41	1.35	1.48
	45 – 57	1.22	1.09	1.44	1.22	1.08	1.47
	58 – 68	1.24	1.17	1.40	1.25	1.15	1.43
	69 – 92	1.23	1.16	1.36	1.23	1.13	1.35

4.2.MUESTRA PERTENECIENTE AL HOSPITAL DR. GUSTAVO FRICKE (HGF)

La muestra estudiada correspondiente al HGF fue de 215 datos de pacientes, siendo ésta un 62.14% de la muestra total, con una mediana de edad de 58 años (rango de 21 – 92), de los cuales fueron 143 pacientes femeninos (66.51%) y 72 pacientes masculinos (33.49%). Estos datos se organizaron en cuartiles, para mejorar la representatividad de los datos que se recopilamos posteriormente.

Al realizar esta distribución, se obtuvieron las edades incluidas en cada cuartil. De este modo, el primer cuartil corresponde a las edades de 22 – 46 años, con un total de 40 pacientes femeninos y 18 pacientes masculinos; el segundo cuartil a las edades de 47 – 58 años, con un total de 38 pacientes femeninos y 15 pacientes masculinos; el tercer cuartil a las edades de 59 – 70 años, con un total de 39 pacientes femeninos y 16 pacientes masculinos; y el cuarto cuartil a las edades de 71 – 92 años, con un total de 26 pacientes femeninos y 23 pacientes masculinos, como se muestra en la tabla 4.7.

TABLA 4.7: *Distribución de las categorías de edad según sexo en HGF*

<i>Sexo</i>	22 - 46 años	47 - 58 años	59 - 70 años	71 - 92 años	Total
<i>Femenino</i>	40	38	39	26	143
<i>Masculino</i>	18	15	16	23	72
<i>Total</i>	58	53	55	49	215

4.2.1. Valores de ISI en HGF

Considerando la muestra correspondiente al HGF, el valor de la mediana perteneciente al ISI izquierdo fue de 1.39, con un percentil 25 de 1.20, un percentil 75 de 1.59 y un intervalo de confianza de 1.34 a 1.44 (rango de 0.91 – 2.96); el valor de la mediana correspondiente al ISI derecho fue de 1.39, con un percentil 25 de 1.19, un percentil 75 de 1.66 y un intervalo de confianza de 1.34 a 1.43 (rango de 0.51 – 2.87), como se muestra en la tabla 4.8.

TABLA 4.8: *ISI según muestra en HGF*

<i>ISI</i>	Mediana	Intervalo de confianza	
		Inferior	Superior
<i>Izquierdo</i>	1.39	1.34	1.44
<i>Derecho</i>	1.39	1.34	1.43

4.2.2. Valores de ISI en HGF según sexo

Considerando la distribución de la muestra correspondiente al HGF según sexo, los pacientes femeninos arrojaron un valor de la mediana de ISI izquierdo de 1.42, con un percentil 25 de 1.21, un percentil 75 de 1.64 y un intervalo de confianza de 1.36 a 1.48 (rango de 0.91 – 2.55); mientras el valor de la mediana de ISI derecho fue de 1.40, con un percentil 25 de 1.22, un percentil 75 de 1.69 y un intervalo de confianza de 1.34 a 1.51 (rango de 0.90 – 2.60).

Por otro lado, los pacientes masculinos arrojaron un valor de la mediana de ISI izquierdo de 1.33, con un percentil 25 de 1.20, un percentil 75 de 1.55 y un intervalo de confianza de 1.25 a 1.42 (rango de 0.94 – 2.96); mientras el valor de la mediana de ISI

derecho fue de 1.35, con un percentil 25 de 1.16, un percentil 75 de 1.50 y un intervalo de confianza de 1.24 a 1.43 (rango de 0.51 – 2.87), como se muestra en la tabla 4.9.

TABLA 4.9: *ISI según sexo en HGF*

<i>Sexo</i>	<i>ISI izquierdo</i>			<i>ISI derecho</i>		
	Mediana	Intervalo de confianza		Mediana	Intervalo de confianza	
		Inferior	Superior		Inferior	Superior
<i>Femenino</i>	1.42	1.36	1.48	1.40	1.34	1.51
<i>Masculino</i>	1.33	1.25	1.42	1.35	1.24	1.43

4.2.3. Valores de ISI en HGF según rango etario

Basándose en la distribución de la muestra correspondiente al HGF según cuartiles; en el ISI izquierdo los pacientes entre 22 a 46 años arrojaron un valor de la mediana de 1.59, con un percentil 25 de 1.37, un percentil 75 de 1.86 y un intervalo de confianza de 1.50 a 1.69 (rango de 0.92 – 2.96); los pacientes entre 47 a 58 años entregaron un valor de la mediana de 1.37, con un percentil 25 de 1.20, un percentil 75 de 1.50 y un intervalo de confianza de 1.22 a 1.47 (rango de 1.00 – 2.38); los pacientes entre 59 a 70 años arrojaron un valor de la mediana de 1.31, con un percentil 25 de 1.15, un percentil 75 de 1.50 y un intervalo de confianza de 1.24 a 1.42 (rango de 0.91 – 2.07); los pacientes entre 71 a 92 años entregaron un valor de la mediana de 1.27, con un percentil 25 de 1.16, un percentil 75 de 1.49 y un intervalo de confianza de 1.20 a 1.43 (rango de 0.94 – 2.13).

Por otro lado, en el ISI derecho, los pacientes entre 22 a 46 años arrojaron un valor de la mediana de 1.61, con un percentil 25 de 1.38, un percentil 75 de 1.87 y un intervalo de confianza de 1.47 a 1.74 (rango de 0.90 – 2.87); los pacientes entre 47 a 58 años entregaron un valor de la mediana de 1.36, con un percentil 25 de 1.19, un percentil 75 de 1.56 y un intervalo de confianza de 1.28 a 1.47 (rango de 1.00 – 2.27); los pacientes entre 59 a 70 años arrojaron un valor de la mediana de 1.33, con un percentil 25 de 1.15, un percentil 75 de 1.50 y un intervalo de confianza de 1.19 a 1.43 (rango de 0.51 – 2.60); los pacientes entre 71 a 92 años entregaron un valor de la mediana de 1.24, con un percentil 25 de 1.11, un percentil 75 de 1.49 y un intervalo de confianza de 1.16 a 1.38 (rango de 0.86 – 2.08), como se muestra en la tabla 4.10.

TABLA 4.10: *ISI según categoría de edad en HGF*

<i>Grupo etario</i>	ISI izquierdo			ISI derecho		
	Mediana	Intervalo de confianza		Mediana	Intervalo de confianza	
		Inferior	Superior		Inferior	Superior
<i>22 – 46</i>	1.59	1.50	1.69	1.61	1.47	1.74
<i>47 – 58</i>	1.37	1.22	1.47	1.36	1.28	1.47
<i>59 – 70</i>	1.31	1.24	1.24	1.33	1.19	1.43
<i>71 – 92</i>	1.27	1.20	1.42	1.24	1.16	1.38

4.2.4. Valores de ISI en HGF según rango etario y sexo

Considerando la distribución de la muestra en HGF según sexo y cuartiles; en el sexo femenino, el ISI izquierdo en pacientes entre 22 a 46 años arrojó un valor de la mediana de 1.63, con un percentil 25 de 1.38, un percentil 75 de 1.88 y un intervalo de confianza de a 1.50 a 1.75 (rango de 0.92 – 2.55); los pacientes entre 47 a 58 años entregaron un valor de la mediana de 1.41, con un percentil 25 de 1.21, un percentil 75 de 1.57 y un intervalo de confianza de 1.31 a 1.49 (rango de 1.00 – 2.38); los pacientes entre 59 a 70 años arrojaron un valor de la mediana de 1.34, con un percentil 25 de 1.14, un percentil 75 de 1.50 y un intervalo de confianza de 1.16 a 1.45 (rango de 0.91 – 2.07); los pacientes entre 71 a 92 años entregaron un valor de la mediana de 1.38, con un percentil 25 de 1.15, un percentil 75 de 1.52 y un intervalo de confianza de 1.20 a 1.46 (rango de 0.96 – 2.06); el ISI derecho en pacientes entre 22 a 46 años arrojó un valor de la mediana de 1.64, con un percentil 25 de 1.34, un percentil 75 de 1.86 y un intervalo de confianza de 1.51 a 1.79 (rango de 0.90 – 2.45); los pacientes entre 47 a 58 años entregaron un valor de la mediana de 1.40, con un percentil 25 de 1.21, un percentil 75 de 1.64 y un intervalo de confianza de 1.32 a 1.55 (rango de 1.00 – 2.27); los pacientes entre 59 a 70 años arrojaron un valor de la mediana de 1.31, con un percentil 25 de 1.13, un percentil 75 de 1.51 y un intervalo de confianza de 1.17 a 1.44 (rango de 0.92 – 2.60); los pacientes entre 71 a 92 años entregaron un valor de la mediana de 1.31, con un percentil 25 de 1.12, un percentil 75 de 1.53 y un intervalo de confianza de 1.16 a 1.51 (rango de 0.92 – 1.97).

Por otro lado, en el sexo masculino, el ISI izquierdo en pacientes entre 22 a 46 años arrojó un valor de la mediana de 1.53, con un percentil 25 de 1.33, un percentil 75 de 1.84 y un intervalo de confianza de 1.33 a 1.76 (rango de 1.25 – 2.96); los pacientes entre 47 a 58 años entregaron un valor de la mediana de 1.22, con un percentil 25 de 1.12, un percentil 75 de 1.40 y un intervalo de confianza de 1.12 a 1.40 (rango de 1.01 – 2.06); los pacientes entre 59 a 70 años arrojaron un valor de la mediana de 1.31, con un percentil 25 de 1.23, un percentil 75 de 1.52 y un intervalo de confianza de 1.23 a 1.53 (rango de 0.96 – 1.82); los pacientes entre 71 a 92 años entregaron un valor de la mediana de 1.23, con un percentil 25 de 1.13, un percentil 75 de 1.49 y un intervalo de confianza de 1.16 a 1.41 (rango de 0.94 – 2.13); el ISI derecho en pacientes entre 22 a 46 años arrojó un valor de la mediana de 1.49, con un percentil 25 de 1.39, un percentil 75 de 1.96 y un intervalo de confianza de 1.40 a 1.91 (rango de 1.23 – 2.87); los pacientes entre 47 a 58 años entregaron un valor de la mediana de 1.29, con un percentil 25 de 1.13, un percentil 75 de 1.47 y un intervalo de confianza de 1.13 a 1.47 (rango de 1.07 – 1.99); los pacientes entre 59 a 70 años arrojaron un valor de la mediana de 1.36, con un percentil 25 de 1.16, un percentil 75 de 1.48 y un intervalo de confianza de 1.15 a 1.48 (rango de 0.51 – 1.83); los pacientes entre 71 a 92 años entregaron un valor de la mediana de 1.24, con un percentil 25 de 1.08, un percentil 75 de 1.43 y un intervalo de confianza de 1.09 a 1.35 (rango de 0.86 – 2.08), como se muestra en la tabla 4.11.

TABLA 4.11: ISI según categoría de edad y sexo en HGF

Sexo	Grupo etario	ISI izquierdo			ISI derecho		
		Mediana	Intervalo de confianza		Mediana	Intervalo de confianza	
			Inferior	Superior		Inferior	Superior
Femenino	22 – 46	1.63	1.50	1.75	1.64	1.51	1.79
	47 – 58	1.41	1.31	1.49	1.40	1.32	1.55
	59 – 70	1.34	1.16	1.45	1.31	1.17	1.44
	71 - 92	1.38	1.20	1.46	1.31	1.16	1.51
Masculino	22 – 46	1.53	1.33	1.76	1.49	1.40	1.91
	47 – 58	1.22	1.12	1.40	1.29	1.13	1.47
	59 – 70	1.31	1.23	1.53	1.36	1.15	1.48
	71 - 92	1.23	1.16	1.41	1.24	1.09	1.35

4.3.MUESTRA PERTENECIENTE AL CENTRO DE MEDICINA NUCLEAR VIÑA DEL MAR (CMNVM)

La muestra estudiada correspondiente al CMNVM fue de 131 datos de pacientes, siendo ésta un 37.86% de la muestra total, con una mediana de edad de 54 años (rango de 21 – 91) de los cuales fueron 80 pacientes femeninos (61.07%) y 51 pacientes masculinos (38.93%). Estos datos se organizaron en cuartiles, para mejorar la representatividad de los datos que se recopilaron posteriormente.

Al realizar esta distribución, se obtuvieron las edades incluidas en cada cuartil. De este modo, el primer cuartil corresponde a las edades de 21 – 38 años, con un total de 22 pacientes femeninos y 13 pacientes masculinos; el segundo cuartil a las edades de 39 – 54 años, con un total de 18 pacientes femeninos y 13 pacientes masculinos; el tercer cuartil a las edades de 55 – 65 años, con un total de 25 pacientes femeninos y 9 pacientes masculinos; y el cuarto cuartil a las edades de 66 – 91 años, con un total de 15 pacientes femeninos y 16 pacientes masculinos, como se muestra en la tabla 4.12.

TABLA 4.12: *Distribución de las categorías de edad según sexo en CMNVM*

<i>Sexo</i>	21 - 38 años	39 - 54 años	55 - 65 años	66 - 91 años	Total
<i>Femenino</i>	22	18	25	15	80
<i>Masculino</i>	13	13	9	16	51
<i>Total</i>	35	31	34	31	131

4.3.1. Valores de ISI en CMNVM

Considerando la muestra correspondiente al CMNVM, el valor de la mediana perteneciente al ISI izquierdo fue de 1.30, con un percentil 25 de 1.13, un percentil 75 de 1.53 y un intervalo de confianza de 1.23 a 1.40 (rango de 0.80 – 3.00); el valor de la mediana correspondiente al ISI derecho fue de 1.31, con un percentil 25 de 1.12, un percentil 75 de 1.53 y un intervalo de confianza de 1.24 a 1.40 (rango de 0.77 – 2.61), como se muestra en la tabla 4.13.

TABLA 4.13: ISI según muestra en CMNVM

<i>ISI</i>	Mediana	Intervalo de confianza	
		Inferior	Superior
<i>Izquierdo</i>	1.30	1.23	1.40
<i>Derecho</i>	1.31	1.24	1.40

4.3.2. Valores de ISI en CMNVM según sexo

Considerando la distribución de la muestra correspondiente al CMNVM según sexo, los pacientes femeninos arrojaron un valor de la mediana de ISI izquierdo de 1.39, con un percentil 25 de 1.16, un percentil 75 de 1.58 y un intervalo de confianza de 1.26 a 1.45 (rango de 0.81 – 3.00); mientras el valor de la mediana de ISI derecho fue de 1.39, con un percentil 25 de 1.15, un percentil 75 de 1.58 y un intervalo de confianza de 1.28 a 1.47 (rango de 0.77 – 2.61).

Por otro lado, los pacientes masculinos arrojaron un valor de la mediana de ISI izquierdo de 1.23, con un percentil 25 de 1.08, un percentil 75 de 1.46 y un intervalo de confianza de 1.16 a 1.36 (rango de 0.80 – 1.92); mientras el valor de la mediana de ISI derecho fue de 1.22, con un percentil 25 de 1.08, un percentil 75 de 1.42 y un intervalo de confianza de 1.14 a 1.37 (rango de 0.84 – 1.78), como se muestra en la tabla 4.14.

TABLA 4.14: ISI según sexo en CMNVM

<i>Sexo</i>	<i>ISI izquierdo</i>			<i>ISI derecho</i>		
	Mediana	Intervalo de confianza		Mediana	Intervalo de confianza	
		Inferior	Superior		Inferior	Superior
<i>Femenino</i>	1.39	1.26	1.45	1.39	1.28	1.47
<i>Masculino</i>	1.23	1.16	1.36	1.22	1.14	1.37

4.3.3. Valores de ISI en CMNVM según rango etario

Considerando la distribución de la muestra correspondiente al CMNVM según cuartiles; en el ISI izquierdo los pacientes entre 21 a 38 años arrojaron un valor de la mediana de 1.45, con un percentil 25 de 1.26, un percentil 75 de 1.62 y un intervalo de confianza de

1.39 a 1.54 (rango de 1.01 – 1.94); los pacientes entre 39 a 54 años entregaron un valor de la mediana de 1.29, con un percentil 25 de 1.13, un percentil 75 de 1.51 y un intervalo de confianza de 1.14 a 1.47 (rango de 0.91 – 2.03); los pacientes entre 55 a 65 años arrojaron un valor de la mediana de 1.25, con un percentil 25 de 1.10, un percentil 75 de 1.43 y un intervalo de confianza de 1.16 a 1.41 (rango de 0.81 – 1.73); los pacientes entre 66 a 91 años entregaron un valor de la mediana de 1.17, con un percentil 25 de 1.07, un percentil 75 de 1.43 y un intervalo de confianza de 1.16 a 1.41 (rango de 0.80 – 3.00).

Por otro lado, en el ISI derecho, los pacientes entre 21 a 38 años arrojaron un valor de la mediana de 1.42, con un percentil 25 de 1.28, un percentil 75 de 1.64 y un intervalo de confianza de 1.31 a 1.52 (rango de 0.92 – 1.95); los pacientes entre 39 a 54 años entregaron un valor de la mediana de 1.35, con un percentil 25 de 1.08, un percentil 75 de 1.50 y un intervalo de confianza de 1.10 a 1.46 (rango de 0.98 – 2.10); los pacientes entre 55 a 65 años arrojaron un valor de la mediana de 1.29, con un percentil 25 de 1.12, un percentil 75 de 1.49 y un intervalo de confianza de 1.15 a 1.43 (rango de 0.77 – 1.74); los pacientes entre 66 a 91 años entregaron un valor de la mediana 1.19, con un percentil 25 de 1.05, un percentil 75 de 1.55 y un intervalo de confianza de 1.12 a 1.32 (rango de 0.84 – 2.61), como se muestra en la tabla 4.15.

TABLA 4.15: ISI según categoría de edad en CMNVM

<i>Grupo etario</i>	ISI izquierdo			ISI derecho		
	Mediana	Intervalo de confianza		Mediana	Intervalo de confianza	
		Inferior	Superior		Inferior	Superior
<i>21 – 38</i>	1.45	1.39	1.54	1.42	1.31	1.52
<i>39 – 54</i>	1.29	1.14	1.47	1.35	1.10	1.46
<i>55 – 65</i>	1.25	1.16	1.41	1.29	1.15	1.43
<i>66 – 91</i>	1.17	1.09	1.36	1.19	1.12	1.32

4.3.4. Valores de ISI en CMNVM según rango etario y sexo

Considerando la distribución de la muestra en CMNVM según sexo y cuartiles; en el sexo femenino, el ISI izquierdo en pacientes entre 21 a 38 años arrojó un valor de la mediana de 1.46, con un percentil 25 de 1.37, un percentil 75 de 1.70 y un intervalo de

confianza de 1.39 a 1.65 (rango de 1.08 – 1.94); los pacientes entre 39 a 54 años entregaron un valor de la mediana de 1.38, con un percentil 25 de 1.14, un percentil 75 de 1.55 y un intervalo de confianza de 1.14 a 1.53 (rango de 0.93 – 2.03); los pacientes entre 55 a 65 años arrojaron un valor de la mediana de 1.28, con un percentil 25 de 1.11, un percentil 75 de 1.49 y un intervalo de confianza de 1.16 a 1.43 (rango de 0.81 – 1.73); los pacientes entre 66 a 91 años entregaron un valor de la mediana de 1.22, con un percentil 25 de 1.10, un percentil 75 de 1.61 y un intervalo de confianza de 1.10 a 1.61 (rango de 0.94 – 3.00); el ISI derecho en pacientes entre 21 a 38 años arrojó un valor de la mediana de 1.48, con un percentil 25 de 1.29, un percentil 75 de 1.70 y un intervalo de confianza de 1.29 a 1.68 (rango de 1.07 – 1.95); los pacientes entre 39 a 54 años entregaron un valor de la mediana de 1.45, con un percentil 25 de 1.10, un percentil 75 de 1.62 y un intervalo de confianza de 1.10 a 1.62 (rango de 0.98 – 2.10); los pacientes entre 55 a 65 años arrojaron un valor de la mediana de 1.31, con un percentil 25 de 1.13, un percentil 75 de 1.55 y un intervalo de confianza de 1.15 a 1.49 (rango de 0.77 – 1.74); los pacientes entre 66 a 91 años entregaron un valor de la mediana de 1.24, con un percentil 25 de 1.05, un percentil 75 de 1.55 y un intervalo de confianza de 1.05 a 1.55 (rango de 0.88 – 2.61).

Por otro lado, en el sexo masculino, el ISI izquierdo en pacientes entre 21 a 38 años arrojó un valor de la mediana de 1.39, con un percentil 25 de 1.22, un percentil 75 de 1.53 y un intervalo de confianza de 1.22 a 1.58 (rango de 1.01 – 1.80); los pacientes entre 39 a 54 años entregaron un valor de la mediana de 1.23, con un percentil 25 de 1.10, un percentil 75 de 1.42 y un intervalo de confianza de 1.09 a 1.47 (rango de 0.91 – 1.65); los pacientes entre 55 a 65 años arrojaron un valor de la mediana de 1.23, con un percentil 25 de 0.97, un percentil 75 de 1.38 y un intervalo de confianza de 0.96 a 1.46 (rango de 0.91 – 1.46); los pacientes entre 66 a 91 años entregaron un valor de la mediana de 1.16, con un percentil 25 de 1.05, un percentil 75 de 1.58 y un intervalo de confianza de 1.04 a 1.66 (rango de 0.80 – 1.92); el ISI derecho en pacientes entre 21 a 38 años arrojó un valor de la mediana de 1.39, con un percentil 25 de 1.14, un percentil 75 de 1.50 y un intervalo de confianza de 1.12 a 1.52 (rango de 0.92 – 1.76); los pacientes entre 39 a 54 años entregaron un valor de la mediana de 1.18, con un percentil 25 de 1.04, un percentil 75 de 1.39 y un intervalo de confianza de 1.02 a 1.41 (rango de 0.99 – 1.61); los pacientes entre 55 a 65 años arrojaron un valor de la mediana de 1.22, con un percentil 25 de 1.01, un percentil 75 de 1.43 y un

intervalo de confianza de 1.01 a 1.49 (rango de 0.95 – 1.51); los pacientes entre 66 a 91 años entregaron un valor de la mediana de 1.16, con un percentil 25 de 1.02, un percentil 75 de 1.57 y un intervalo de confianza de 1.00 a 1.60 (rango de 0.84 – 1.78), como se muestra en la tabla 4.16.

TABLA 4.16: *ISI según categoría de edad y sexo en CMNVM*

<i>Sexo</i>	Grupo etario	ISI izquierdo			ISI derecho		
		Mediana	Intervalo de confianza		Mediana	Intervalo de confianza	
			Inferior	Superior		Inferior	Superior
<i>Femenino</i>	21 – 38	1.46	1.39	1.65	1.48	1.29	1.68
	39 – 54	1.38	1.14	1.53	1.45	1.10	1.62
	55 – 65	1.28	1.16	1.43	1.31	1.15	1.49
	66 - 91	1.22	1.10	1.61	1.24	1.05	1.55
<i>Masculino</i>	21 – 38	1.39	1.22	1.58	1.39	1.12	1.52
	39 – 54	1.23	1.09	1.47	1.18	1.02	1.41
	55 – 65	1.23	0.96	1.46	1.22	1.01	1.49
	66 - 91	1.16	1.04	1.66	1.16	1.00	1.60

CAPITULO 5.- DISCUSIÓN

Retomando la problemática planteada en esta investigación, y a modo de responder cuales son los valores de la mediana de ISI según género y rango etario en la unidad de MN del HGF y en las dos unidades del CMNVM presentes en la región de Valparaíso, se procedió a estimar estos valores en una muestra seleccionada, a modo de obtener datos actualizados, como lo sugieren múltiples autores^{1, 5, 8, 9, 10}.

La mediana de las cuentas obtenidas en ambas articulaciones sacroilíacas, para la totalidad de la muestra, fue similar tanto en el lado izquierdo (11492) como en el derecho (11711). Esto puede deberse a que se trata de la misma estructura anatómica en estudio, por lo que presentan, bajo condiciones generales, un nivel de captación del radiotrazador similar, independiente del lado anatómico. Además, el sacro entregó una mediana de cuentas obtenidas inferior (8473.5) en comparación a las estructuras anteriormente mencionadas, por el hecho de ser una estructura plana y semirrígida.

A continuación, se procederá a realizar el análisis de los resultados en la muestra total del estudio, y luego a los obtenidos en ambos centros, tanto en el Hospital Dr. Gustavo Fricke como en el Centro de Medicina Nuclear Viña del Mar.

Los resultados obtenidos en la totalidad de la muestra para los valores de la mediana de ISI, tanto para el lado izquierdo como el lado derecho, fue similar (1.37 y 1.36, respectivamente), siendo semejante a lo reportado por Guillén⁴¹, quien declara que “no se objetivaron diferencias significativas (...) entre articulaciones”. Esta similitud entre los valores de la mediana de ISI de nuestro estudio se mantiene constante; sin embargo, al categorizarlos según las variables postuladas, mostraron variaciones que se analizarán a continuación.

Por un lado, los resultados de los valores de la mediana de ISI según sexo arrojaron diferencias entre la población femenina (1.40, tanto para el lado izquierdo como el derecho) y la masculina (1.28 para el ISI izquierdo, y 1.30 para el derecho), siendo diferentes

a los obtenidos en el estudio de Guillén⁴¹, donde “no se objetivaron diferencias significativas entre sexos”, y a los obtenidos por Huarcaya⁵ quien postula que “no existen diferencias significativas del índice sacroilíaco entre el género masculino y femenino”. También difiere de la investigación realizada de Kaçar⁸, donde “los valores del ISI fue mayor en hombres que en mujeres”. Sin embargo, se requieren estudios posteriores con pruebas estadísticas apropiadas que verifiquen si las diferencias otorgadas en este estudio son significativas.

Por otro lado, los resultados obtenidos de los valores de la mediana de ISI en relación a la variable de edad, la cual se encuentra distribuida en cuartiles, presentaron diferencias a medida que aumentó la edad en estudio. Por ejemplo, el primer cuartil tuvo un valor de mediana de ISI izquierdo de 1.48, el segundo cuartil tuvo un valor de 1.39, mientras el tercero y cuarto cuartil tuvo un valor de 1.26, por lo tanto se puede observar gráficamente (Tabla 4.5) para esta muestra, una disminución de este valor. Además, los valores de la mediana de ISI analizados respecto al lado anatómico mantienen su similitud solamente en el primer cuartil. Los resultados obtenidos concuerdan con el estudio realizado por Huarcaya⁵, en el cual se aprecia una diferencia del ISI según la edad.

La posible razón de esta diferencia puede deberse a que según Fernández – Tresguerres et al⁴², “es precisamente en la treintena cuando existe la máxima masa ósea, que se mantiene con pequeñas variaciones hasta los 50 años. A partir de aquí, existe un predominio de la reabsorción y la masa ósea empieza a disminuir”. Además, de acuerdo a Lafita⁴³, “durante la infancia y adolescencia existe una elevada resorción ósea, pero con una formación de hueso todavía mayor, con el resultado de aumento de la masa esquelética. Esta situación anabólica llega al pico máximo de masa ósea aproximadamente en la tercera década, tras la cual, habitualmente, la resorción del hueso supera la formación, con pérdida progresiva de masa ósea”.

Finalmente, en los resultados obtenidos de los valores de la mediana de ISI según las variables de sexo y edad, se puede observar gráficamente en esta muestra (Tabla 4.6) que la población femenina mantiene un valor mayor a diferencia de la masculina, en ambos lados anatómicos dentro de un mismo cuartil, además siendo éstos similares para ambas articulaciones. Por ejemplo, el segundo cuartil de 45 a 57 años de la población femenina arrojó un valor de la mediana de ISI de 1.43, tanto en el lado izquierdo como en el derecho,

mientras que la población masculina otorgó un valor de la mediana de ISI de 1.22 en ambos lados anatómicos.

Además, al ser analizados según los diferentes cuartiles en estudio, se pueden apreciar diferencias en los valores de la mediana de ISI, tanto para mujeres como para hombres. En el ISI izquierdo, éstos fueron 1.43 para el primer cuartil, 1.22 para el segundo, 1.24 para el tercero y 1.23 para el cuarto cuartil en la población masculina, y de 1.59, 1.43, 1.27, 1.30 para los mismos cuartiles de la población femenina, respectivamente.

De acuerdo al lado anatómico en estudio, se observaron valores de la mediana de ISI similares en el primer y segundo cuartil de la población femenina, siendo éstos de 1.59 y 1.43 respectivamente; en el segundo y cuarto cuartil de la población masculina, se aprecian los valores de 1.22 y 1.23 respectivamente.

Los resultados obtenidos en la muestra del HGF arrojaron el mismo valor de mediana de ISI, tanto para el lado izquierdo como el derecho, el cual fue de 1.39, mientras que los del CMNVM fueron de 1.30 para el lado izquierdo y 1.31 para el derecho. Se puede observar gráficamente (Tabla 4.8 y 4.13) que existen diferencias en los valores de la mediana de ISI, siendo mayor los del HGF que los del CMNVM. Además, se puede apreciar (Tabla 4.3) que los valores obtenidos en la totalidad de la muestra (1.37 para el izquierdo y 1.36 para el derecho), son mayores a los del CMNVM, pero inferiores a los del HGF.

Los datos adquiridos en la muestra del HGF según sexo mostraron un valor mayor en la población femenina (1.42 para el lado izquierdo y 1.40 para el derecho) que en la masculina (1.33 para el izquierdo y 1.35 para el derecho), al igual que los obtenidos en el CMNVM, siendo 1.39 en ambas articulaciones en mujeres, y 1.23 para el lado izquierdo y 1.22 para el derecho en hombres. Como se puede observar gráficamente (Tablas 4.9 y 1.14), la muestra del HGF arrojó un valor de la mediana de ISI mayor en ambos sexos, con respecto al CMNVM. Además, al apreciar los valores obtenidos en la totalidad de la muestra (Tabla 4.4) (1.40 bilateral para la población femenina, y 1.28 en el lado izquierdo y 1.30 en el derecho para la población masculina), se puede observar que estos son menores a los demostrados por el HGF, excepto en el ISI derecho femenino, donde su valor fue igual a 1.40 en ambos casos. A su vez, los valores de la totalidad de la muestra fueron mayores a los del CMNVM, tanto para la población femenina como la masculina.

De lo anterior, podemos observar que la población femenina, tanto para el HGF como para el CMNVM, tuvo valores cercanos a la mediana de ISI de la muestra total, a diferencia de lo ocurrido con la población masculina.

Los resultados obtenidos de los valores de la mediana de ISI en la muestra del HGF en relación a la variable de edad, la cual se encuentra distribuida en cuartiles, presentaron diferencias a medida que aumentó la edad en estudio. Por ejemplo, el primer cuartil que va desde los 22 a los 46 años, tuvo un valor de mediana de ISI derecho de 1.61, el segundo cuartil de 47 a 58 años tuvo un valor de 1.36, el tercer cuartil de 59 a 70 años tuvo un valor de 1.33, mientras que el cuarto cuartil de 71 a 92 años tuvo un valor de 1.24. Por lo tanto, se puede observar gráficamente (Tabla 4.10) para esta muestra, una disminución de este valor desde el primer al cuarto cuartil. Además, y respecto al lado anatómico, el valor de la mediana de ISI también presentó diferencias en éstos, para cada uno de los cuartiles en estudio.

Del mismo modo que lo obtenido en el HGF, los valores de la mediana de ISI de la muestra del CMNVM, los cuales están distribuidos en relación a la edad en cuartiles propios para el centro, presentaron diferencias. Por ejemplo, el primer cuartil que va desde los 21 a los 38 años, tuvo un valor de mediana de ISI derecho de 1.42, el segundo cuartil de 39 a 54 años tuvo un valor de 1.35, el tercer cuartil de 55 a 65 años tuvo un valor de 1.29, mientras que el cuarto cuartil de 66 a 91 años tuvo un valor de 1.19. Al igual que en el caso anterior, el valor de la mediana de ISI presentó una disminución a medida que aumentó la edad. Además, se mantiene una diferencia respecto al lado anatómico, para cada uno de los cuartiles en estudio.

A pesar de que los cuartiles estudiados, tanto para la totalidad de la muestra como para cada uno de los centros fue diferente, se puede apreciar que los valores de la mediana de ISI de cada uno de los cuartiles del HGF fueron mayores a los de la totalidad de la muestra, y estos últimos fueron mayores a los valores obtenidos por el CMNVM.

Finalmente, en los resultados obtenidos de los valores de la mediana de ISI en la muestra del HGF en relación con las variables de sexo y edad, se puede observar gráficamente (Tabla 4.11) que la población femenina mantiene un valor mayor a la masculina, en ambos lados anatómicos dentro de un mismo cuartil, excepto en el ISI derecho

de los hombres entre 59 a 70 años, donde se obtuvo un valor mayor (1.36 en hombres y 1.31 en mujeres). Lo mismo ocurre en los valores entregados por la muestra del CMNVM, donde se observan estas diferencias en los cuartiles propios para el centro.

Al tratarse de cuartiles con rangos etarios distintos entre sí, no es posible observar con exactitud las diferencias entre la totalidad de la muestra y cada centro. Sin embargo, se puede apreciar que los valores de la mediana de ambos ISI presentan diferencias, tanto para la población femenina como la masculina para cada cuartil en estudio.

En base a lo mencionado con anterioridad, se puede destacar que la conclusión de Lin y Wang fue certera al indicar que “cada centro de Medicina Nuclear debería contar con sus propios valores de referencia de acuerdo con el sexo y la edad”, aun cuando la población corresponda a la misma zona geográfica.

Es necesario mencionar que estas apreciaciones no poseen relevancia estadística, ya que se requieren tests o pruebas que validen que la magnitud de estas diferencias sea significativa.

CAPÍTULO 6.- CONCLUSIÓN

El ISI corresponde a una herramienta utilizada en exámenes de cintigrama óseo para evaluar el grado de mineralización ósea a nivel de la articulación sacroilíaca. Debido a que según Fernández-Tresguerres⁴², uno de los factores reguladores del remodelado óseo es la genética, se recomienda que los valores de ISI de acuerdo a sexo y rango etario sean propios, tanto para cada zona geográfica como para cada centro de medicina nuclear.

Si bien es cierto que el estudio realizado por Lin y Wang⁹ está desactualizado, es lo mejor con lo que contó la Región de Valparaíso en su momento para tener valores que permitiesen discriminar la condición patológica de los pacientes que se realicen CO y requieran el cálculo de ISI para complementar su diagnóstico. Con la presente memoria se ha demostrado la necesidad de obtener valores de ISI particulares para la zona de estudio y por centro, pues aun siendo una muestra poco representativa, se obtuvieron valores que fueron diferentes entre ellos.

Se describieron los valores de las cuentas de cada articulación sacroilíaca y el sacro en pacientes que se realizaron cintigramas óseos en tres unidades de medicina nuclear de la región de Valparaíso, entre los años 2016 y 2017. De acuerdo a los resultados obtenidos, se podría concluir que el grado de captación del radiotrazador reflejado en la cantidad de cuentas obtenidas, se manifiesta prácticamente de forma uniforme entre ambas articulaciones sacroilíacas.

Se determinaron los valores de ISI en pacientes según género que se realizaron cintigramas óseos en tres unidades de medicina nuclear de la región de Valparaíso, entre los años 2016 y 2017. De acuerdo a los resultados ya expuestos, se puede apreciar que la población femenina presentó un valor de la mediana de ISI mayor a la población masculina, tanto en la muestra total como en cada centro por separado.

Se determinaron los valores de ISI según rango etario de la muestra en estudio. Tomando en cuenta los resultados obtenidos, es posible observar que los valores de la

mediana de ISI disminuyen con el avance de la edad, tanto para cada centro como para la muestra total.

Debido a esto, se puede apreciar que es importante describir los valores de la mediana de ISI para cada centro.

Se determinaron los valores de ISI según rango etario y género de la muestra en estudio. Al realizar un análisis de los resultados obtenidos, se puede observar que los valores de la mediana de ISI fueron mayores en la población femenina que en la masculina, para cada uno de los cuartiles y de los centros en estudio.

Aunque los cuartiles son diferentes entre los centros y la muestra total, se observa que los valores de la mediana de ISI entregados por el Hospital Dr. Gustavo Fricke fueron mayores a los de la totalidad de la muestra y a los del Centro de Medicina Nuclear Viña del Mar.

La actual investigación fue pionera en abordar este tema, lo que quedó demostrado en las limitaciones de ésta. Sin embargo, se propone un nuevo estudio como línea futura de investigación, donde se cuente con una cantidad superior de datos que los obtenidos en la actual memoria, organizados en rangos etarios de 10 años cada uno a partir de los 21 años, para así obtener una mayor cantidad de información en cada cuartil propuesto, y de esta forma, reducir el margen de error de los valores. Además, se sugiere un estudio que permita verificar la relación entre las variables de edad y sexo con el estadístico de tendencia central obtenido para el índice sacroilíaco, mediante la utilización de pruebas estadísticas para favorecer la validez de los datos.

Otra línea de investigación puede incluir una nueva clasificación de acuerdo con la condición patológica de cada paciente, dato que es posible obtener con la ayuda de un Médico Nuclear que revise la imagen obtenida en busca de patologías que afecten el valor del ISI. Esta pesquisa, sin embargo, debiese realizarse sin que el médico tenga acceso a la información o ficha clínica de cada paciente, y de esta forma, evitar que tome una decisión basada en un posible diagnóstico y sea realizada netamente por hallazgos encontrados en el examen, para ampliar la cantidad de información recolectada en la población. Existen además otras clasificaciones que pudiesen entregar una mayor información a un estudio posterior,

que consideren el nivel de actividad física de cada paciente, junto a su IMC; y en el caso de la población femenina, el uso de terapias hormonales que podría tener un efecto en el remodelado óseo, y por ende, afectar el ISI.

CAPÍTULO 7.- BIBLIOGRAFÍA

1. **Rojas Montenegro J et al.** Propuesta de un índice gammagráfico como un reflejo de la dinámica de la pelvis, el índice pubotrocantérico. *Alasbimn Journal*. [Internet] Enero de 2004. [Revisado en Enero de 2017]; 6(23). Disponible en: <http://web.uchile.cl/vignette/borrar3/alasbimn/CDA/imprime/0,1208,PRT%253D6313%2526LNID%253D33,00.html>.

2. **Humeres P.** Medicina Nuclear: Aplicación en patología osteoarticular. *Revista chilena de radiología*. [Internet] 2002. [Revisado en Enero de 2017]; 8(2), 77-82. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082002000200007.

3. **Pitkänen M et al.** Quantitative Sacroiliac Scintigraphy: Methodological Aspects. *Scandinavian Journal of Rheumatology*. [Internet] 1982. [Revisado en Febrero de 2017]; 11(4), 199-202. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/03009748209098191>.

4. **Acevedo González JC, Quintero ST.** Escala de Diagnóstico (SI5) de Disfunción de la Articulación Sacroiliaca. *Neurocirugía*. [Internet] 2015. [Revisado en Febrero de 2017]; 26(6): 268-275. Disponible en: <http://www.revistaneurocirugia.com/es-escala-diagnostico-si5-evaluacion-disfuncion-articulo-S1130147315000214>.

5. **Huarcaya-Ipenza L, Chaname-Abad A, García-Raymondi A.** Determinación de los valores referenciales del índice sacroíliaco en estudios gammagráficos óseos. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*. [Internet] Noviembre de 2016. [Revisado en Enero de 2017], 16(1), 9-14. Disponible en: <http://revistas.urp.edu.pe/index.php/RFMH/article/view/324>.

6. **Lantto T.** The Scintigraphy of Sacroiliac Joints: A comparison of ^{99m}Tc -DPD and ^{99m}Tc -MDP. *European Journal of Nuclear Medicine*. [Internet] 1990.[Revisado en Febrero de 2017]; 16(8-10), 677-681. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2143475>.

7. **Szanto E, Lindvall N.** Quantitative Tc^{99m} Pertechnetate Scanning of the Sacroiliac Joints: A Follow-up Study of Patients with Suspected Sacroiliitis. *Scandinavian Journal of Rheumatology*. [Internet] 1978. [Revisado en Febrero de 2017]; 7(2), 93-96. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/705275>.

8. **Kaçar G et al.** Quantitative Sacroiliac Joint Scintigraphy in Normal Subjects and Patients with Sacroiliitis. *Annals of Nuclear Medicine*. [Internet] Junio de 1998. [Revisado en Enero de 2017]; 12(3), 169-173. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9673721>.

9. **Lin, WY; Wang, SJ.** Influence of Age and Gender on Quantitative Sacroiliac Joint Scintigraphy. *Journal of Nuclear Medicine*. [Internet] Julio de 1998 [Revisado en Enero de 2017]; 39(7), 1269-1272. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9669409>.

10. **Tiwari BP; Basu S.** Estimation of Sacroiliac Joint Index in Normal Subjects of Various Age Groups: Comparative Evaluation of Four Different Methods of Quantification Skeletal Scintigraphy. *Nuclear Medicine Review*. [Internet] 2013. [Revisado en Marzo 2017]; 16(1), 26-30. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23677760>.

11. **Rouviere H, Delmas A.** Anatomía Humana. Descriptiva, Topográfica y Funcional. 10ª Edición. Barcelona: Masson S.A; 1999. [Revisado en Abril 2018]

12. **Latarjet M, Ruiz Liard A.** Anatomía Humana. 4ª Edición. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2006 [Revisado en Abril 2018]

13. **Alzate-Mejía OA, Giraldo-Hoyos N, Alvarán-Arango LV.** Recuento de los huesos del esqueleto humano. *Revista de la Facultad de Medicina*, 2016, 64 (2), 331-338 [Revisado en Abril 2018].

14. **Baron R.** Anatomy and Ultrastructure of Bone – Histogenesis, Growth and Remodeling. [Internet]. *National Center for Biotechnology Information: South Dartmouth (MA)*, 2000. [Revisado en Febrero de 2018]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279149/>

15. **Fernandez-Tresguerres J.** Fisiología Humana. 4° Ed. México: McGraw-Hill; 2010. [Revisado en Mayo 2018]

16. **González-Paz RJ et al.** Caracterización de la interacción colágeno-hidroxiapatita. *Revista Iberoamericana de Polímeros* [Internet]. 2008 [Revisado en Abril de 2018]; 9 (3): 300-302. Disponible en: <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/SPECIAL08/gonzalez-paz.pdf>

17. **García-Garduño MV, Reyes-Gasca J.** La hidroxiapatita, su importancia en los tejidos mineralizados y su aplicación biomédica. *Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas* [Internet]. 2006 [Revisado en Junio de 2017]; 9 (2). Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/432/43211937005/>

18. **Olmos Martínez JM, González-Macías J.** Mecanismo de acción de los bisfosfonatos. *RETICEF*. [Internet]. 2008 [Revisado en Abril de 2018]; 9 (7): 22-27. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/287351220_Action_mechanism_of_the_bisphosphonates

19. **Moore KL et al.** Anatomía con orientación clínica. 7° Edición. Philadelphia: Wolters Klumer Healt S.A; 2013. [Revisado en Mayo 2018]

20. **Pacheco Rodríguez D.** Reumatología para médicos de atención primaria. *SOCHIRE* [Internet]. 2002 [Revisado en Abril de 2018]. Disponible en: <http://www.sochire.cl/bases/arch1153.pdf>

21. **Díaz García C, Haro del Moral FJ.** Técnicas de exploración en medicina nuclear; 1° ed: Editorial Elsevier Masson; 2004. [Revisado en Abril de 2018].

22. **Altman DG, Bland JM.** Diagnostic tests 1: Sensitivity and specificity. *BMJ*. [Internet]. 1994 [Revisado en Abril de 2018]; 308 (6943): 1552. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2540489/?page=1>

23. **Van Den Wyngaert T et al.** The EANM practice guidelines for bone scintigraphy. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*. [Internet]. 2016 [Revisado en Junio de 2017]; 43 (9): 1723 - 1738. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00259-016-3415-4>.

24. **Love Ch et al.** Radionuclide Bone Imaging: An Illustrative Review. *Radiographics* [Internet] 2003 [Revisado en Febrero de 2018]; 23 (2): 341 - 358. Disponible en: <http://pubs.rsna.org/doi/10.1148/rg.232025103>.

25. **Yuda H, Wakao H.** Hydroxyapatite, ^{99m}Tc-MDP accumulation mechanisms in bone: Basic study on the adsorption onto. *Oral Radiology*. [Internet] June 1996. [Revisado en Octubre de 2017]; 12(1), 27-32. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02351579>.

26. **Godoy N, Schrader R.** Fundamentos de radiofarmacia. *CChEN*. S. f; S. vol. 2-9 [Revisado en Octubre de 2017]

27. **Carranza EC et al.** Producción de Mo-99 por fisión y proyecciones futuras. [Internet] [Revisado en Abril de 2018] Disponible en: http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/46/127/46127049.pdf

28. **Martinez del Valle Torres MD et al.** Técnicas de imagen en el diagnóstico de metástasis óseas [Internet] 2007 [Revisado en Febrero de 2018]; 26 (4): 237 - 258. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-medicina-nuclear-e-125-articulo-tecnicas-imagen-el-diagnostico-metastasis-13107978?referer=buscador#affa>

29. **Strocovsky SG, Aizcorbe J, Furnari JC.** Principios de formación de imágenes en Cámara Gamma/SPECT: Una perspectiva didáctica. XLII Reunión de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear [Internet] [Revisado en Abril de 2018]. Disponible en: <http://www.foroiberam.org/documents/193375/199920/PRINCIPIOS+DE+FORMACI%C3%93N+DE+IM%C3%81GENES+EN+C%C3%81MARA+GAMMA+SPECT.+UNA+PER+SPECTIVA+DID%C3%81CTICA/4915ce79-cd8f-4573-8dad-d648499653af?version=1.0>

30. **Oramas Polo I, Díaz García A, Osorio Deliz JF.** Analizador para diagnóstico de Cámaras Gamma [Internet] 2011 [Revisado en Abril de 2018].

31. **Buvat I et al.** Quantitive nuclear medicine imaging: concepts, requirements and methods. *Human Health Reports* [Internet] 2014 [Revisado en Abril de 2018]; vol. 9. Disponible en https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1605_web.pdf

32. **Ortec DA.** The Multichannel Pulse-Height Analyzer [Internet]. [Revisado en Mayo de 2018]. Disponible en: https://www.ortec-online.com/-/media/ametekortec/third%20edition%20experiments/mca_description.pdf?la=en

33. **Illanes L, Etcheverry ME.** Física de la medicina nuclear: Introducción al control y verificación de los equipos, una guía práctica [Internet] [Revisado en Abril de 2018]. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/52723/Documento_completo__.pdf-PDFA.pdf?sequence=1

34. **Alay R et al.** Comparación de dos métodos de cálculo del índice sacroiliaco. *Alasbimn Journal*. [Internet] Enero de 2007. [Revisado en Marzo de 2017]; 9(35). Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/52723/Documento_completo__.pdf-PDFA.pdf?sequence=1http://web.uchile.cl/vignette/borrar3/alasbimn/CDA/sec_b/0,1206,S CID%253D19453,00.html.

35. **Manterola C, Otzen T.** Estudios Observacionales: Los Diseños Utilizados con Mayor Frecuencia en Investigación Clínica. *International Journal of Morphology*. [Internet] Junio de 2014. [Revisado en Octubre de 2017]; 32(2), 634-645. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022014000200042.

36. **Canessa J et al.** Determinación del índice sacro-ilíaco en cintigrafía ósea convencional en pacientes sin sintomatología articular: validación del método. *Boletín del Hospital de San Juan de Dios*. [Internet] Sept-Oct de 1988. [Revisado en Enero de 2017]; 35(5): 283-291. Disponible en: <http://www.worldcat.org/title/determinacion-del-indice-sacro-iliaco-en-cintigrafia-osea-convencional-en-pacientes-sin-sintomatologia-articular-validacion-del-metodo/oclc/69693380>.

37. **Vyas K et al.** Quantitative scintigraphy of sacroiliac joints: effects of age, gender, and laterality. *American Journal of Roentgenology*. [Internet] Marzo de 1981. [Revisado en Enero de 2017]; 136(3), 589-592. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6258412>.

38. **Dunn E, Ebringer R, Ell P.** Quantitative Scintigraphy in the Early Diagnosis of Sacro-Iliitis. *Rheumatology*. [Internet] 1980. [Revisado en Febrero de 2017]; 19(2): 69-75. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7403779>

39. **Ezekiel E.** ¿Qué hace que la investigación clínica sea ética? Siete requisitos éticos. *Investigación en sujetos humanos: experiencia internacional*. [Internet] 2003. [Revisado en Noviembre de 2017]; 83-96. Disponible en: <http://libros.uchile.cl/258>.

40. **Rodríguez Yunta E.** Comités de Evaluación Ética y Científica para la Investigación en Seres Humanos y las Pautas CIOMS 2002. *Acta bioethica. SciELO*. [Internet] 2004. [Revisado en Noviembre de 2017]; 10(1), 37-48. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-569X2004000100005&lng=es.

41. **Guillén Valderrama L et al.** Determinación del Índice de Sacroilíaca-Promontorio mediante SPECT-CT y sus variables fisiológicas en ausencia de patología inflamatoria articular. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol*. [Internet] 2014. [Revisado en Mayo de 2017]; 33 (1). Disponible en: <http://www.elsevier.es/controladores/congresos-herramientas.php?idCongreso=12&idSesion=1063&idComunicacion=11355&r=125>

42. **Fernández - Tresguerres Hernández - Gil I et al.** Bases fisiológicas de la regeneración ósea II: El proceso de remodelado. *Med. oral patol. oral cir. bucal.* [Internet]. Abril 2006 [Revisado en Agosto de 2018]; 11 (2): 151 - 157. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1698-69462006000200012&lng=es

43. **Lafita J.** Fisiología y fisiopatología ósea. *Anales Sis San Navarra* [Internet]. 2003 [Revisado en Agosto de 2018]; 26 (3): 7 - 17. Disponible en http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272003000600002&lng=es.

CAPÍTULO 8.- ANEXOS

ANEXO A. TABLA CON VALORES REFERENCIALES DE ISI UTILIZADOS EN EL HGF Y EN EL CMNVM⁹

Sacroiliac/Sacral (SI/S) Ratios According to Gender and Age

Gender	No.	Age	Mean	Left	Right
<i>Female</i>					
<20	21	15.7 ± 4.3	1.63 ± 0.21	1.62 ± 0.22	1.63 ± 0.22
21-30	31	27.3 ± 2.3	1.51 ± 0.26	1.51 ± 0.26	1.54 ± 0.28
31-40	35	35.6 ± 2.8	1.42 ± 0.19	1.44 ± 0.20	1.42 ± 0.20
41-50	30	44.1 ± 2.8	1.37 ± 0.21	1.36 ± 0.22	1.40 ± 0.21
51-60	28	55.1 ± 3.2	1.18 ± 0.17	1.19 ± 0.20	1.21 ± 0.16
61-70	38	65.0 ± 2.59	1.17 ± 0.16	1.15 ± 0.16	1.20 ± 0.18
>71	27	76.4 ± 4.26	1.15 ± 0.12	1.17 ± 0.15	1.16 ± 0.14
<i>Male</i>					
<20	11	16.2 ± 2.7	1.57 ± 0.11	1.53 ± 0.13	1.60 ± 0.12
21-30	30	26.2 ± 2.6	1.42 ± 0.16	1.41 ± 0.18	1.44 ± 0.16
31-40	48	35.2 ± 2.6	1.45 ± 0.17	1.45 ± 0.15	1.47 ± 0.20
41-50	30	44.3 ± 2.6	1.27 ± 0.18	1.28 ± 0.19	1.28 ± 0.20
51-60	29	54.6 ± 3.0	1.31 ± 0.14	1.31 ± 0.15	1.32 ± 0.16
61-70	26	64.5 ± 2.7	1.25 ± 0.15	1.24 ± 0.16	1.29 ± 0.17
>71	29	75.5 ± 4.0	1.17 ± 0.15	1.21 ± 0.15	1.19 ± 0.16

[Fuente: Servicio de Medicina Nuclear, Hospital Dr. Gustavo Fricke]

ANEXO B. PROTOCOLO DE CINTIGRAMA ÓSEO UTILIZADO Y OBTENCIÓN DEL ISI

Se obtiene una imagen gammagráfica ósea de cuerpo completo posterior en fase ósea, la cual se adquirió después de dos horas tras la inyección de metilendifosfonato marcado con tecnecio 99 metaestable ($Tc^{99m} - MDP$) por vía venosa, con una actividad comprendida entre 25 a 30 milicurie (mCi). El paciente se posicionó en decúbito supino, con los brazos al costado del cuerpo. El detector posterior se ubicó lo más cercano a la camilla, considerando una distancia de 84 centímetros desde el suelo a éste (H. Clínico y CMN Arlegui). La imagen de cuerpo completo se obtuvo con una cantidad de 3.400.000 cuentas en total en donde la imagen recortada de pelvis tuvo un valor entre 800.000 y 1.000.000 de cuentas y con un zoom de 1.

Luego de la revisión de la imagen por parte del médico nuclear, se procedió a la cuantificación de las cuentas presentes a nivel de la pelvis, mediante el método de ROI rectangular, que consiste en posicionar regiones de interés rectangular proporcional a la matriz con la que se adquirió la imagen, para cada una de las articulaciones sacroilíacas (ASI) y otro ROI para el sacro. Posteriormente, el software mostró un valor correspondiente a las cuentas de la ASI izquierda, el sacro y la ASI derecha.

Con la cantidad de cuentas de estas estructuras, el software procedió al cálculo del índice sacroilíaco, que consiste en una relación entre las cuentas obtenidas en una ASI y las cuentas obtenidas en el sacro. La fórmula utilizada corresponde a:

$$\text{Índice Sacroiliaco}(ISI) = \frac{\text{Promedio de cuentas ROI de ASI}}{\text{Promedio de cuentas ROI de Sacro}} \quad (12.1)$$

ANEXO C. CARTA DE COMPROMISO

Viña del Mar, 15 de Diciembre de 2017

Srs. Comité de Bioética
Facultad de Medicina
Universidad de Valparaíso

Tengo el agrado de dirigirme a ustedes para informarles que como Tecnólogo Médico con Mención en Imagenología y Física Médica seré parte del proyecto de Tesis de la Carrera de Tecnología Médica de la Facultad de Medicina llamado **“Estudio del índice sacroilíaco según género y rango etario en exámenes de cintigrama óseo de pacientes atendidos en tres Unidades de Medicina Nuclear de la Región de Valparaíso entre los años 2016 y 2017”**, donde me desempeñaré como profesora guía, formando parte de un equipo de trabajo junto al Dr. Claudio Opazo, Médico Nuclear de HCVM y profesor co-guía. Además será mi labor otorgarle a los tesisistas, Juan Barra Bascuñán, Kevin Ketterer Pacheco y Camila Ugarte Santander, la información necesaria de datos codificados de la Unidad de Medicina Nuclear en el cual me desempeño hace 7 años para llevar a cabo el proyecto, respetando así los principios de privacidad y confidencialidad de los datos de los pacientes estudiados, es decir, sin identificación visible y por supuesto sin siquiera la posibilidad de relacionar en algún momento de la investigación los informes estudiados con su identidad correspondiente, de los que reitero, sólo el investigador principal y yo tendremos acceso durante la investigación.

Cabe señalar que esta investigación podría significar el disponer de datos actualizados y datos representativos de la población, lo que podría significar una mejora en el diagnóstico.

Se despide sin otro particular, atentamente.



Christhal Jocelyn Oyarzún Véliz

Tecnólogo Médico Imagenología y Física Médica

Centro de Medicina Nuclear, Viña del Mar

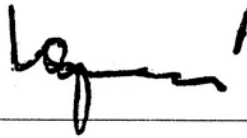
ANEXO D. CARTA DE AUTORIZACIÓN

Viña del Mar, 15 de Diciembre de 2017

Srs. Comité de Bioética
Facultad de Medicina
Universidad de Valparaíso

Me dirijo a ustedes con el fin de comunicar que el proyecto de Tesis de la Carrera de Tecnología Médica de la Facultad de Medicina llamado **“Estudio del índice sacroilíaco según género y rango etario en exámenes de cintigrama óseo de pacientes atendidos en tres Unidades de Medicina Nuclear de la Región de Valparaíso entre los años 2016 y 2017”**, se encuentra **autorizado** para llevar a cabo su proyecto en nuestras dependencias, utilizando la información tanto del CENTRO DE MEDICINA NUCLEAR, ubicado en Arlegui 333 of. 221, nuestra sucursal, ubicada en el HOSPITAL CLINICO VIÑA DEL MAR y del Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Dr. Gustavo Fricke, donde se respetará los principios de privacidad y confidencialidad de los datos de los pacientes estudiados, sin la posibilidad de encontrar identificación visible y ni tampoco de relacionar en algún momento de la investigación los informes estudiados con su identidad correspondiente, de los que reitero, sólo el investigador principal la Srta. Christhal Oyarzún y yo tendremos acceso durante la investigación.

Se despide sin otro particular, atentamente.



Claudio Opazo Rojas

Médico Cirujano con especialidad en Medicina Nuclear

Centro de Medicina Nuclear, Viña del Mar

Hospital Dr. Gustavo Fricke

ANEXO E. PLANILLA EXCEL. COLUMNA N° POBLACIÓN

	A	B	C	D	E
1	N° Población	Sexo	Edad	Unidad	Archivo Dicom
2	1				
3	2				
4	3				
5	4				
6	5				
7	6				
8	7				
9	8				
10	9				
11	10				
12	11				
13	12				
14	13				
15	14				
16	15				
17	16				
18	17				
19	18				
20	19				
21	20				
22	21				

ANEXO F. PLANILLA EXCEL. COLUMNA N° MUESTRA

I	J	K	L	M	N
N° Muestra	N° Población	Sexo	Edad	Unidad	Archivo Dicom
1	9				
2	61				
3	33				
4	62				
5	36				
6	72				
7	87				
8	105				
9	93				
10	155				
11	22				
12	111				
13	179				
14	123				
15	65				
16	8				
17	164				
18	136				
19	170				
20	46				
21	666				

ANEXO G. PLANILLA EXCEL CON DATOS DE LA MUESTRA

I	J	K	L	M	N
N° Muestra	N° Población	Sexo	Edad	Unidad	Archivo Dicom
1	9	F	21	CMNVM	02599_2
2	61	F	30	CMNVM	01261_2
3	33	F	38	CMNVM	02384_2
4	62	F	40	CMNVM	01285_2
5	36	F	45	CMNVM	02353_2
6	72	F	47	CMNVM	01653_2
7	87	F	54	CMNVM	03439_2
8	105	F	57	CMNVM	03653_2
9	93	F	58	CMNVM	03470_2
10	155	F	64	CMNVM	04357_2
11	22	F	62	CMNVM	02815_2
12	111	F	72	CMNVM	03665_2
13	179	F	78	CMNVM	04831_2
14	123	M	29	CMNVM	03919_2
15	65	M	50	CMNVM	01424_2
16	8	M	50	CMNVM	02577_2
17	164	M	68	CMNVM	04484_2
18	136	M	76	CMNVM	04170_2
19	170	M	76	CMNVM	04639_2
20	46	M	79	CMNVM	01088_2
21	666	F	21	CMNVM	12419_2

ANEXO H. SELECCIÓN IMAGEN CUERPO ENTERO POSTERIOR EN SOFTWARE OASIS

The screenshot displays the Oasis software interface for a full-body posterior image. The main window shows a grayscale image of a human skeleton. The interface includes a top menu bar with 'oasis' and 'ID:19781 DOB:N/A SEX:F'. Below the menu, there is a 'QUANTIFICATION' section with instructions: 'Create Left ROI (Red), Right ROI (Green) and Sacrum ROI (Yellow)'. The image area has labels: 'L: SI RATIO IMAGE R: OSEO C ENT.' and 'OSEO C ENT: 22-09-2006 17:03'. A vertical scale bar is visible on the right side of the image. The right panel contains two tables: 'LEFT & RIGHT RATIOS' and 'SI JOINT/SACRUM RATIO'. Below these is an 'ROI STATISTICS' table.

LEFT & RIGHT RATIOS		SI JOINT/SACRUM RATIO	
LEFT/RIGHT:		LEFT:	
RIGHT/LEFT:		RIGHT:	

ROI STATISTICS			
Measure	Left ROI	Right ROI	Sacrum ROI
Max.			
Min.			
Average			
Total			
Pixels			

Legend:
LEFT ROI
RIGHT ROI
SACRUM ROI

ANEXO I. MÉTODO DE ROI RECTANGULAR

Este método consiste en dibujar una región de interés (ROI) de manera regular, y de forma rectangular sobre la articulación sacroilíaca izquierda, otro ROI del mismo tamaño en la articulación sacroilíaca derecha y un tercer ROI con el mismo tamaño y cantidad de píxeles que los anteriores en la región del sacro de la imagen pélvica posterior del examen de cintigrama óseo, el cual puede obtenerse de la imagen de cuerpo completo o de la imagen estática de la pelvis, como se muestra en la figura 8.1.

El equipo entregó información de la cantidad de cuentas en cada uno de los ROI para obtener el cálculo del índice sacroilíaco.

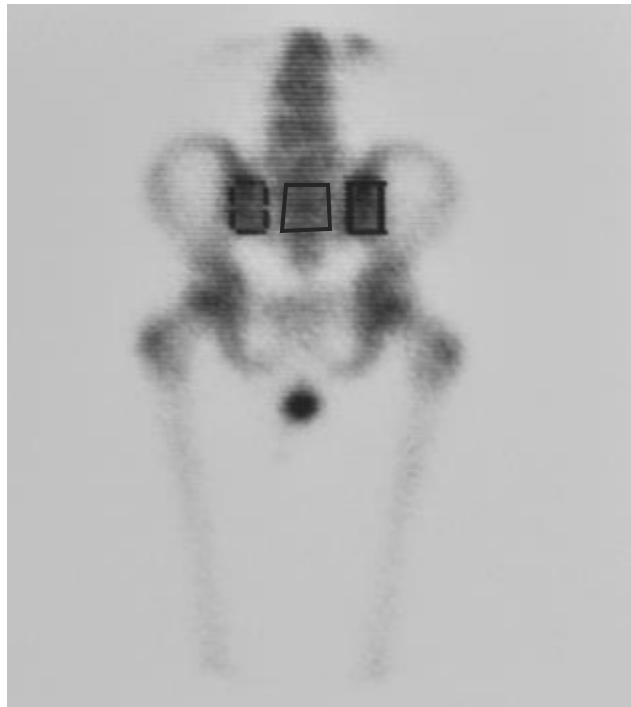
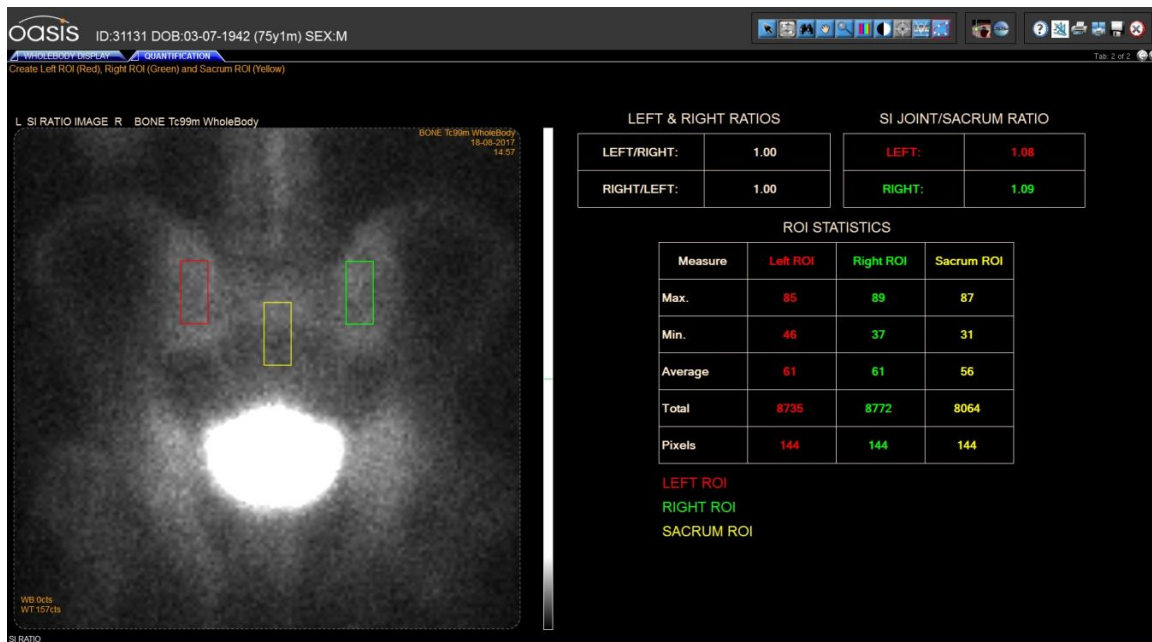
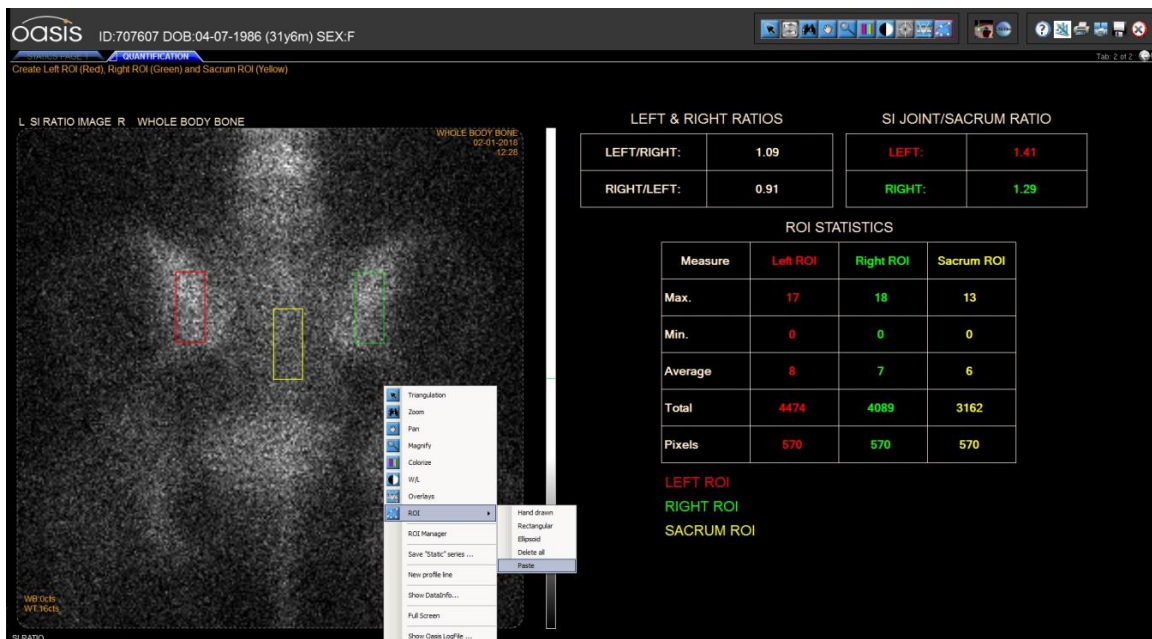


FIGURA 8.1: *CO posterior de pelvis y ROI rectangulares en ASI y sacro*¹⁰

ANEXO J. MÉTODO DE ROI RECTANGULAR EN SOFTWARE OASIS Y ROI DE 144 PÍXELES



ANEXO K. OPCIÓN DE COPIADO DE ROI Y ROI DE 570 PÍXELES.



ANEXO L. PLANILLA EXCEL FINAL

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	N° Muestra	N° Población	Sexo	Edad	Centro	Cuentas ASI Izquierda	Cuentas Sacro	Cuentas ASI Derecha	ISI Izquierda	ISI Derecha
2	1	9	F	21	CMNWM	12273	7964	12173	1,54	1,53
3	2	61	F	30	CMNWM	10714	7349	10370	1,46	1,49
4	3	33	F	38	CMNWM	10241	6304	10309	1,62	1,64
5	4	62	F	40	CMNWM	25771	14958	24195	1,72	1,62
6	5	36	F	45	CMNWM	5985	6311	6543	0,95	1,04
7	6	72	F	47	CMNWM	8159	5045	8449	1,62	1,67
8	7	48	F	54	CMNWM	18242	11940	19465	1,53	1,63
9	8	105	F	57	CMNWM	9622	5564	9657	1,73	1,74
10	9	93	F	58	CMNWM	5959	4470	6650	1,33	1,49
11	10	185	F	64	CMNWM	12613	10866	12204	1,16	1,12
12	11	22	F	62	CMNWM	13651	9745	13458	1,40	1,38
13	12	111	F	72	CMNWM	7333	6478	7637	1,13	1,19
14	13	91	F	78	CMNWM	31171	18439	29019	1,69	1,57
15	14	123	M	29	CMNWM	10724	10447	11254	1,03	1,08
16	15	65	M	50	CMNWM	10524	9516	10043	1,11	1,06
17	16	8	M	50	CMNWM	11863	7180	11541	1,65	1,61
18	17	164	M	68	CMNWM	14221	8574	14314	1,66	1,67
19	18	136	M	76	CMNWM	11634	11194	11216	1,04	1,00
20	19	176	M	77	CMNWM	11386	10639	12014	1,07	1,13
21	20	46	M	79	CMNWM	8772	6434	9397	1,36	1,46
22	21	666	F	21	CMNWM	24679	16099	23690	1,53	1,47
23	22	577	F	23	CMNWM	22950	17696	19336	1,30	1,09
24	23	372	F	26	CMNWM	14651	11970	13079	1,22	1,09
25	24	188	F	27	CMNWM	17190	9418	16841	1,83	1,79
26	25	626	F	29	CMNWM	16629	11939	17116	1,39	1,43
27	26	506	F	31	CMNWM	17685	12389	17490	1,43	1,41
28	27	217	F	33	CMNWM	10797	7348	11382	1,47	1,55
29	28	269	F	33	CMNWM	16688	8715	15746	1,91	1,81
30	29	475	F	35	CMNWM	12904	7807	13529	1,65	1,73
31	30	254	F	35	CMNWM	20782	14372	19894	1,45	1,38
32	31	593	F	43	CMNWM	7115	5500	7432	1,29	1,35
33	32	597	F	45	CMNWM	12115	7980	11634	1,52	1,46
34	33	376	F	46	CMNWM	10639	7927	11470	1,34	1,45
35	34	553	F	49	CMNWM	11214	7935	11942	1,41	1,50
36	35	264	F	50	CMNWM	9282	8109	8916	1,14	1,10
37	36	425	F	51	CMNWM	13223	8739	12809	1,51	1,47
38	37	492	F	51	CMNWM	8591	6822	8339	1,26	1,22
39	38	623	F	52	CMNWM	8336	5755	9329	1,45	1,62
40	39	403	F	53	CMNWM	9326	7058	9290	1,32	1,32
41	40	496	F	56	CMNWM	13957	8316	13149	1,68	1,58
42	41	281	F	56	CMNWM	11444	8534	11982	1,34	1,40
43	42	222	F	56	CMNWM	13428	8895	13851	1,55	1,68

ANEXO M. DISTRIBUCIÓN DE LA VARIABLE EDAD MEDIANTE EL PROGRAMA STATA 15.0

```
. *Edad
. hist edad,title(EDAD) xtitle(Edad(años))ytitle(Porcentaje)start(20) width(5)percent
(bin=15, start=20, width=5)
```

```
. swilk edad
```

Shapiro-wilk w test for normal data

variable	obs	w	v	z	Prob>z
edad	346	0.98150	4.474	3.541	0.00020

```
. sum edad,d
```

edad

Percentiles		Smallest		
1%	21	21		
5%	26	21		
10%	31	21	Obs	346
25%	44	21	Sum of wgt.	346
50%	57		Mean	55.50867
		Largest	Std. Dev.	16.37216
75%	68	86		
90%	77	88	Variance	268.0478
95%	80	91	Skewness	-.1941116
99%	86	92	Kurtosis	2.259392

```
. tabstat edad,stat(min max)
```

variable	min	max
edad	21	92