

**Universidad Nacional Autónoma de México**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**División de estudios de Postgrado**

**Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez"**

**Evaluación de la Fracción de Expulsión del Ventrículo Izquierdo con Gated SPECT: Correlación entre las Imágenes Corregidas para Atenuación e Imágenes No-Corregidas.**

**TÉSIS**

que para obtener el título de

**ESPECIALISTA EN CARDIOLOGÍA**

Presenta:

Herbert Gonzalo Tolosa Dzul

**Asesor:** Dr. Enrique Pablo Vallejo Venegas

Médico Adjunto del servicio de Medicina Nuclear.

Director de enseñanza: **Dr. José Fernando Guadalajara Boo.**

México D.F.

Octubre del 2006



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## ÍNDICE

1. Introducción	3
2. Planteamiento del problema	5
-Justificación	
-Pregunta de investigación	
3. Objetivo	6
4. Hipótesis del trabajo	6
5. Metodología de la Investigación	7
Diseño del estudio	
Criterios	
- de inclusión	
- de exclusión	
- de eliminación	
Tamaño de la muestra	
Variables	
Cronograma de actividades	
Análisis estadístico	
6. Material y métodos	9
7. Resultados	10
8. Discusión	14
9. Conclusiones	15
10. Bibliografía	16

## **INTRODUCCIÓN**

La cardiopatía isquémica representa actualmente el problema de salud pública número uno al ser la principal causa de morbilidad y mortalidad en el mundo y nuestra nación no es la excepción (1).

En estos pacientes el determinar la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo (FEVI) representa un cálculo fundamental en su evaluación (2,3,4).

El estudio de gated SPECT (del inglés Single-Photon Emisión Computed Tomography) en la evaluación de pacientes con sospecha o cardiopatía isquémica conocida ha cobrado relevancia fundamental, reportándose en los estudios de perfusión miocárdica una sensibilidad del 90% y una especificidad del 80% en el diagnóstico de isquemia (5,6).

Además de la relevancia diagnóstica de esta técnica, la capacidad de brindar información pronóstica en base a los datos de la perfusión es otra de las características que le confieren ventajas sobre otros métodos (7,8) .

El constante desarrollo de esta técnica ha permitido actualmente la obtención de información funcional tal como el cálculo de la FEVI en forma simultánea a la obtención del estudio de perfusión miocárdica; Actualmente el gated SPECT como método en el cálculo de la FEVI ha sido ampliamente validado (4,5,7), siendo fácilmente reproducible con limitada y aceptable variabilidad intraobservador e interobservador (3,5,6,8-11).

El valor de la FEVI obtenido con gated SPECT (mediante la fórmula  $FEVI = \frac{\text{Volumen diastólico final (EDV)} - \text{Volumen sistólico final (ESV)}}{EDV}$ ) permite además un valor pronóstico independiente (3), así como un pronóstico aditivo al otorgado por los defectos de perfusión, los trastornos de la movilidad y el engrosamiento regional, considerándose actualmente un parámetro fiable de morbimortalidad y sobrevida (12-14).

Sin embargo la especificidad de este estudio con respecto a los defectos de perfusión se encuentra disminuida por los fenómenos de atenuación de la imagen, como sucede en la pared inferior en pacientes obesos y/o en la región anterolateral por atenuación mamaria, que representan una población importante de los pacientes evaluados por este método (15-17).

Avances tecnológicos han logrado la creación de equipos híbridos mediante los cuales es posible corregir los fenómenos de atenuación en las imágenes de SPECT; Estos equipos transmiten rayos X por un tomógrafo, y mediante programas de corrección de atenuación se construye un mapa de atenuación y mediante un algoritmo matemático se calculan los fotones absorbidos durante el trayecto del corazón al detector (de imagen), es decir el factor de atenuación de la emisión fotónica (17,18).

Esta técnica con el empleo de programas de corrección de atenuación ha permitido mejoría en la precisión del diagnóstico en la evaluación de este grupo de pacientes, existiendo una validación en forma extensa de los programas de corrección de atenuación. El impacto en la especificidad del SPECT cardiaco con esta nueva tecnología se ha incrementado significativamente hasta un 90% (19-21).

Sin embargo, si bien las imágenes de perfusión con técnica SPECT y corregidas con rayos X (AC-SPECT), han mejorado la certeza en el diagnóstico de isquemia, su impacto en el cálculo de la función sistólica del ventrículo izquierdo con gated SPECT, no ha sido evaluado.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **JUSTIFICACIÓN**

Al ser la FEVI de valor fundamental por sus implicaciones con respecto a la morbimortalidad y por lo tanto pronóstico, su cálculo resulta en extremo útil. El método gated SPECT ha sido validado en el cálculo de esta parámetro, sin embargo presencia de defectos por atenuación en una población importante en los estudios de perfusión hace necesario la aplicación de programas de corrección de atenuación para mejorar la especificidad de los defectos de perfusión; En pacientes con defectos de perfusión la determinación de la fracción de expulsión mediante la técnica gated SPECT con aplicación del programa de corrección de atenuación no ha sido evaluado

### **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿ La aplicación del programa de corrección de defectos de atenuación para mejorar la especificidad del estudio de perfusión miocárdica mediante gated SPECT altera la certeza diagnóstica del cálculo de la fracción de expulsión ?

## **OBJETIVO**

Principal: Demostrar que la aplicación del programa de corrección de atenuación no altera la precisión del cálculo de la FEVI en el estudio de perfusión.

## **HIPÓTESIS DE TRABAJO**

**Nula (H0):** La aplicación del programa de corrección de defectos por atenuación si altera la certeza diagnóstica en el cálculo de la FEVI.

**Verdadera (H1):** La aplicación del programa de corrección por defectos de atenuación no altera la certeza diagnóstica en el cálculo de la FEVI

## **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **DISEÑO DEL ESTUDIO**

Observacional, transversal y comparativo

#### **Criterios de inclusión:**

Pacientes evaluados mediante perfusión por:

- Angor
- Dolor torácico no característico para cardiopatía isquémica.
- Disnea como equivalente de angina.
- Factores de riesgo cardiovascular: Edad, sexo, diabetes mellitus, dislipidemia, hipertensión arterial sistémica, tabaquismo, obesidad.
- Reevaluación de isquemia.

#### **Criterios de exclusión :**

- Hipertensión pulmonar.
- Hipertrofia ventricular derecha de cualquier origen.
- Prótesis mamarias.
- BCRIHH

#### **Criterios de eliminación**

- Información insuficiente

### **TAMAÑO DE LA MUESTRA**

El presente será un grupo piloto.

## **VARIABLES**

### **Dependiente:**

Fracción de expulsión con aplicación de corrección de atenuación

### **Independiente:**

Fracción de expulsión sin aplicación de corrección de atenuación

## **CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

Diseño del protocolo	Junio 2006
Recolección de datos	Julio 2006
	Agosto 2006
Análisis de resultados	Septiembre 2006
Fin del estudio	Octubre 2006

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se empleó estadística descriptiva con uso de medidas de tendencia central y de dispersión.

Se utilizó además estadística paramétrica aplicando el índice de correlación de Pearson para analizar la correlación entre los dos métodos SPECT con y sin aplicación del programa de corrección de atención; El índice de correlación de Pearson en este estudio se consideró con un alto grado de correlación con valores de  $R= 0.7-1$ . Además se realizó comparación de medias con prueba t student como

prueba de significancia, considerándose significativo con un valor de  $p$  menor a 0.05.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

En pacientes consecutivos que cumplieron los criterios de selección durante la fase de recolección de datos en el departamento de Medicina Nuclear del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" se realizó el estudio de perfusión miocárdica con el radiotrazador Tecnecio 99-Sestamibi (Tc-MIBI) el cual incluyó fases de ejercicio físico con reposo o estrés farmacológico con dipiridamol cuando el ejercicio no fue posible; En los pacientes que realizaron ejercicio se inyectó el radiotrazador durante el pico máximo de esfuerzo, en los que no realizaron ejercicio se inyectó el radiotrazador al minuto 6 de iniciada la prueba, los registros (electrocardiográfico, presión arterial sistémica y frecuencia cardíaca) de ambos protocolos se realizaron de manera habitual.

Se documentaron los siguientes datos clínicos: Edad, género y factores de riesgo cardiovascular, los datos se consignaron en una hoja de recolección de datos especialmente diseñada para este fin en el programa Excel de la paquetería Windows XP. Al ser un estudio observacional y no requerir datos adicionales a los habitualmente registrados para el estudio de perfusión miocárdica, así como no aplicar ninguna maniobra en el paciente no fue necesario el consentimiento informado.

Todas las imágenes obtenidas fueron evaluadas y cuantificadas con el programa Emory Cardiac Toolbox (ECTb) (Emory University, Atlanta, Ga), se realizó el análisis de las imágenes de perfusión con determinación simultánea de defectos de perfusión y obtención del volumen diastólico final, volumen sistólico final y fracción de expulsión del ventrículo izquierdo.

Se aplicó posteriormente el programa de corrección por atenuación empleando el programa OSEM (Ordered Subset Expectation Maximization, plataforma Entegra, GE Medical Systems, Milwaukee, WI), determinando nuevamente los defectos de perfusión con obtención simultánea de los volúmenes diastólico final, sistólico final y FEVI; las imágenes obtenidas sin aplicación del programa de corrección de atenuación y con aplicación de este fueron evaluadas y cuantificadas de manera automática por el programa ECTb (volumen diastólico final, volumen sistólico final y FEVI con y sin corrección de atenuación) y por un experto (E.P.V.V) con respecto a los defectos de perfusión; Todos los estudios se realizaron en la gammacámara Hawkeye Millennium VG System (GE Medical Systems, Milwaukee, WI).

El análisis estadístico fue realizado con el programa SPSS versión 14.0, los resultados se expresaron en medidas de tendencia central y de

dispersión, en la comparación entre las imágenes corregidas para atenuación y no corregidas se empleó el índice de correlación de Pearson y t student, se graficaron los resultados relevantes.

## RESULTADOS

Se incluyó un total de 74 pacientes consecutivos en el estudio, de los cuales 22.97 % (17/74) fueron mujeres y 77.02 % (57/74) hombres, el promedio de edad fue de 56.98 años (intervalo de 31-86 años, DE de 12.92 años, moda 57 años, mediana 57 años). Se eliminaron 2 pacientes.

En 86.48 % (64/74) de los pacientes se realizó esfuerzo físico y reposo, y en el 13.51% (10/74) el estudio se hizo con dipiridamol.

En la población seleccionada el porcentaje de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 fue de 33.78 % (25/74), el de hipertensión arterial sistémica fue de 71.62 % (53/74), el de dislipidemia de 60.81 % (45/74), el de tabaquismo con 52.70 % (39/74), y los pacientes con obesidad fueron 27.02 % (20/74).

En el grupo total de pacientes estudiados el porcentaje de pacientes con infarto del miocardio antero-septal fue de 17.56 % (13/74), infarto del miocardio antero-apical 5.40 % (4/74), infarto del miocardio postero-inferior 48.64 % (36/74), infarto del miocardio lateral 5.40 % (4/74).

En 31 de los 74 pacientes (41.89 %) ) se realizó coronariografía, el 13.74% (13/74) fue univascular, 10.80 % (8/74 ) fue bivascular y el 5.40% (4/74) fue trivascular. El porcentaje de pacientes revascularizados mediante angioplastia percutánea e implante de stent y por cirugía fue del 29.72 % (22/74) pacientes.

Con respecto a los defectos de perfusión se reportó un promedio de defectos con el esfuerzo de 16.70 % (rango de 0-53%, DE 15.16 %), con reversibilidad promedio de 22.54 % (rango de 0-56 %, DE 14.20 %), al aplicar el programa de corrección de atenuación se reportó un porcentaje de defectos en fase de esfuerzo físico de 13.31 % (rango de 0-100 %, DE 24.09 %), reversibilidad promedio de 37.90 % (rango de 0-100 %, DE 32.44 %); Al correlacionar los defectos con aplicación y sin aplicación del programa de corrección de atenuación se obtuvo un valor de  $R= 0.17$ . Ver figura 1

Sin aplicación del programa de corrección de atenuación los valores del volumen diastólico final presentaron un promedio de 78.89 ml (rango de 36 a 170 ml, DE 32.16 ml), con aplicación del programa de corrección de atenuación se reportó un volumen diastólico final promedio de 79.78

ml (rango de 39-182 ml, DE 30.20 ml). Al aplicar el índice de correlación de Pearson se reportó un valor de  $R=0.88$ . Ver figura 12

El volumen sistólico final presentó un promedio de 31.47 ml, (rango de 2-120 ml, DE 27.05 ml) sin aplicación del programa de corrección de atenuación, al aplicarse corrección de atenuación se reportó un volumen sistólico final promedio de 31.09 ml (rango de 5-115 ml, DE 25.71 ml), el índice de correlación de Pearson presentó un valor de  $R= 0.94$ . Ver Figura 3

La FEVI calculada sin aplicación del programa de corrección de atenuación presentó un valor promedio de 63.87 ml (rango de 20-95 ml, DE 16.58 ml), al aplicar el programa de corrección de atenuación se reportó un valor promedio de la FEVI de 65.12 ml (rango de 17-89 ml, DE 16.04 ml); Al correlacionar los valores obtenidos con y sin corrección de atenuación mediante el índice de correlación de Pearson se obtuvo un valor de  $R= 0.82$  (Ver figura 4), con un valor de  $p < .0001$ .

Figura 1 Correlación de Pearson entre los defectos de perfusión con y sin corrección de atenuación.

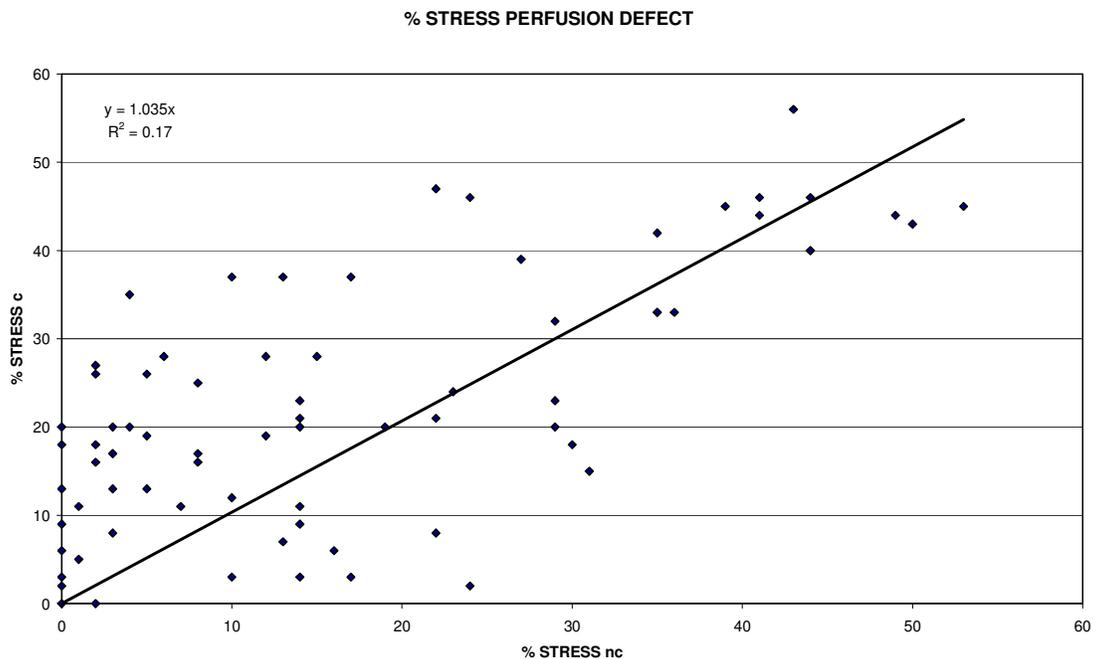


Figura 2 Correlación de Pearson entre el volumen diastólico final con y sin corrección de atenuación.

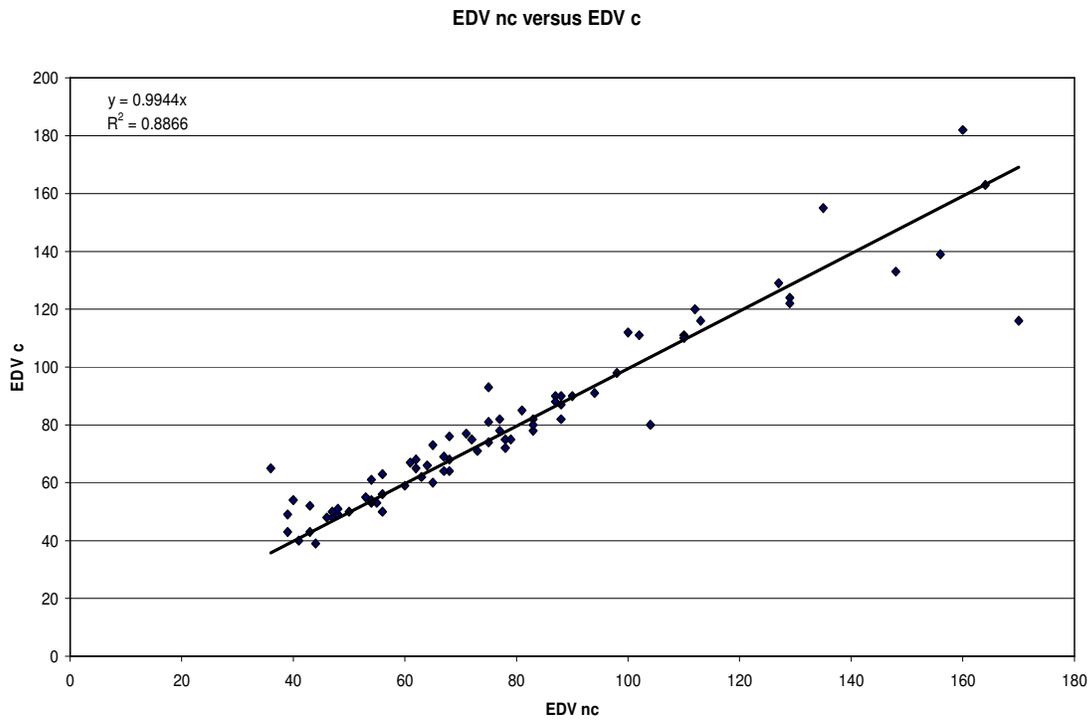


Figura 3 Correlación de Pearson entre el volumen sistólico final con y sin corrección de atenuación

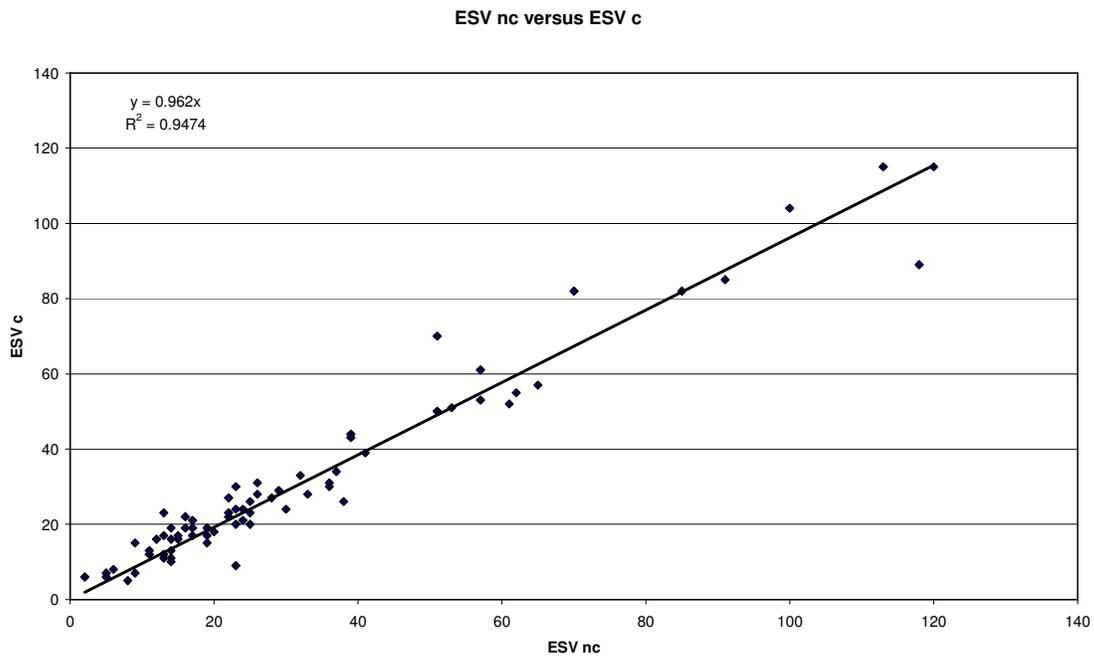
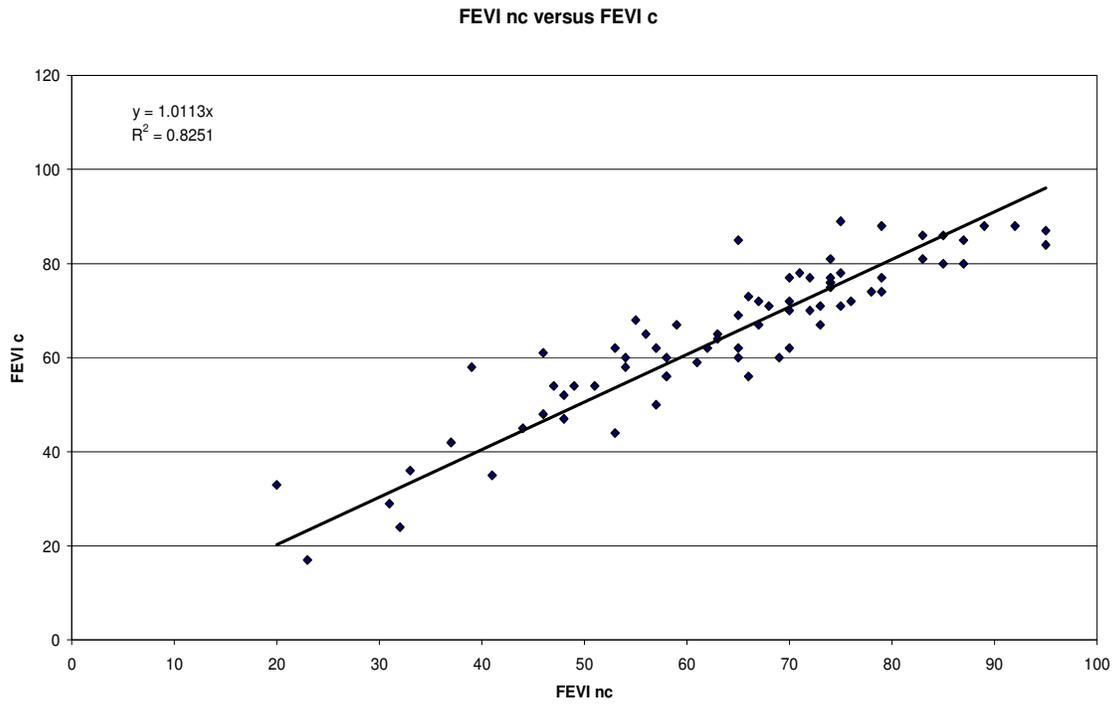


Figura 4 Correlación de Pearson entre la FEVI con aplicación y sin aplicación de corrección de atenuación.



## DISCUSIÓN

Del total de pacientes estudiados, el género predominante fue el masculino con un 77.02 % con respecto al género femenino 22.97 %.

La media de la edad fue de 56.98 años, presentando distribución Gaussiana. El 86.48 % de los estudios se realizó con Tc-MIBI, con fases de ejercicio físico y reposo.

La prevalencia de hipertensión arterial sistémica, dislipidemia y tabaquismo fue alta (mayor a la población general) 71.62 %, 60.81 % y 52.70 % respectivamente, los cual es esperado debido a que corresponden a pacientes seleccionados de un centro cardiológico de referencia nacional con un alto grado de sospecha o cardiopatía isquémica ya confirmada; La prevalencia de diabetes mellitus tipo 2 y obesidad fue similar al de la población general.

Con respecto a la prevalencia de infarto de miocardio, el territorio que predominó fue el posteroinferior 48.64 %, siguiéndole el anteroseptal 17.56 %, y posteriormente el anteroapical y lateral ambos con 5.40 %. Lo anterior es explicable debido a que las alteraciones electrocardiográficas de la pared posteroinferior en general plantean mayores interrogantes para el clínico.

En el 41.89 % de los pacientes se realizó coronariografía, en el 19.35 % (6/31) las coronarias epicárdicas no presentaron lesiones significativas), en el 80.64 % (25/31) existieron lesiones significativas. Predominó la lesión univascular 41.93 % (13/31), posteriormente la bivascular 25.80 % (8/31) y trivascular 12.90 % (4/31). Se revascularizó mediante intervencionismo o cirugía coronaria a prácticamente uno de cada tres pacientes estudiados (29.72 %).

En relación a los defectos de perfusión en el estudio sin aplicación del programa de corrección de atenuación el porcentaje de defectos fue de 16.70 %, al aplicar corrección de atenuación el porcentaje de defectos fue de 13.31, obteniéndose un índice de correlación de Pearson con un valor de  $R=0.17$ , lo cual traduce una baja correlación entre las imágenes con y sin aplicación de corrección de atenuación, lo cual es esperable debido a la naturaleza de los programas de corrección de atenuación; Los porcentajes de reversibilidad fueron de 22.54 y 37.90 % respectivamente.

El volumen diastólico final sin aplicación del programa de corrección de atenuación fue de 78.89 ml, al aplicar el programa de corrección de atenuación fue de 79.78 ml, obteniéndose un alto grado de correlación entre ambos volúmenes con y sin aplicación de corrección de atenuación (Índice de correlación de Pearson de  $R = 0.88$ ).

El volumen sistólico final sin aplicación del programa de corrección de atenuación fue de 31.47 ml, al aplicar el programa de corrección de atenuación fue de 31.09 ml, presentando un alto grado de correlación. (Índice de correlación de Pearson con valor de  $R = 0.94$ ).

Finalmente el cálculo de la FEVI sin aplicación del programa de corrección de atenuación fue de 63.87 %, al aplicarle el programa de corrección de atenuación fue de 65.12 %, con un índice de correlación de Pearson con valor de  $R = 0.82$ , y  $p < .0001$  existiendo así un alto grado de correlación de este parámetro entre los valores obtenidos con aplicación y sin aplicación del programa de corrección de atenuación.

## **CONCLUSIÓN**

En este estudio piloto que incluyó un total de 74 pacientes consecutivos, mayoritariamente hombres con alta sospecha o cardiopatía isquémica confirmada, representativa de la población estudiada en el departamento de Medicina Nuclear en nuestro Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez", la aplicación del programa de corrección de atenuación (OSEM) no altera la certeza y precisión del cálculo de la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo; De esta manera el empleo del programa de corrección de atenuación en pacientes con defectos de perfusión no limita el cálculo simultáneo de la FEVI, por lo cual es una estrategia útil, práctica y precisa, que permitirá el ahorro de tiempo y recursos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1.-Bhatt D, Steg P, Ohman E, Hirsch A, Ikeda Y, Mas JL et al. Internacional prevalence, recognition, and treatment of cardiovascular risk factors in outpatients with atherothrombosis. JAMA 2006;295:180-9.
- 2.-Vallejo E, Dione D, Sinusas AJ, Wackers FJ. Assessment of left ventricular ejection fraction with quantitative gated SPECT: Accuracy and correlation with first-pass radionuclide angiography. J Nuc Cardiol 2000;7:461-70.
- 3.-Chua T, Chung L, Hwee T, Bee T, Zee D, Yean L. Accuracy of the automated assessment of left ventricular function with gated perfusion SPECT in the presence of perfusion defects and left ventricular dysfunction: Correlation with equilibrium radionuclide ventriculography and echocardiography. J Nuc Cardiol 2000;7:301-11.
- 4.-Russell RR, Zaret BL. Nuclear cardiology: Present and future. Probl Cardiol 2006;31:557-629
- 5.-Utsunomiya D, Tomiguchi S, Shiraishi S, Yamada K, Honda T, Kanawaka K et al. Initial experience with X-ray CT based attenuation correction in myocardial perfusion SPECT imaging using a combined SPECT/CT system. Ann Nucl Med 2005;19(6):485-9.
- 6.-Abidov A, Germano G, Hachamovith R, Berman DS. Gated SPECT in assessment of regional and global left ventricular function: Major tool of modern nuclear imaging. J Nuc cardiol 2006;13:261-79.
- 7.-Rosa N, Sestini S, Marcucci G, Coppola A, Arena A, Nassi F et al. Can the reversible regional wall motion abnormalities on stress gated Tc-99m sestamibi SPECT predict a future cardiac event . J Nucl Cardiol 2005;12:20-31.
- 8.-Bavelaar-Croon C, America Y, Atsma D, Dibbets-Schneider P, Zwinderman A, Stokkel M et al. Comparison of left ventricular function at rest and post-stress in patients with myocardial infarction: Evaluation with gated SPECT. J Nuc cardiol 2001;8:10-8.

9.-De Winter O, De Bondt P, Van De Wiele C, De Backer G, Dierckx R, De Sutter J et al. Day-to-day of global left ventricular functional and perfusional measurements by quantitative gated SPECT using Tc-99m tetrofosmin in patients with heart failure due to coronary artery disease. *J Nuc Cardiol* 2004;11:47-52.

10.-Young I, Kwan J, Soo K, Hyung W. Reproducibility of Tl-201 and Tc-99m sestamibi gated perfusion SPECT measurements of myocardial function. *J Nuc Cardiol* 2001;18:182-7.

11.-Germano G. Automatic analysis of ventricular function by nuclear imaging. *Curr Opin Cardiol* 1998;13:425-29.

12.-Valeti U, Miller T, Hodge D, Gibbons R. Exercise Single-Photon Emission Computed Tomography Provides Effective Risk Stratification of elderly Men and elderly Women. *Circulation* 2005;111:1771-6.

13.- Vallejo E, Chaya H, Plancarte G, Victoria D, Bialostozky D. Variability of serial same-day left ventricular ejection fraction using quantitative gated SPECT. *J Nuc Cardiol* 2002;9:377-84.

14.-Faber T, Vansant J, Pettigrew R, Galt J, Blais M, Chatzimavroudis G. Evaluation of left ventricular endocardial volumes and ejection fractions computed from gated perfusion SPECT with magnetic resonance imaging; Comparison of two methods. *J Nuc Cardiol* 2001;8:645-51.

15.-Khalil M, Brown E, Heller E. Does scatter correction of cardiac SPECT improve image quality in the presence of high extracardiac activity?. *J Nuc Cardiol* 2004;11:424-32.

16.-Heller G, Links J, Bateman T, Ziffer J, Ficaro E, Cohen M et al. American Society of Nuclear Cardiology and Society Nuclear Medicine joint position statement: Attenuation correction of myocardial perfusion SPECT scintigraphy. *J Nucl Cardiol* 2004;11:229-30.

17.- Masood Y, Liu Y, DePuey G, Taillefer R, Araujo L, Allen S. Clinical validation of SPECT attenuation correction using x-ray computed tomography-derived attenuation maps: Multicenter clinical trial with angiographic correlation. *J Nuc Cardiol* 2005; 12:676-86.

18.-Canbaz F, Basoglu T, Yapice O, Aygul S, Yazici M. Myocardial perfusion defects with near-to-near absent count reduction: a comparison of gated SPECT to radionuclide ventriculography in the determination of left ventricular function. *Int J Cardiovasc Imaging* 2006;22:231-41.

19.-O`Connor M, Kemp B, Anstett F, Christian P, Ficaró E, Frey E. A multicenter evaluation of commercial attenuation compensation techniques in cardiac SPECT using phantom models. *J Nuc Cardiol* 2002;9:361-76.

20.-Nichols K, Santana C, Folks R, Krawcznska E, Cooke D, Faber T et al. Comparison between ECTb and QGS for assessment of left ventricular function from gated myocardial perfusion SPECT. *J Nuc Cardiol* 2002;9:285-93.

21.-Links J, DePuey EG, Taillefer R, Becker L. Attenuation correction and gating synergistically improve the diagnostic accuracy of myocardial perfusion SPECT. *J Nuc Cardiol* 2002;9:183-7.