

---

# UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA

## SEDE REGIONAL ROSARIO



*FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS Y DE LA SALUD*

*CARRERA: MEDICINA*

### TRABAJO FINAL DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO: VALORACIÓN DE LA UTILIDAD DE LA ERGOMETRÍA EN COMPARACIÓN A LA PERFUSIÓN MIOCÁRDICA CON TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE EMISIÓN DE FOTÓN ÚNICO EN LA CARDIOPATÍA ISQUÉMICA

ALUMNO: MALDONADO, FRANCISCO RAMÓN

TUTOR: Prof. Dr. CARLOS BIER

ENTREGA: 17 de Octubre de 2011

## **AGRADECIMIENTOS**

Escribir los agradecimientos de esta tesis, implica no sólo estar concluyendo este trabajo, sino también, estar transitando el último tramo de la carrera de Medicina en la Universidad y, por lo tanto, de esta hermosa etapa de mi vida.

Así, resulta casi inevitable frenar las imágenes de los momentos y personas que hicieron y hacen parte, aún hoy, de este camino, y de esta instancia.

Quisiera agradecer a quienes contribuyeron enormemente a la realización de esta tesis. Al Doctor José Bordenabe, quien me asesoró con la elección del tema, y me permitió acceder a la información indispensable para el desarrollo de la investigación a través del Centro Integral de Medicina Nuclear S.A. de Santa Fe. Sus opiniones, su confianza y su apoyo constante fueron de un inconmensurable valor para mí. A todos los médicos del CIMEN S.A. que despejaron mis dudas y respondieron mis preguntas cuando las necesitaba y con las cuales pude avanzar en esta tesis. Al tutor de la tesis, Dr. Carlos Bier, cuyas críticas permitieron fortalecer el proceso y el resultado de la investigación.

Pero, esta tesis, no se circunscribe al tiempo que utilicé para pensarla y desarrollarla, sino que es parte de un recorrido más largo, la vida universitaria. Por ello, los agradecimientos se extienden a todos los que hicieron parte de esta etapa, principalmente a mis amigos, compañeros de clases y docentes, y a la universidad.

Finalmente, agradezco a mis padres, que me dieron la posibilidad e hicieron todo el esfuerzo para que pudiera estudiar y convertirme en un profesional. A ellos y a mis hermanas que me alentaron siempre y pusieron toda la fe en mí. El respaldo y amor de mi familia han sido para mí y mi carrera universitaria, una fuente constante de fortaleza.

Sé que este no es un punto de llegada, sino un nuevo punto de partida.

Muchas gracias.

## ÍNDICE

1. RESUMEN.....	Pág. 05
2. INTRODUCCIÓN.....	Pág. 07
3. MARCO TEÓRICO.....	Pág. 11
4. PROBLEMA.....	Pág. 26
5. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	Pág. 26
5.1. OBJETIVO GENERAL.....	Pág. 26
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	Pág. 26
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	Pág. 27
7. RESULTADOS.....	Pág. 31
8. DISCUSIÓN.....	Pág. 53
9. CONCLUSIÓN.....	Pág. 59
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	Pág. 61

## 1. RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la relación de la ergometría normal o alterada con los resultados de la prueba de perfusión miocárdica con SPECT en pacientes con probable cardiopatía isquémica.

**Método:** Se realizó un estudio descriptivo y analítico observacional de corte transversal y retrospectivo utilizando como material de revisión la base de datos del “Centro Integral de Medicina Nuclear” (CIMEN S.A.) de la ciudad de Santa Fe, durante el periodo comprendido entre los meses de enero de 2010 hasta abril de 2011 inclusive, tomando como muestra los informes de las ergometrías y estudios de perfusión miocárdica con SPECT del mismo paciente para su posterior comparación.

**Resultados:** se incluyeron 1011 pacientes en el estudio, 50,3% hombres, con edad media de 64.5 años. El dolor precordial fue el motivo de estudio más frecuente, sobre todo en mujeres (59.6%). El 21% tenía diabetes.

El 30% de los pacientes con ergometría normal presentaron defectos en la perfusión miocárdica, el 70% restante tuvo una prueba de perfusión negativa. El porcentaje de pacientes con ergometría anormal que presentó un SPECT anormal fue del 85.7%, mientras que los casos de ergometría anormal con SPECT normal fue del 14.3%, de los cuales 85.7% fueron mujeres.

Los resultados de la ergometría resultaron ser similares en pacientes con diabetes y sin diabetes, a diferencia del SPECT que duplicó los casos anormales

en diabéticos; el porcentaje de ergometrías normales con SPECT anormales también fue el doble en pacientes con dicha enfermedad (59.3%).

Conclusión: El porcentaje de casos detectados por ergometría fue menor en relación a los diagnosticados mediante SPECT, sobre todo en pacientes con diabetes. Este último también resulta muy útil en las mujeres, dado que suelen tener más casos de falsos positivos en la ergometría que pueden ser descartados con el SPECT.

## 2. INTRODUCCIÓN

Se entiende por isquemia la falta de oxígeno por perfusión insuficiente, secundaria al desequilibrio entre el aporte y demanda de oxígeno. La causa más frecuente de isquemia miocárdica es la aterosclerosis de las arterias coronarias epicárdicas.<sup>1</sup>

La prevalencia de enfermedad coronaria en la población general es del 3%. Representa del 30% al 35% de la mortalidad global y es la primera causa de muerte en el mundo occidental. Además, es la enfermedad que ocasiona el costo económico más elevado.<sup>2</sup> Los principales factores de riesgo modificables (dieta inadecuada, sedentarismo y tabaquismo) son responsables de aproximadamente un 80% de los casos de cardiopatía coronaria y enfermedad cerebrovascular. Estos factores de riesgo pueden manifestarse con HTA, diabetes mellitus (DM), dislipidemia, sobrepeso y obesidad.<sup>3</sup>

Alrededor del 25% de los pacientes afectados de enfermedad coronaria tienen DM. Esta se asocia a una enfermedad arteriosclerótica temprana, extensa y especialmente agresiva. Se ha demostrado que el riesgo relativo de enfermedad coronaria en la DM tipo 2 en comparación con la población general está aumentado entre 2 y 4 veces. Este incremento del riesgo es mayor en las mujeres, ya que pierden el efecto protector sobre la enfermedad coronaria asociado al ciclo hormonal menstrual.<sup>4</sup>

La ergometría ocupa un lugar importante en el manejo de los pacientes con cardiopatía isquémica crónica, no sólo en su diagnóstico sino también en su evaluación pronóstica y funcional.<sup>5</sup> La utilidad de la ergometría en la cardiopatía isquémica viene dada por la posibilidad de poner en evidencia alteraciones cardiovasculares que no están presentes en reposo y que pueden manifestarse con el ejercicio. Esta prueba tiene una sensibilidad limitada para el diagnóstico de cardiopatía isquémica (60%); la utilización simultánea de la gammagrafía con tecnecio-99 metaestable mediante la técnica SPECT (single photon emission computed tomography) sensibiliza la prueba (sensibilidad del 95%). Mediante la gammagrafía es posible registrar en imágenes la distribución del radioisótopo en el miocardio inmediatamente luego del ejercicio (distribución) y a las cuatro horas de su finalización (redistribución). En las zonas con perfusión limitada o nula (por enfermedad coronaria) la captación del radioisótopo es menor, hecho que se registra a través de la cámara gamma como una “zona fría”. Las zonas frías pueden ser expresión de áreas hipoperfundidas (isquémicas) o directamente necróticas (infartadas). La diferencia radica en que los defectos de captación secundaria a isquemia mejoran en la redistribución (el isótopo no es captado durante el esfuerzo pero sí durante la recuperación) pero los del infarto no (no es captado en ningún momento).<sup>6,7</sup>

Lewkowicz J.M<sup>8</sup> estableció que el hallazgo de una ergometría anormal y perfusión negativa resultó ser del 4% y similar a lo publicado por otros autores.<sup>9,10</sup> Esta asociación es más prevalente en mujeres (79,6%), y en el 81% de los casos éstas tuvieron arterias coronarias angiográficamente normales, mientras que



solamente el 14% de los hombres tuvieron éste hallazgo. Con resultados similares al anterior, Ruiz Solís et al<sup>11</sup> determinaron que una ergometría positiva y SPECT normal fue predominante en el sexo femenino (93,3 %). En el 77,8 % el diagnóstico final fue de dolor torácico de probable origen no coronario, siendo la causa más frecuente la miocardiopatía hipertensiva (51,4 %), seguida por causas funcionales o no cardíacas (28,6 %).

En pacientes diabéticos la isquemia silente es más frecuente y puede afectar la utilidad de la ergometría. En estos casos las pruebas de imágenes en medicina nuclear son de gran utilidad, ya que mejora mucho la sensibilidad diagnóstica.<sup>12</sup>

Adriana Puente B. et al<sup>13</sup> afirman que la SPECT con perfusión miocárdica es altamente sensible para el diagnóstico de isquemia silente y permite determinar la localización, la gravedad y la extensión de la enfermedad coronaria. La ausencia de dolor y de alteraciones electrocardiográficas durante la ergometría no es un buen marcador diagnóstico para la existencia de isquemia silente. El 74% de los pacientes no evidenciaron alteraciones del segmento ST durante la ergometría; el 20% de los pacientes desarrollaron alteraciones del segmento ST compatible con isquemia. El análisis de las imágenes de perfusión miocárdica, evidenció la presencia de necrosis en el 85% de los pacientes. 15%, presentó sólo isquemia. En este estudio se observó que la SPECT tiene una sensibilidad del 97% para el diagnóstico de isquemia miocárdica silente, con un VPP del 90% y un VPN del 2%.

---

El propósito del estudio es valorar la utilidad de la ergometría y del SPECT de perfusión miocárdica en el estudio de cardiopatía isquémica, determinando si ambos se correlacionan en los resultados y de esta manera si es posible aproximarse o alejarse del diagnóstico de dicha patología. También se estudiarán aquellos casos en los que la ergometría no muestra anormalidades, pero que al realizar el estudio radioisotópico presentan alteraciones en la perfusión, analizando los aportes de este último y comparando su utilidad con la ergometría.

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **Definición**

Se entiende por isquemia la falta de oxígeno por perfusión insuficiente, secundaria a desequilibrio entre el aporte y demanda de oxígeno. La causa más frecuente de isquemia miocárdica es la aterosclerosis de las arterias coronarias epicárdicas.<sup>1</sup>

#### **Epidemiología**

La prevalencia de enfermedad coronaria en la población general es del 3%. Representa del 30% al 35% de la mortalidad global y es la primera causa de muerte en el mundo occidental. Además, es la enfermedad que ocasiona el costo económico más elevado.<sup>2</sup> Los principales factores de riesgo modificables (inadecuada alimentación, sedentarismo y consumo de tabaco) son responsables de aproximadamente un 80% de los casos de cardiopatía coronaria y enfermedad cerebrovascular. Estos factores de riesgo pueden manifestarse con HTA, diabetes mellitus (DM), dislipidemia, sobrepeso y obesidad.<sup>3</sup>

Alrededor del 25% de los pacientes afectados de enfermedad coronaria tienen DM. Esta se asocia a una enfermedad arteriosclerótica temprana, extensa y especialmente agresiva. Se ha demostrado que el riesgo relativo de enfermedad coronaria en la DM tipo 2 en comparación con la población general está aumentado entre 2 y 4 veces. Este incremento del riesgo es mayor en las mujeres, ya que

pierden el efecto protector sobre la enfermedad coronaria asociado al ciclo hormonal menstrual.<sup>4</sup>

### **Fisiopatología**

Cuando la demanda de oxígeno supera la capacidad del transporte hasta el tejido miocárdico, ante cualquier nivel de exigencia, se establece una situación de isquemia. Sea cual fuese el mecanismo desencadenante de la isquemia, las consecuencias son similares. Se genera una secuencia de acontecimientos denominado cascada isquémica. Primero, el compromiso celular genera una alteración en la función diastólica, luego en la función sistólica con la aparición de áreas de hipoquinesia segmentaria y caída de la fracción de eyección. Esta primera alteración es objetivable mediante el ecocardiograma que detecta la hipoquinesia, y por la perfusión por tecnecio99, que muestra áreas con menor captación que desaparecen en el reposo. Si persisten los cambios en la polaridad celular se producen cambios eléctricos, que pueden ser detectados por el electrocardiograma. Por último, si la isquemia sigue persistiendo, aparece la manifestación clínica cardinal: la angina de pecho.<sup>6</sup>

### **Manifestaciones clínicas**

La *angina* se define como el dolor, opresión o malestar, por lo general torácico, atribuible a la isquemia miocárdica transitoria. Es un concepto exclusivamente clínico y su diagnóstico se basa en las características y circunstancias que acompañan al dolor. Las características que definen el dolor coronario son el tipo,

la localización, la irradiación, la duración, los factores desencadenantes y las circunstancias que lo alivian. En su forma habitual, los pacientes describen el dolor anginoso como una opresión, un peso o malestar, localizado en la región retroesternal o en toda la cara anterior del tórax e irradiado hacia los brazos, el cuello o la mandíbula. Los episodios de angina suelen iniciarse de forma gradual, alcanzan pronto su máxima intensidad y desaparecen también en forma paulatina en 1-10 minutos. En la angina de esfuerzo clásica, los síntomas presentan una clara relación con los esfuerzos físicos. El cese de la actividad que provocó el dolor, el reposo o la administración de glicerina determinan rápidamente su desaparición.<sup>7</sup>

### **Clasificación:**

#### **Angina estable**

Se considera como tal aquella que no ha cambiado sus características en el último mes. Está relacionada con el desequilibrio existente entre el flujo coronario y la demanda miocárdica de oxígeno, que habitualmente se produce por estenosis ateromatosa que ocluye de forma parcial la luz arterial coronaria.

Clasificación funcional de la angina estable (Canadian Cardiovascular Society-CSS)

*Clase I:* La actividad física habitual no provoca angina. La angina aparece con el trabajo muy intenso o extenuante.

*Clase II:* Limitación discreta de las actividades normales. Dolor al caminar o subir escaleras apurado, caminar en pendiente, después de comer, en el frío, caminar más de dos cuadras o subir dos pisos de escalera.

*Clase III:* Limitación acentuada de la actividad física. Dolor al caminar una o dos cuadras en plano y subir más de un piso por escaleras en condiciones normales.

*Clase IV:* Incapacidad de efectuar cualquier actividad sin sentir molestias.

Puede haber dolor en reposo.<sup>6</sup>

### **Síndrome coronario agudo.**

- *Angina inestable*

Incluye un grupo de pacientes con manifestaciones variables y con diferentes riesgos de morbilidad y mortalidad. Habitualmente tiene lesiones severas en una o más arterias coronarias, algunos (la minoría), presentan lesiones no significativas, pueden tener antecedentes de infarto, angina coronaria, o presentar el cuadro a pesar de tratamiento intenso. Tiene diferentes formas de presentación:

1. Angina de esfuerzo de reciente comienzo (últimos 30 días)
2. Angina de empeoramiento progresivo (últimas 2 semanas)
3. Angina en reposo (angina prolongada)
4. Angina variante (Prinzmetal)
5. Angina post-infarto (agudo)

- *Infarto Agudo del miocardio (con o sin onda Q)*

Las características clásicas son Dolor retroesternal irradiado al cuello, mandíbula, brazos o espalda, acompañado de sudoración, náuseas, vómitos, disnea, debilidad, presíncope, sensación de muerte.

### **Factores de riesgo cardiovascular**

Los principales factores de riesgo *no modificables* son el género y la edad (hombres mayores de 40 años, mujeres mayores de 50 años); la herencia (antecedentes de DM o cardiopatía isquémica en familiares directos de presentación a edades tempranas). Dentro de los *modificables* esta la Diabetes Mellitus, HTA, dislipidemias, el tabaquismo, la obesidad y el sedentarismo.<sup>15</sup>

### **Diagnóstico:**

En pacientes con dolor precordial, deben obtenerse datos relacionados con las características del dolor, antecedentes, examen físico y presencia de factores de riesgo. Con esta información debe pensarse la probabilidad de cardiopatía isquémica.

### **ECG:**

Debe ser realizado en todo paciente con sospecha de angina de pecho, aunque su papel más importante tiene lugar en el diagnóstico y seguimiento de pacientes inestables. Aproximadamente en el 50% de los pacientes con angina crónica estable tiene un ECG normal en el reposo y en ausencia de dolor, por lo que un ECG basal normal no permite descartar enfermedad coronaria.<sup>7</sup>

### **Ergometría:**

La ergometría ocupa un lugar importante en el manejo de los pacientes con cardiopatía isquémica crónica, no sólo en su diagnóstico sino también en su evaluación pronóstica y funcional.<sup>16</sup>

Consiste en el registro electrocardiográfico de 12 derivaciones antes, durante y después del ejercicio.<sup>1</sup>

Aunque se han utilizado diversos y variados métodos, el cicloergómetro y el tapiz rodante son los más utilizados. El cicloergómetro o bicicleta ergométrica es una bicicleta estática con freno mecánico (resistencia fija al pedaleo, con ritmo constante próximo a 50-60 ped/min), o freno electrónico (trabajo constante e independiente de la frecuencia de pedaleo) que es más fiable porque depende menos de la colaboración del paciente. La carga de trabajo puede ser regulada en vatios o en kilopondímetros por minuto (6 kpm/min = 1 watt). Para el control de la PA, el mejor sistema es el método auscultatorio con esfigmomanómetro.

La utilidad de la prueba de esfuerzo en la cardiopatía isquémica viene dada por la posibilidad de poner en evidencia alteraciones cardiovasculares que no están presentes en reposo y que pueden manifestarse con el ejercicio. Los objetivos básicos de la prueba de esfuerzo en la cardiopatía isquémica son:

1. Valorar la probabilidad de que un individuo determinado presente cardiopatía isquémica significativa (valoración diagnóstica).
2. Estimar la severidad y probabilidad de complicaciones cardiovasculares posteriores (valoración pronóstica).
3. Analizar la capacidad funcional del individuo (valoración funcional).
4. Documentar los efectos de un tratamiento aplicado (valoración terapéutica)

La ergometría finalizará cuando el sujeto presente síntomas o signos clínicos y electrocardiográficos que aconsejen su supresión, o cuando el sujeto haya alcanzado la frecuencia cardiaca máxima para la edad o frecuencia cardiaca blan-



co (existen diversas tablas para calcular la frecuencia cardíaca de acuerdo con la edad).

De acuerdo con la frecuencia cardíaca alcanzada durante el estudio las pruebas de esfuerzo pueden dividirse en máximas y submáximas. Por prueba de esfuerzo máxima se entiende aquel estudio en el cual la frecuencia cardíaca superó el 85% de la frecuencia cardíaca blanco, en cambio la submáxima es aquella que no alcanzó el 85%. En la práctica, se debe intentar siempre que la ergometría sea máxima, y a ser posible, limitada por síntomas. Cuanto menor sea la frecuencia cardíaca alcanzada durante el estudio, menor será la fiabilidad de la prueba, y menores serán, por lo tanto, las posibilidades diagnósticas.<sup>17</sup>

La estimación clínica de la probabilidad de enfermedad coronaria se basa en datos de la historia clínica (como las características del dolor, edad y sexo del paciente y factores de riesgo coronario), datos de la exploración física y del ECG basal (presencia de ondas Q o anormalidades del segmento ST), así como de la experiencia del médico en la evaluación de este problema. Cuando un paciente varón con varios factores de riesgo coronario es catalogado clínicamente como de angina típica o definitiva, su probabilidad de tener enfermedad coronaria es tan elevada que el resultado en pruebas de esfuerzo del test de esfuerzo no cambia de manera significativa esta probabilidad. Sin embargo, en un varón de mediana edad catalogado como de angina atípica (probabilidad del 50% de cardiopatía isquémica), el resultado del test de esfuerzo tiene un consecuencia directa en el diagnóstico final del paciente.<sup>18</sup>

*Parámetros medidos en la prueba de esfuerzo:*

- Magnitud de la depresión o ascenso del segmento ST en el ECG.
- Incremento de la frecuencia cardíaca y la tensión arterial con el esfuerzo.
- Aparición de trastornos del ritmo, o arritmias, en el ECG.
- Aparición de dolor torácico, fatiga de extremidades, mareo, náuseas, cianosis (coloración azulada de las puntas de los dedos, la nariz, las orejas o los labios) o desorientación durante la prueba.
- Tiempo de recuperación de la tensión arterial y la frecuencia cardíaca hasta sus valores normales en reposo, tras el esfuerzo.<sup>18</sup>

La especificidad promedio de los estudios más conocidos ronda el 85% y la sensibilidad el 65%, con valores entre el 40% para enfermedad de un vaso y el 90% para enfermedad de tres vasos. El valor predictivo para positivos (VPP) se sitúa en torno al 80% y para negativos (VPN) alrededor del 30%.

El número de falsos positivos en poblaciones de baja prevalencia de enfermedad coronaria puede alcanzar el 60%, de modo que el valor predictivo de la ergometría en ellas es reducido.

La información diagnóstica de la ergometría también es escasa en pacientes con angina típica, por lo que el grupo de pacientes que más se pueden beneficiar de la ergometría diagnóstica es aquel que tiene una probabilidad pretest de enfermedad coronaria intermedia (30 al 70%).<sup>16</sup>

En el metanálisis de Detrano, con 24,000 pacientes incluidos, que los rangos de sensibilidad oscilan entre 23-100%, con un promedio del 68%, y una especificidad entre 17-100%, con un promedio del 77%.<sup>19</sup>

La ergometría en la población femenina tiene una difícil interpretación debido a la baja prevalencia de la cardiopatía isquémica en este grupo de población; de hecho, hasta la mitad de las pacientes con clínica de angina presentan coronarias normales.<sup>20</sup> La depresión del segmento ST es menos sensible en la cardiopatía isquémica, lo que hace menos sensible a la ergometría para el diagnóstico de esta patología.<sup>21</sup> Además, también se considera menos específica, aunque en esta cuestión no es uniforme. Para aumentar el rendimiento de esta prueba diagnóstica se debe valorar la relación entre el segmento ST y la frecuencia cardíaca, la respuesta hemodinámica al ejercicio y la presencia de síntomas cardíacos.

A pesar de las limitaciones de la ergometría en población femenina sigue siendo una prueba fundamental para el estudio de dolor torácico de posible origen cardíaco ya que una ergometría negativa tiene un elevado valor predictivo negativo<sup>22</sup>, aunque algunos autores postulan la necesidad de realizar previamente una prueba de imagen.

Estudio radioisotópico con técnica SPECTPM (tomografía computarizada de emisión de fotón único de perfusión miocárdica):

Aunque la prueba de esfuerzo electrocardiográfica es el test más utilizado para el diagnóstico de la cardiopatía isquémica, presenta significativas limitaciones, por lo que se ha hecho necesario utilizar otros tests con mayor rendimiento diagnóstico. Uno de estos se basa en asociar una técnica de imagen isotópica (medicina nuclear) a una situación de sobrecarga (ejercicio, fármacos), obtenién-

dose una significativa mejoría no sólo en el diagnóstico, sino también en la evaluación del pronóstico de la enfermedad coronaria.<sup>18</sup>

La medicina nuclear es el método que utiliza marcadores radioactivos con fines diagnósticos y terapéuticos. Estos marcadores o isótopos reactivos emiten radiación gamma, la cual es utilizada como señal para la formación de la imagen en medicina nuclear. Uno de los equipos de medicina nuclear es el SPECT, que consiste en un sistema de rotación de la cámara gamma alrededor del cuerpo.<sup>23</sup>

Fundamentalmente son 2 tipos de isótopos utilizados durante la ergometría: uno es el talio 201 y el otro es el tecnecio-99m MIBI (monoisobutilisonitrilo).

En esta prueba el paciente debe realizar ejercicio de igual modo que para la ergometría. Cuando se alcanza el mayor esfuerzo se le administra el radioisótopo que, a través de la circulación coronaria, será captado por los miocitos. Mediante la cámara gamma es posible registrar en imágenes la distribución del radioisótopo en el miocardio inmediatamente luego del ejercicio (distribución) y a las cuatro horas de su finalización (redistribución). En las zonas con perfusión limitada o nula (por enfermedad coronaria) la captación del radioisótopo es menor, hecho que se registra a través de la cámara gamma como una “zona fría”. Las zonas frías pueden ser expresión de áreas hipoperfundidas (isquémicas) o directamente necróticas (infartadas). La diferencia radica en que los defectos de captación secundaria a isquemia mejoran en la redistribución (el isótopo no es captado durante el esfuerzo pero sí durante la recuperación) pero los del infarto no (no es captado en ningún momento).

La sensibilidad es mayor que la de la prueba de esfuerzo (95% con el uso del SPECT).<sup>6</sup>

Patrones gammagráficos: <sup>24</sup>

- ✓ *Normal*: Las imágenes tomográficas (SPECT) de un sujeto normal muestran una captación homogénea del radiofármaco en las distintas paredes miocárdicas, tal como se aprecia en la figura 1. Los segmentos basales pueden presentar atenuación de diverso grado y en la mujer existe muy a menudo menor actividad en la pared anterior en razón de la atenuación mamaria, mientras que puede verse menor captación relativa en la pared inferior, más común en el hombre por atenuación diafragmática. El adelgazamiento apical y los músculos papilares son frecuentemente observables como variantes normales.

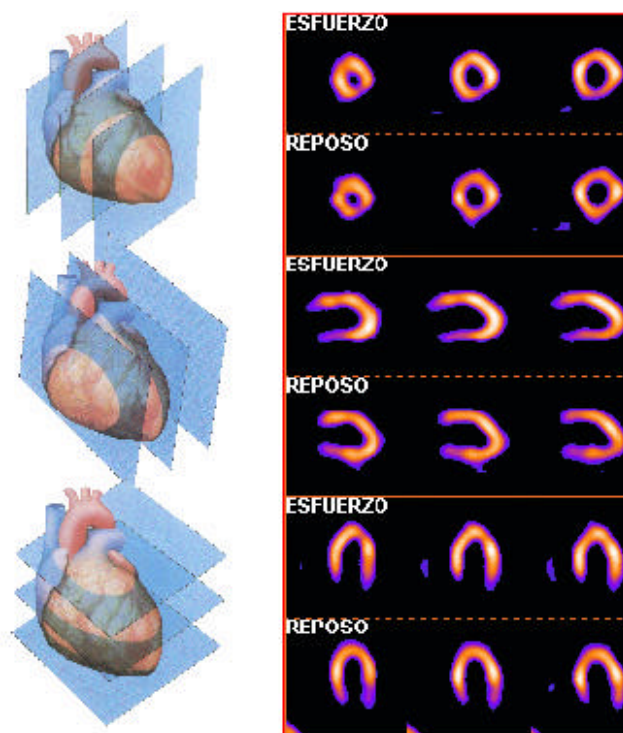


Figura 1: Estudio normal de SPECT cardíaco de perfusión. Cortes de eje menor (arriba), eje mayor vertical (centro) y eje mayor horizontal (abajo). La distribución del trazador radiactivo ( $^{99m}\text{-MIBI}$ ) es homogénea tanto en esfuerzo como en reposo.

Para el análisis sectorial, el eje corto o menor del ventrículo izquierdo se divide en 6 segmentos que corresponden a las paredes anteroseptal, anterior, anterolateral, pósterolateral, inferior e íferoseptal respectivamente (Fig. 2). De igual modo, los cortes en el eje mayor vertical se pueden dividir en 3 segmentos que representan las paredes anterior, apical e inferior. En el eje largo horizontal, la segmentación corresponde al septum, apex y pared lateral.

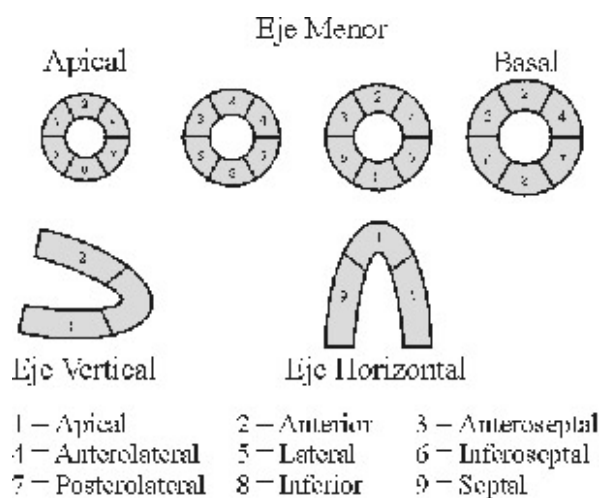


Figura 2: Segmentación del ventrículo izquierdo para análisis del SPECT de perfusión miocárdica.

- ✓ *Defecto de perfusión reversible (isquemia)*: Los pacientes con enfermedad coronaria significativa sin infarto de miocardio presentan generalmente el patrón reversible, consistente en una zona hipocaptante en el estudio de esfuerzo que se normaliza en el de reposo o redistribución (fig. 3A). Este patrón implica la existencia de una isquemia actual o potencial (miocardio en riesgo) en el momento de la inyección del trazador y ocurre por heterogeneidad de flujo entre las zonas normales y las irrigadas por vasos con reserva coronaria afectada.
- ✓ *Defecto de perfusión no reversible (Infarto)*: También llamado de tipo fijo, este modelo es característico del infarto de miocardio no existiendo cambio en la intensidad ni en la extensión del defecto entre el estudio de esfuerzo y el de redistribución o reposo. Dado que el trazador no se incorpora a la célula necrosada (caso del  $^{201}\text{Tl}$ ) o no es retenido en su interior (caso de los

agentes de  $^{99m}\text{Tc}$ ), este patrón no permite inferir acerca de la permeabilidad del vaso correspondiente al territorio afectado (fig. 3B).

- ✓ *Defecto de perfusión parcialmente reversible:* En esta situación existe un defecto de captación en el estudio de esfuerzo que se normaliza parcialmente en reposo, es decir, disminuye en extensión o intensidad sin llegar a resolverse totalmente (fig. 3C). Indica la presencia de un probable infarto de miocardio con isquemia sobreagregada o residual en el mismo territorio y es, a menudo, de difícil detección cuando el grado de isquemia es leve.

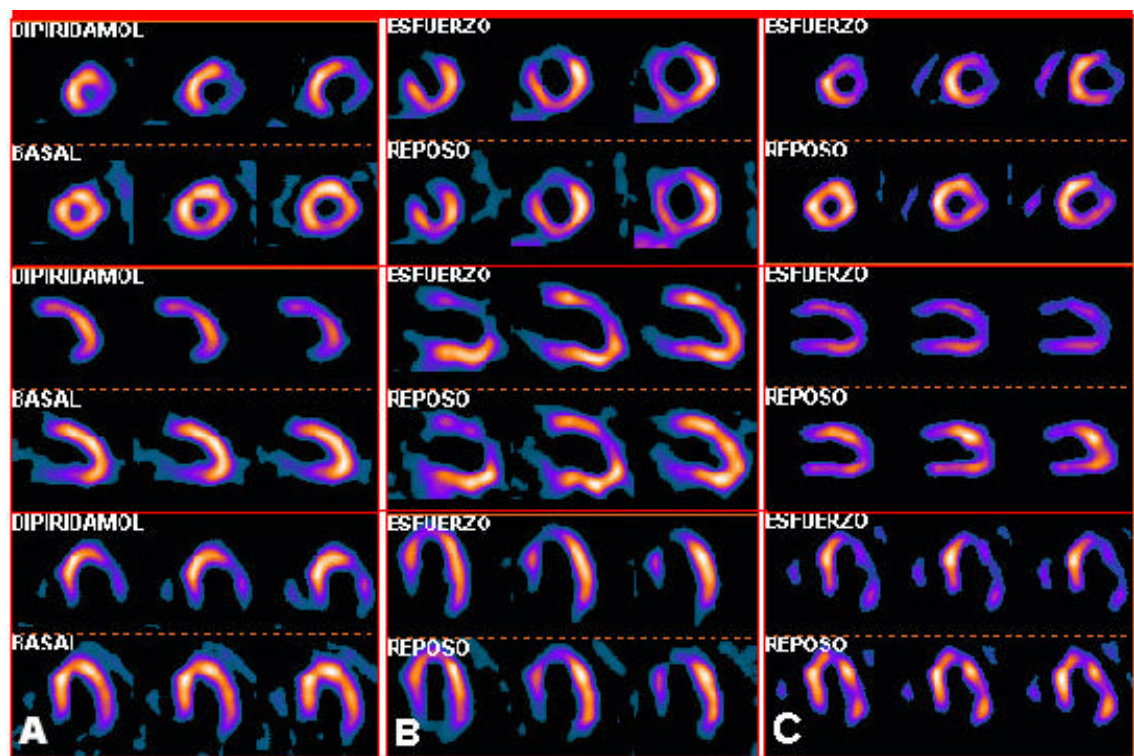


Figura 3: A- defecto de perfusión reversible de pared lateral; B -defecto no reversible anteroseptal; C- defecto parcialmente reversible de pared lateral.



La SPECT proporciona un método de predicción de la cardiopatía isquémica más sensible y específico que la ergometría. La tomografía de estrés tiene una sensibilidad del 85 al 90% y una especificidad del 70 al 75% para la detección de la enfermedad coronaria en caso de esfuerzo, y del 83-94% y del 64-90%, respectivamente, en el caso de estrés farmacológico con adenosina. Las técnicas de imagen de estrés tienen un papel importante en la evaluación de pacientes con baja probabilidad de la enfermedad pretest, especialmente si son mujeres, cuando la prueba de esfuerzo no es concluyente.<sup>20</sup>

#### **4. PROBLEMA**

¿Cuál es la utilidad de la ergometría en comparación a la perfusión miocárdica con SPECT en la cardiopatía isquémica?

#### **5. OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

##### **5.1 OBJETIVO GENERAL**

- Determinar la relación de la ergometría normal o alterada con los resultados de la prueba de perfusión miocárdica con SPECT en pacientes con probable cardiopatía isquémica a través de la base de datos del “Centro Integral de Medicina Nuclear” de la ciudad de Santa Fe entre enero del 2010 y abril del 2011.

##### **5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el porcentaje de pacientes con ergometría normal que presentan defectos en la perfusión miocárdica con SPECT.
- Determinar el porcentaje de pacientes con ergometría anormal que presentan una prueba de perfusión miocárdica anormal.
- Determinar el porcentaje de pacientes con ergometría anormal que presentan una prueba de perfusión miocárdica normal.
- Establecer el sexo en los casos anteriores.
- Conocer cuántos pacientes con diabetes y ergometría normal presentaron alteraciones en la perfusión miocárdica y compararlos con la población que no padecían dicha enfermedad.

- Identificar la causa por la cual se llevo a cabo el estudio.

## 6. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo y analítico observacional de corte transversal y retrospectivo, utilizando como material de revisión la base de datos del “Centro Integral de Medicina Nuclear” (CIMEN S.A.) de la ciudad de Santa Fe, durante el periodo comprendido entre los meses de enero de 2010 hasta abril de 2011 inclusive, tomando como muestra los informes de las ergometrías y estudios de perfusión miocárdica con SPECT del mismo paciente para su posterior comparación. *La estructura de la base de datos utilizada no permite la identificación ni la individualización del paciente. Ante la ausencia de estos requisitos previos, se tornó imposible la solicitud del consentimiento informado.*

El procesamiento de la información se realizó mediante una Microcomputadora, utilizando los programas de Microsoft Excel y Microsoft Word del paquete Microsoft Office 2007 en un ambiente de Windows Vista. El análisis estadístico se realizó calculando porcentajes, promedios y rango. Además, los resultados se presentarán en tablas y gráficos para su mejor comprensión.

Procedimiento: Se realizó ejercicio en bicicleta ergométrica con cargas crecientes en forma escaleriforme, cada 2 minutos (protocolo de ASTRAND modificado). Se inyectaron 10-12 mCi (milicurie) de TC99m.MIBI en el máximo esfuerzo o ante la presencia de angor, infradesnivel isquémico del ST, fatiga muscular o fallo hemodinámico y a los 20-30 min se adquirieron imágenes tomográficas. A las 3-4

horas se inyectaron 25-30 mCi de Tc99m.MIBI en reposo y se adquirieron imágenes a los 60 minutos.

En los casos en donde se requirió stress farmacológico, se inyectó por vía endovenosa DIPIRIDAMOL en dosis de 0,56 mg/Kg y después de 4 minutos se inyectó 10-12 mCi de Tc99m.MIBI. A los 60 minutos se adquirieron las imágenes tomográficas. A las 3 o 4 hs se inyectaron 25-30 mCi de Tc99m.MIBI en reposo y se adquirieron imágenes a los 60 min. Ante la aparición de efectos adversos al dipiridamol se administró aminofilina ev, 50 -100 mg .

Las imágenes tomográficas se reconstruyen en forma transaxial en los tres ejes cardíacos: eje corto (HSA), eje largo horizontal (HLA), y eje largo vertical (VLA). Se interpretaron en forma cualitativa (visual) y semicuantitativa mediante el uso de mapa polar utilizando un modelo de 17 segmentos.

Ergometría anormal: (positiva para isquemia)

- Presencia de dolor anginoso típico durante la prueba
- Descenso del punto J de > 1mm seguido de depresión descendente u horizontal del ST, 60-80 ms del punto J.
- Elevación del ST >1 mm en derivaciones sin necrosis previa

Ergometría normal: (negativa para isquemia)

- Ausencia de manifestaciones clínicas y alteraciones electrocardiográficas en la ergometría habiendo alcanzado una prueba máxima (FC máxima mayor al 85% de la blanco) o submáxima (FC entre 70% y 85%)

Ergometría no concluyente:

- Incapacidad para alcanzar el 70% de la FC blanco para la edad (ergometría insuficiente)
- Desnivel del ST entre 0,5 y 1 mm
- Alteraciones basales del electrocardiograma que no permiten valorar el ST: Bloqueo de rama izquierda o estimulación de marcapasos, alteraciones en el electrocardiograma secundarias a hipertrofia, Cubeta digitalica.
- Mareo, náuseas, cianosis, disnea.
- Signos de disfunción VI: hipotensión con el ejercicio, fallo cronotrópico.
- Arritmias ventriculares desencadenadas con un nivel bajo de carga.

Patrones gammagráficos (SPECTPM):

- *Normal*: captación completa del radioisótopo en la gammagrafía postesfuerzo y de reposo.
- *Isquemia*: disminución o ausencia de la captación en la gammagrafía postesfuerzo con captación completa del isótopo en la gammagrafía de reposo
- *Necrosis*: falta de captación en la gammagrafía del postesfuerzo y en reposo.
- *Reversible parcial*: defecto fijo en la captación del isótopo (área de necrosis) con zonas que muestran reversibilidad en el reposo (isquemia perinecrotica)

---

Durante el transcurso del trabajo se analizarán las siguientes variables:

- Sexo: masculino o femenino.
- Edad al momento de realizado los estudios.
- Presencia o ausencia de diabetes.
- Motivos del estudio: control, diagnóstico (dolor precordial, síncope, disnea, palpitaciones), prequirúrgico, viabilidad miocárdica.

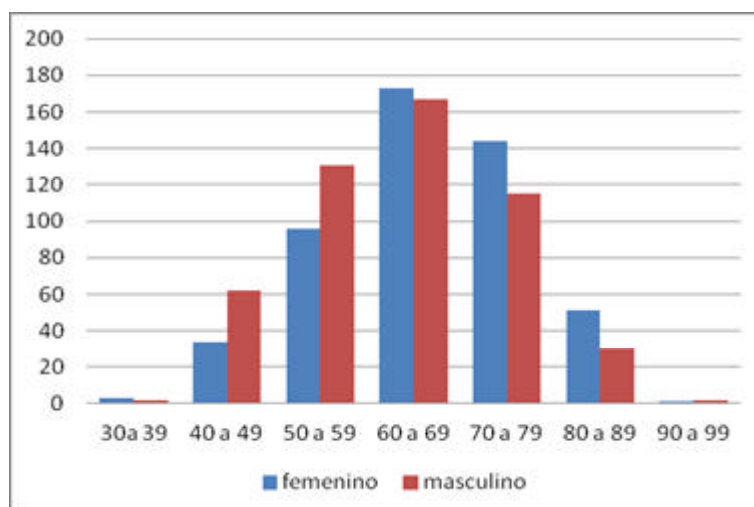
## 7. RESULTADOS

### Distribución de frecuencias por sexo según grupo etáreo y totales correspondientes

Edad	Femenino	masculino	TOTAL
30a 39	3	2	5
40 a 49	34	62	96
50 a 59	96	131	227
60 a 69	173	167	340
70 a 79	144	115	259
80 a 89	51	30	81
90 a 99	1	2	3
<b>TOTAL</b>	<b>502</b>	<b>509</b>	<b>1011</b>

El análisis estuvo conformado por 1011 pacientes, distribuidos en 502 mujeres y 509 hombres. La edad media fue de 64.5 años con un rango de 30 a 97 años. Un total de 340 pacientes se ubicaron en el rango etáreo de 60 a 69, siendo este el grupo más frecuente. 267 casos de los dolores precordiales correspondieron a hombres y 394 a mujeres (59.6%).

### Distribución por sexo según grupo etáreo.



**Distribución de frecuencias absolutas y relativas según motivo del estudio**

motivo del estudio		frecuencia	frecuencia relativa
<b>Sub grupo Dia- gnóstico</b>	Dolor precordial	661	65,45%
	Disnea	74	7,33%
	Sincope	16	1,58%
	Palpitaciones	47	4,65%
<b>Diagnóstico</b>		798	79,01%
<b>Control</b>		167	16,53%
<b>Pre Quirúrgico</b>		38	3,76%
<b>Viabilidad miocárdica</b>		8	0,79%
<b>Total</b>		1010	100,00%

Un 79.01% de los pacientes realizó los estudios con fines diagnósticos siendo el principal motivo de estudio el dolor precordial con 661 casos, alcanzando el 65.3% del total, mientras que un total de 167 pacientes (16,53%) se realizaron el estudio por control. Sólo el 3.8% se estudió por ser pacientes pre quirúrgicos mientras que apenas 8 casos tenían el motivo de estudiar su viabilidad miocárdica.



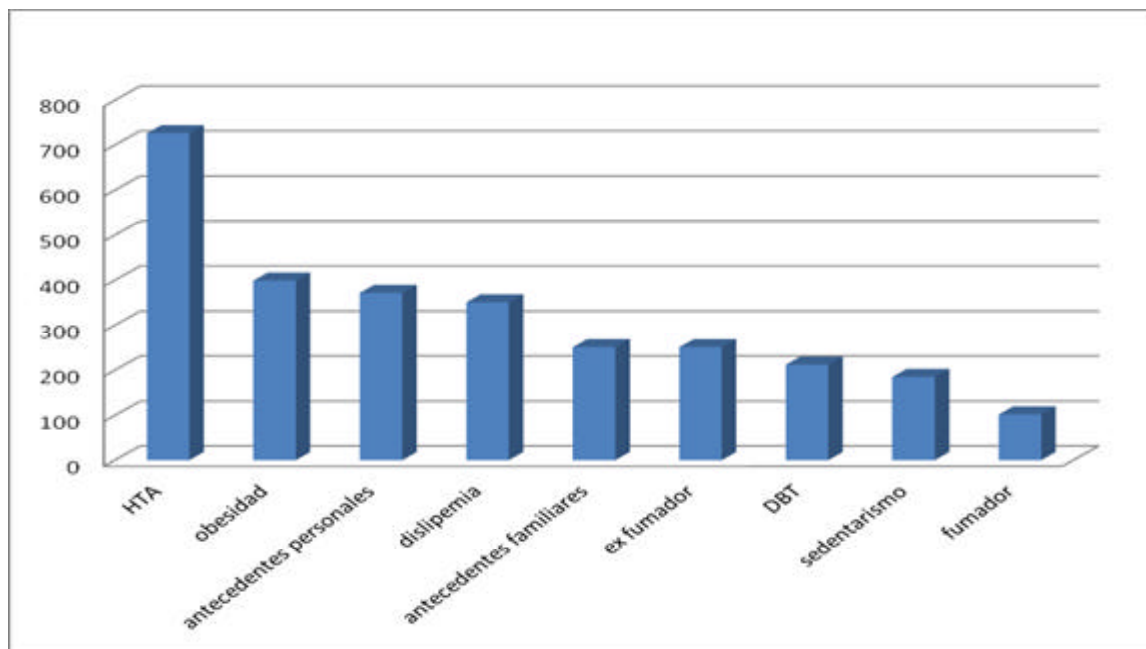


**Distribución de frecuencias absolutas y relativas según prevalencia de factores de riesgo cardiovasculares**

	<b>Frecuencia</b>	<b>Percentil</b>
HTA	726	71,80%
Obesidad	399	39,50%
Antecedentes personales	372	36,80%
Dislipemia	351	34,70%
Antecedentes familiares	251	24,80%
Ex fumador	251	24,80%
DBT	212	21,00%
Sedentarismo	185	18,30%
Fumador	102	10,10%

En relación con los factores de riesgo que presentaba la población en estudio, se destaca que el más frecuente fue la HTA con 726 pacientes (71,80%), seguido por los casos de obesidad con el 39,5%. Los casos de DBT rondaron en el 21% de los pacientes, representando un total de 212. Sólo un 10.1% eran fumadores y un 24.8% lo habrían sido alguna vez. El cuarto factor de riesgo más frecuente la dislipidemia con 351 pacientes (34.7%), superado por los antecedentes personales con un 36.8% (372 pacientes) con el tercer lugar.

**Distribución de frecuencias de factores de riesgo cardiovasculares**



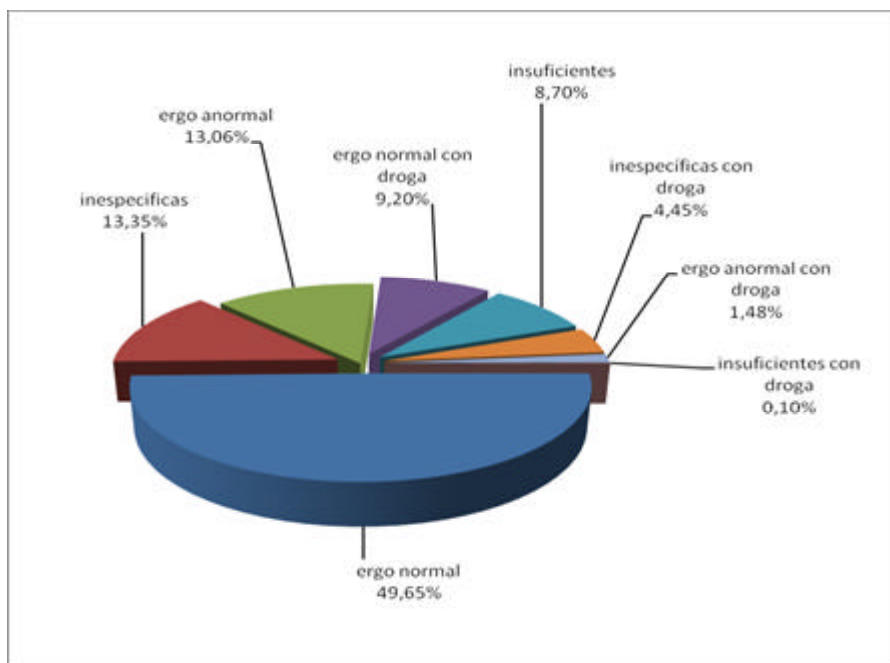
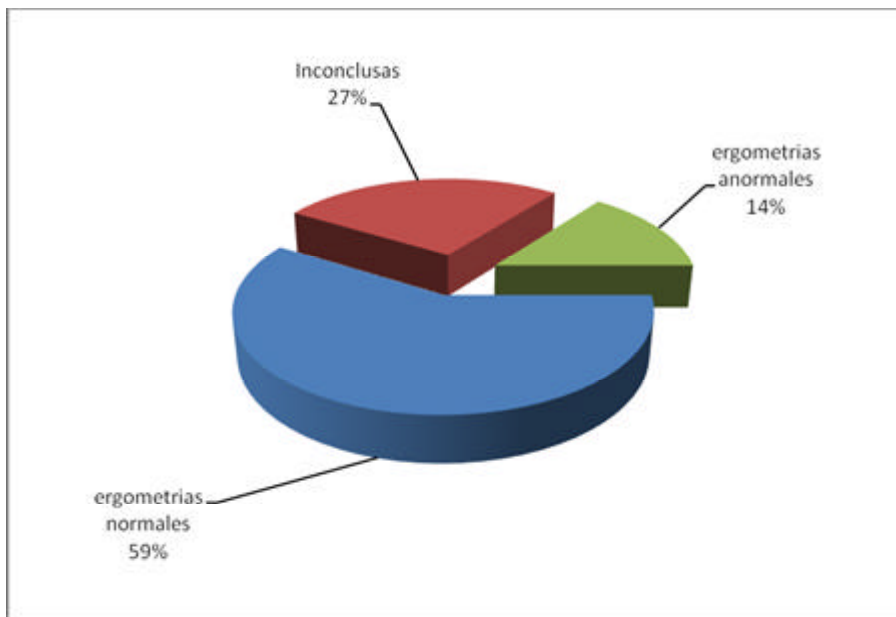
**Distribución de frecuencias absolutas y relativas por resultados de ergometría**

Ergometrías	Frecuencia	Percentil
Normales	502	49,65%
Inespecíficas	135	13,35%
Anormales	132	13,06%
Normales con droga	93	9,20%
Insuficientes	88	8,70%
Inespecíficas con droga	45	4,45%
Anormales con droga	15	1,48%
Insuficientes con droga	1	0,10%
<b>Total</b>	<b>1011</b>	<b>100,00%</b>

Los estudios de ergometrías realizados a los pacientes con las características anteriormente mencionadas nos permitieron determinar que un 58.7% de estos, presentaron una ergometría normal. En 147 pacientes (14%) se comprobó la

presencia de ergometrías anormales, mientras que las no concluyentes superaron a estas con un total de 269 pacientes (27%).

### Distribución porcentual de resultados de la ergometría

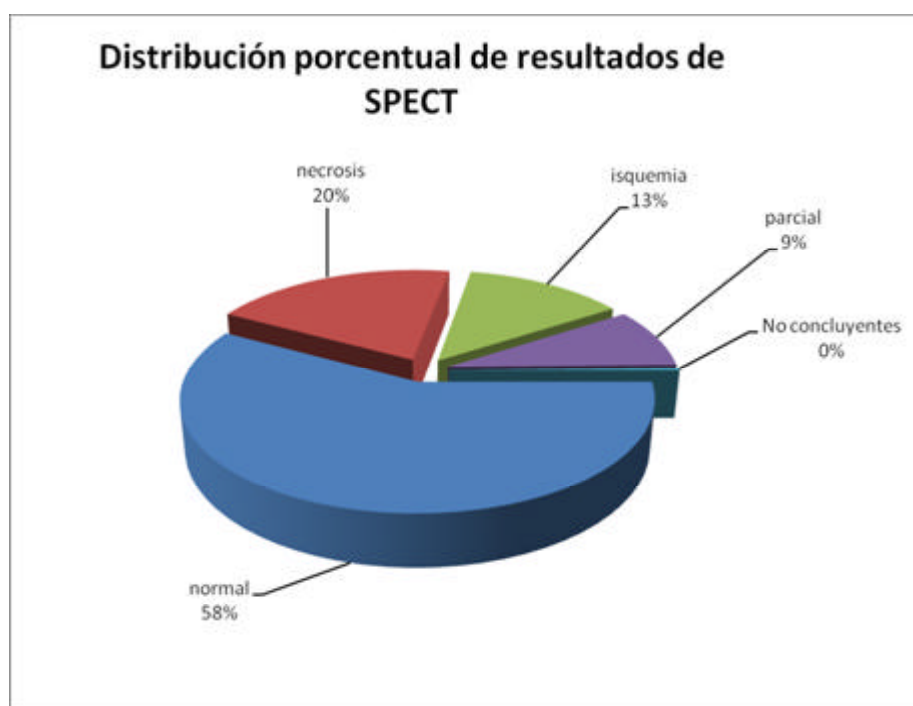


**Distribución de frecuencias absolutas y relativas por resultados de SPECT**

<b>SPECT</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Percentil</b>
Normal	500	49,50%
Necrosis	170	16,80%
Isquemia	116	11,50%
Normal con droga	85	8,40%
Parcial reversible	65	6,40%
Necrosis con droga	32	3,20%
Isquemia con droga	16	1,60%
Parcial reversible con droga	13	1,30%
Isquemia y necrosis	6	0,60%
isquemia y necrosis con droga	3	0,30%
No concluyentes	3	0,30%
Isquemia y parcial reversible	2	0,20%
<b>Total</b>	<b>1011</b>	<b>100,00%</b>

<b>SPECT</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Percentil</b>
Normal	585	57,86%
Necrosis	202	19,98%
Isquemia	132	13,06%
Parcial reversible	89	8,80%
No concluyentes	3	0,30%
<b>Total</b>	<b>1011</b>	<b>100,00%</b>

El 57.9% de los SPECT resultaron normales, el resto (42.14%) estuvo conformado por los casos con necrosis que oscilaron el 20% seguidos de los casos con isquemia con 13.1% y parcial reversible con 8.8%, sólo 3 pacientes no fue concluyente.

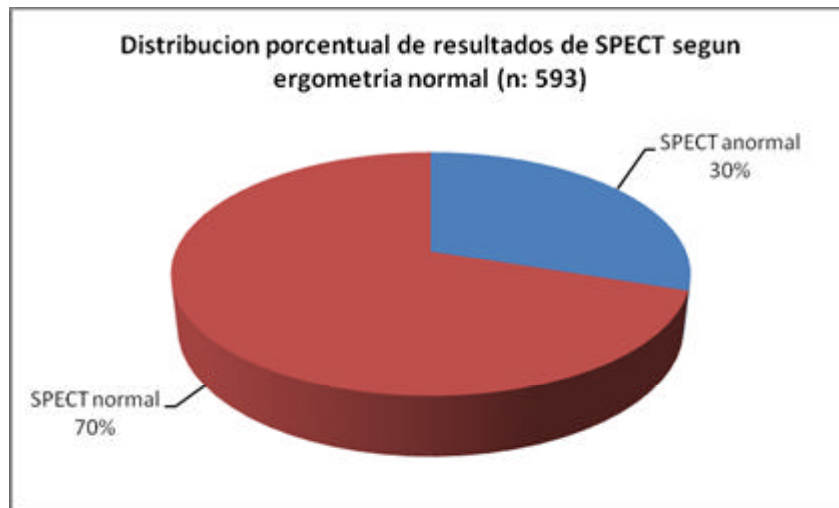


**Comparación entre los resultados de la ergometría y los del SPECT**

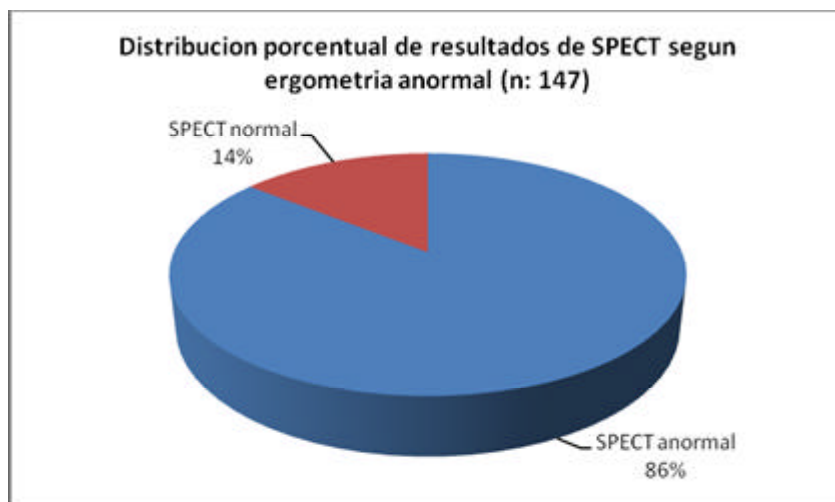
Ergometrías	anormal	normal	sin estudio	TOTAL
<b>ergo anormal</b>	126	21	0	147
Row %	85,7	14,3	0	100
Col %	29,8	3,6	0	14,5
<b>ergo normal</b>	178	413	2	593
Row %	30	69,6	0,3	100
Col %	42,1	70,6	66,7	58,7
<b>inconclusas</b>	119	151	1	271
Row %	43,9	55,7	0,4	100
Col %	28,1	25,8	33,3	26,8
<b>TOTAL</b>	423	585	3	1011
Row %	41,8	57,9	0,3	100
Col %	100	100	100	100

El porcentaje de pacientes con ergometría *normal* que presentan defectos en la perfusión miocárdica con SPECT alcanzó el valor de 178 casos, representa-

do estos un **30%** del total de pacientes con ergometrías normales y un 17.6% del total de la población. El **69.6%** restante tuvo una prueba de perfusión negativa (n: 413).

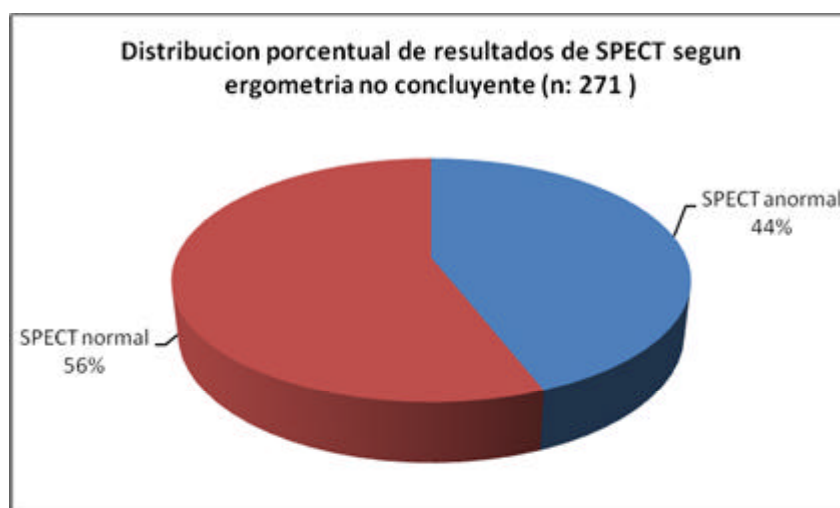


Mientras tanto, el porcentaje de pacientes con ergometría *anormal* que presentan una prueba de perfusión miocárdica *anormal*, alcanzó un total de 126 casos y representó el **85.7%** de las ergometrías anormales totales.

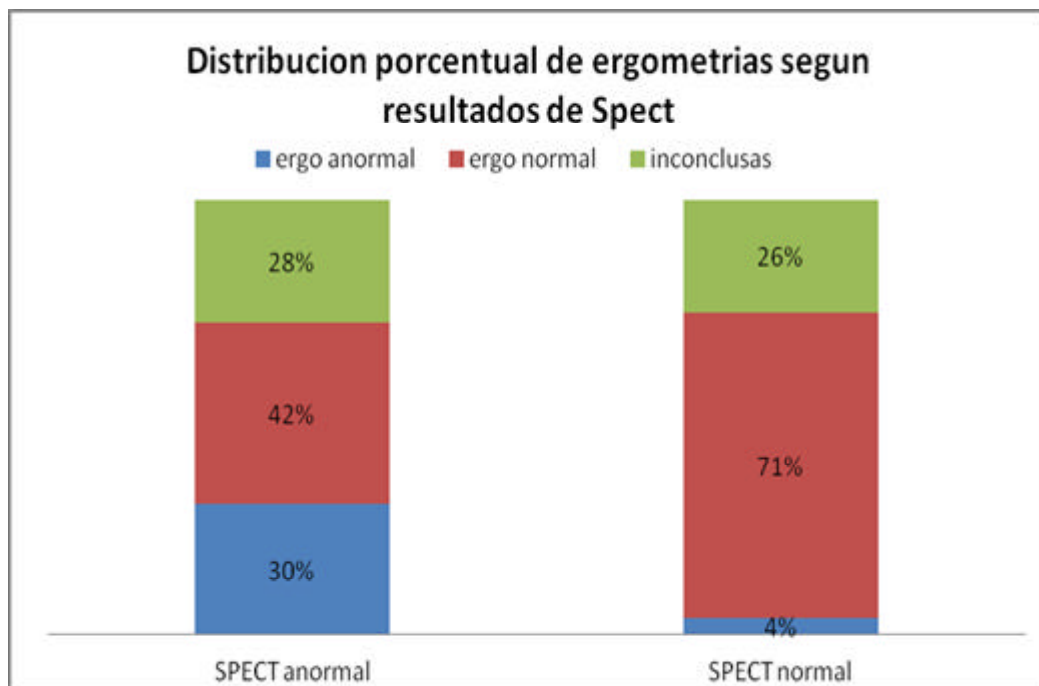
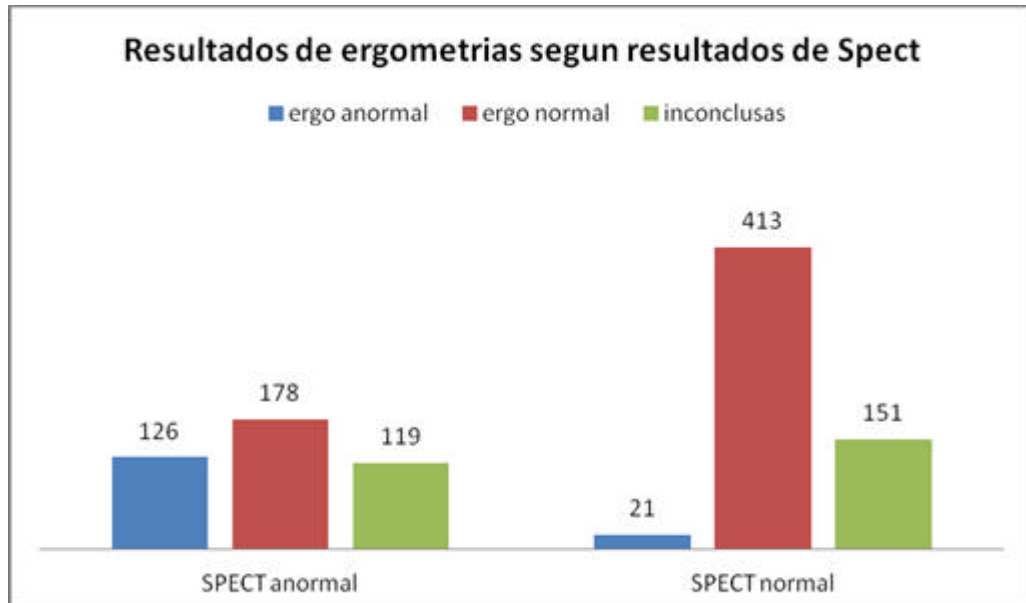


A su vez, el porcentaje de pacientes con ergometría anormal que presentan una prueba de perfusión miocárdica normal sólo representó un **14.3%** de las ergometrías anormales y únicamente el 3.6% de las pruebas de perfusión miocárdica normales, con un total de 21 pacientes, los que a su vez representa tan sólo el 2.6% de la población analizada.

Con respecto a las ergometrías no concluyentes, el 43,9% (n: 119) presentó alteraciones en la perfusión miocárdica y 151 pacientes (55,7%) una prueba normal.



**Frecuencias absolutas de Resultados Ergométricos según resultados del SPECT**





**Intervalo de confianza 95:**

**Ergometrías = anormal**

SPECT	Frecuencia	Percentil
Anormal	126	85,70%
Normal	21	14,30%
<b>Total</b>	<b>147</b>	<b>100,00%</b>

**95% Conf Limits**

Anormal	79,00%	90,90%
Normal	9,10%	21,00%

**Ergometrías = normal**

SPECT	Frecuencia	Percentil
Anormal	178	30,00%
Normal	413	70,00%
<b>Total</b>	<b>593</b>	<b>100,00%</b>

**95% Conf Limits**

Anormal	26,40%	33,90%
Normal	65,70%	73,30%

Se puede afirmar con un intervalo de confianza del 95%, que el porcentaje de ergometrías anormales que a su vez arrojen SPECT anormales oscilarían entre el 79% y el 90,9%.del total de ergometrías anormales.

Además el porcentaje de ergometrías normales que poseen SPECT anormales oscila en un intervalo de entre 26.4% y 33.9% con el 95% de confianza.

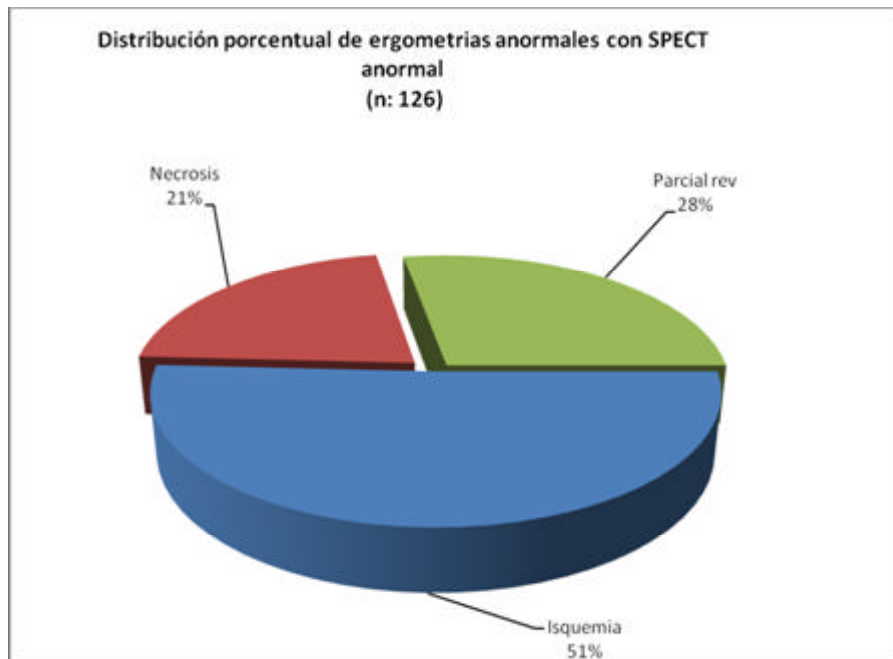
Entre un 9.1% y un 21% se encuentra el intervalo de confianza del 95%, para las ergometrías anormales con resultados de SPECT normales.

**Correlación entre los resultados de las ergometrías y las diferentes alteraciones en el SPECT**

**SPECT**

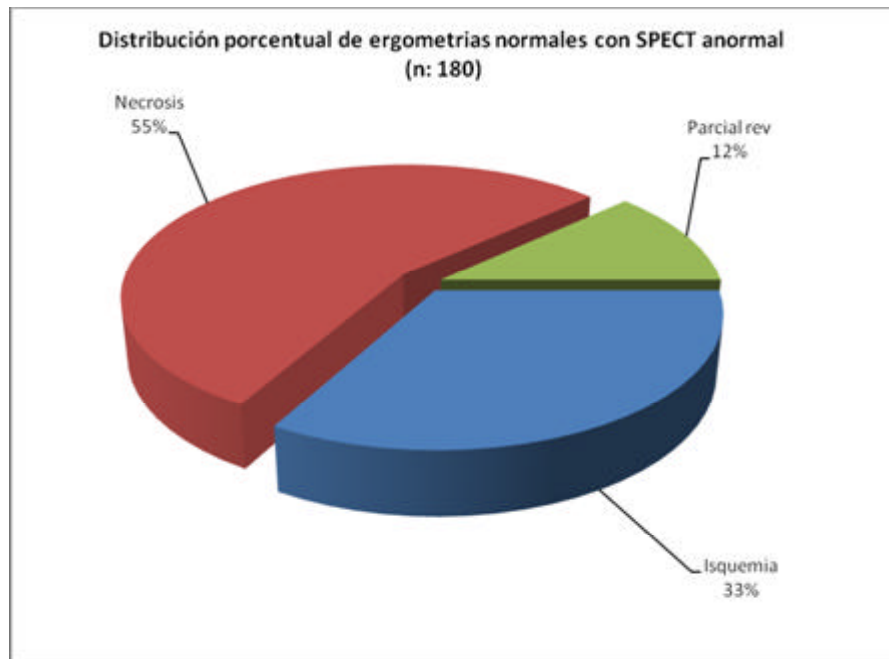
<b>Ergometrías</b>	<b>Isquemia</b>	<b>Necrosis</b>	<b>Normal</b>	<b>Parcial rev</b>	<b>TOTAL</b>
<b>ergo anormal</b>	64	27	21	35	147
Row %	43,5	18,4	14,3	23,8	100
Col %	45,7	13,4	3,6	43,2	14,5
<b>ergo normal</b>	59	98	413	21	593
Row %	9,9	16,5	69,6	3,5	100
Col %	42,1	48,5	70,6	25,9	58,7
<b>inconclusas</b>	17	77	151	25	271
Row %	6,3	28,4	55,7	9,2	100
Col %	12,1	38,1	25,8	30,9	26,8
<b>TOTAL</b>	140	202	585	81	1011
Row %	13,8	20	57,9	8	100
Col %	100	100	100	100	100

En el 51% de los casos las ergometrías anormales mostraron un defecto de perfusión reversible en el SPECT, en un 28% necrosis con isquemia perinecrotica (reversible parcial) y el en 21% de los casos necrosis.



A diferencia del anterior, la mayoría de los casos de ergometría normal con defectos en la perfusión fueron casos de necrosis (55%), seguido de isquemia (33%) y parcial reversible en el 12% de los casos.

En cuanto a las ergometrías no concluyentes, el 66,2% (77 pacientes) fueron casos de necrosis, 20,8% (25 pacientes) reversible parcial y 14,1% (17 pacientes) isquemia.



**Distribución de los resultados en relación al sexo**

**Ergometrías = anormal**

Sexo	SPECT		TOTAL
	Anormal	Normal	
<b>Femenino</b>	35	18	53
Row %	66	34	100
Col %	27,8	85,7	36,1
<b>Masculino</b>	91	3	94
Row %	96,8	3,2	100
Col %	72,2	14,3	63,9
<b>TOTAL</b>	126	21	147
Row %	85,7	14,3	100
Col %	100	100	100

Las ergometrías anormales fueron más frecuentes en los hombres, alcanzando 94 casos de un total de 147. El 97% de los hombres, obtuvo a su vez, SPECT anormales.

En contrapartida el 85,7% de las ergometrías anormales que a su vez obtuvieron SPECT normales, formaron parte del grupo femenino.

### Ergometrías = normales

Sexo	SPECT		TOTAL
	Anormal	Normal	
<b>Femenino</b>	59	242	301
Row %	19,6	80,4	100
Col %	33,1	58,6	50,8
<b>Masculino</b>	119	171	292
Row %	40,8	58,6	100
Col %	66,9	41,4	49,2
<b>TOTAL</b>	178	413	593
Row %	30	69,6	100
Col %	100	100	100

En cuanto a ergometrías normales con SPECT anormal, los hombres duplicaron a las mujeres, con 119 (40.9%) y 59 (19.6%) respectivamente.

De un total de 301 ergometrías normales femeninas, el 80.4% obtuvo un SPECT normal, a diferencia de los hombres que obtuvieron el 58.6%

### **Análisis Particular de los pacientes con Diabetes**

Como se mencionó anteriormente, el número de pacientes diabéticos alcanzó el valor de 212 casos, representando el 21% de la población total; las edades de estos oscilaron entre los 41 y los 89 años mientras que la media osciló en los 64.3 años. Además, este subgrupo esta compuesto por 114 hombres y 98 Mujeres.

<b>ERGOMETRIAS</b>				
<b>SPECT</b>	<b>ergo anormal</b>	<b>ergo normal</b>	<b>inconclusas</b>	<b>TOTAL</b>
<b>anormal</b>	26	73	45	144
Row %	18,1	50,7	31,3	100,0
Col %	89,7	59,3	75,0	67,9
<b>normal</b>	3	50	15	68
Row %	4,4	73,5	22,1	100,0
Col %	10,3	40,7	25,0	32,1
<b>TOTAL</b>	29	123	60	212
Row %	13,7	58,0	28,3	100,0
Col %	100,0	100,0	100,0	100,0

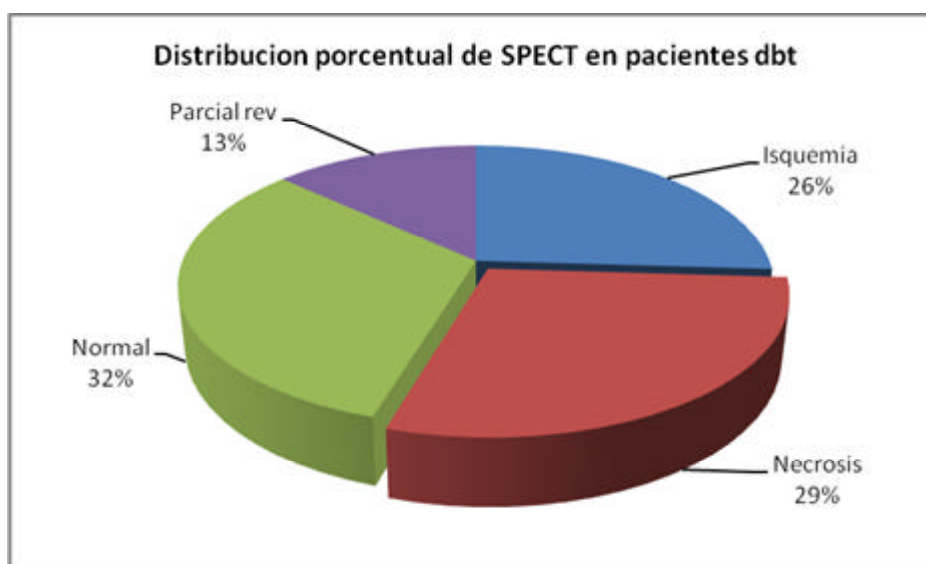
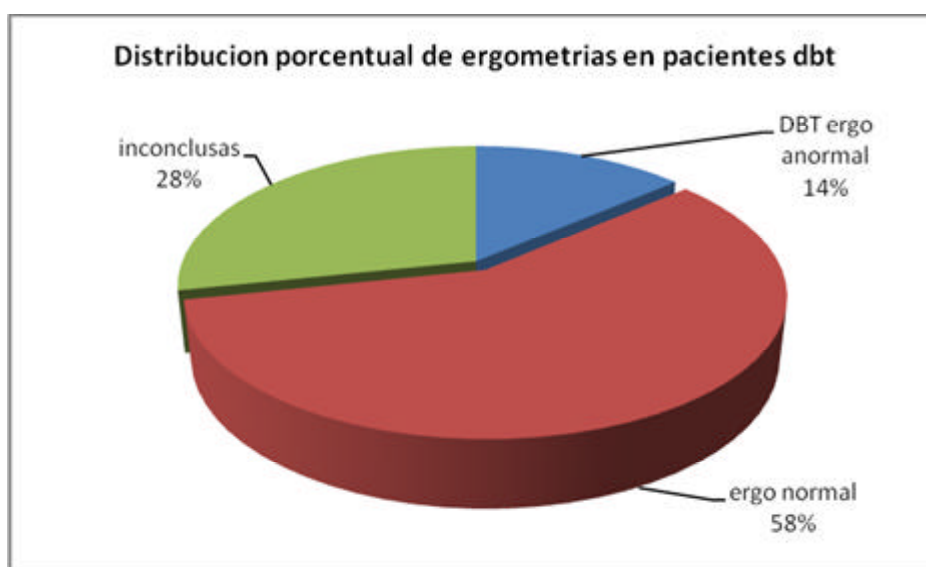
Single Table Analysis

#### **Chi-square df Probability**

11,8154 2 0,0027

Las ergometrías resultaron ser normales en el 58% de los casos, anormales en el 13.7% y no concluyentes en el 28.3%.

Con respecto al SPECT, el 32.1% fue normal y 67.9% anormal (n: 144). De estos últimos, el 28.8% fue por necrosis, 25.8% por isquemia y 13.2% reversible parcial.



**Ergometrías = normales**

SPECT	Frecuencia	Percentil
Anormal	73	59,30%
Normal	50	40,70%
<b>Total</b>	<b>123</b>	<b>100,00%</b>

**95% Conf Limits**

Anormal	50,10%	68,10%
Normal	31,90%	49,90%

*Las ergometrías normales de pacientes con diabetes que a su vez obtuvieron SPECT anormal alcanzaron un valor de 73 casos (59.3%), pudiéndose afirmar con un límite de confianza del 95% que éstas representan entre el 50.10% al 68.1% del total de la población diabética. El 40,7% restante tuvo una prueba de perfusión negativa.*

El porcentaje de pacientes con ergometría anormal que presentan una prueba de perfusión miocárdica anormal representó el **89.7%** de las ergometrías anormales en pacientes diabéticos. A su vez, el porcentaje de pacientes con ergometría anormal que presentan una prueba de perfusión miocárdica normal resultó ser del **10.3%**.

Con respecto a las ergometrías no concluyentes, el 75% presentó alteraciones en la perfusión miocárdica y el 25% una prueba normal.



**Comparación de resultados de ergometrías y SPECT en pacientes con y DM**

**SPECT DBT**

Ergometrías DBT	Isquemia	Necrosis	Normal	Parcial rev	Sin estudio	TOTAL
<b>ergo anormal</b>	9	7	3	10	0	29
Row %	31	24,1	10,3	34,5	0	100
Col %	16,4	11,5	4,4	35,7	0	13,7
<b>ergo normal</b>	37	28	50	8	0	123
Row %	30,1	22,8	40,7	6,5	0	100
Col %	67,3	45,9	73,5	28,6	0	58
<b>inconclusas</b>	9	26	15	10	0	60
Row %	15	43,3	25	16,7	0	100
Col %	16,4	42,6	22,1	35,7	0	28,3
<b>TOTAL</b>	55	61	68	28	0	<b>212</b>
Row %	25,9	28,8	32,1	13,2	0	100
Col %	100	100	100	100	100	100

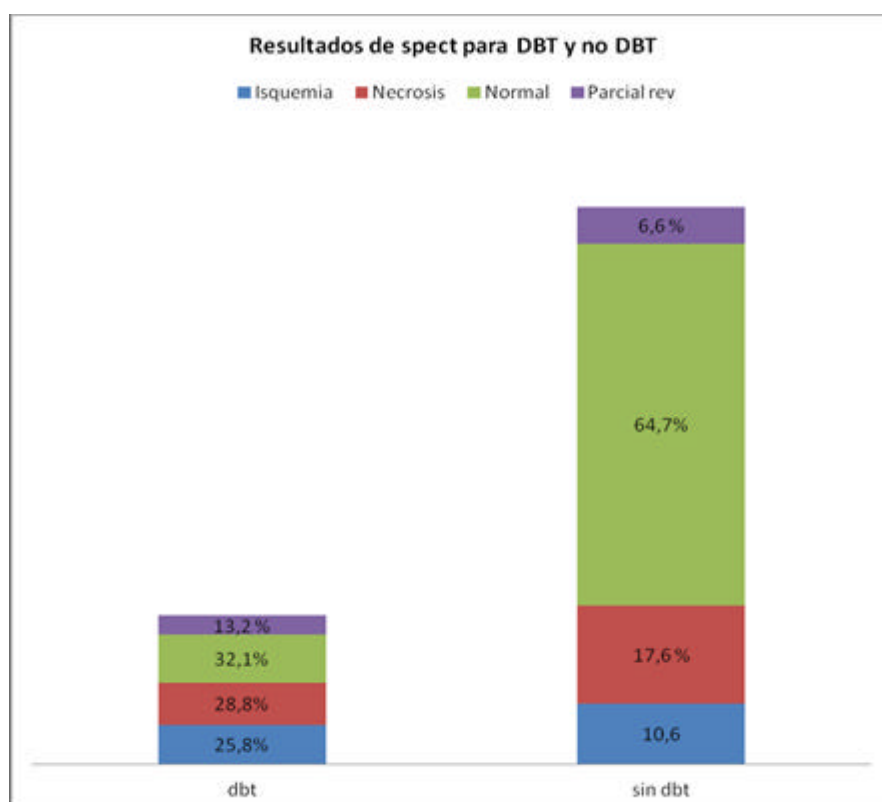
**SPECT sin DBT**

Ergometrías Sin dbt	Isquemia	Necrosis	Normal	Parcial rev	Sin estudio	TOTAL
<b>ergo anormal</b>	55	20	18	25	0	118
Row %	46,6	16,9	15,3	21,2	0	100
Col %	64,7	14,2	3,5	47,2	0	14,8
<b>ergo normal</b>	22	70	363	13	2	470
Row %	4,7	14,9	77,2	2,8	0,4	100
Col %	25,9	49,6	70,2	24,5	66,7	58,8
<b>inconclusas</b>	8	51	136	15	1	211
Row %	3,8	24,2	64,5	7,1	0,5	100
Col %	9,4	36,2	26,3	28,3	33,3	26,4
<b>TOTAL</b>	85	141	517	53	3	<b>799</b>
Row %	10,6	17,6	64,7	6,6	0,4	100
Col %	100	100	100	100	100	100

Del análisis de las dos tablas anteriores, se puede establecer, que para esta población en estudio, un 67.9% de los pacientes con diabetes presentaron SPECT anormales, duplicando de esta forma a los pacientes sin diabetes (35.2%).

La anomalía más frecuente fue la necrosis (28,8%), luego la isquemia (25.8%) y, por último, los defectos parcialmente reversibles (13.2%).

Del total de los casos anormales la necrosis y necrosis con isquemia peri-necrótica representaron el 61.9%. Los casos de isquemia fueron del 38.1%.

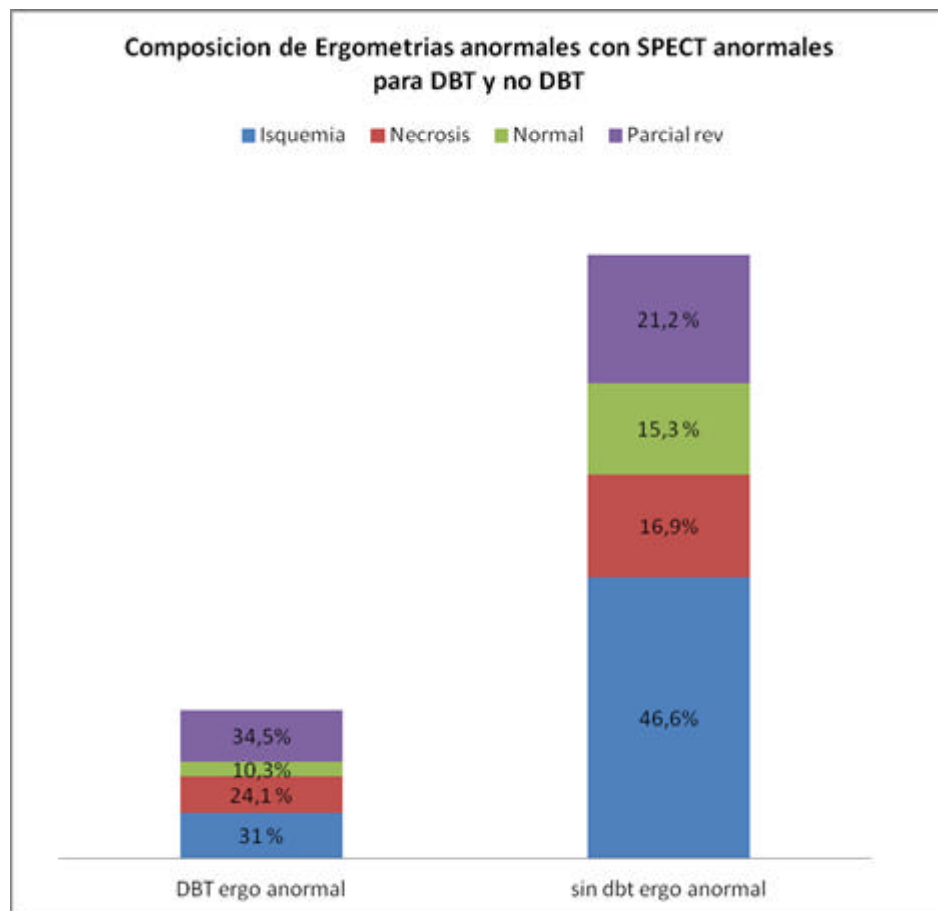


Mientras que sólo el 10% de los pacientes no diabéticos presentaban Isquemia, los casos de diabéticos con isquemia alcanzaban el 25.9% del total diabéticos.

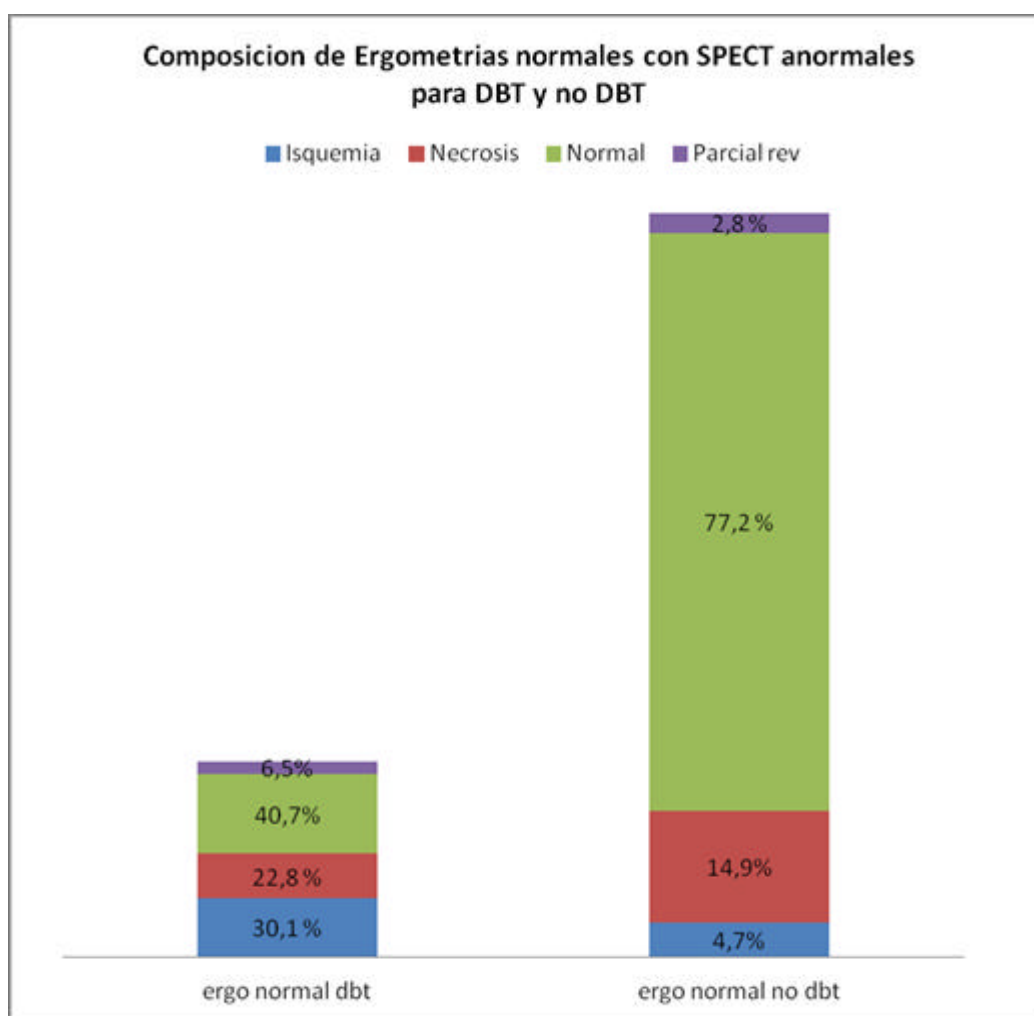
Además, los pacientes diabéticos con defectos en la perfusión miocárdica parcialmente reversible duplicaron en % a los no diabéticos, con un 13,2% del total de diabéticos.

La anomalía más común en los diabéticos con ergometrías anormales, fueron defectos parcialmente reversibles con un 34.5% superando a los casos de isquemia con el 31% del total. Los casos de necrosis fueron del 24.1%.

En cuanto a los no diabéticos con ergometrías anormales, la anomalía más común fue la isquemia con 46.6%, seguida por los casos de parcial reversible con el 21.2% de los casos y necrosis un 21%.



El 46.6% de los pacientes no dbt que obtuvieron una ergometría anormal, presentaban isquemia, mientras que para esta combinación de resultados los pacientes dbt alcanzaron el 31%.



Para los casos en donde hubo una alteración en la perfusión miocárdica con SPECT con ergometría normal, la alteración más frecuente en el primer estudio mencionado fue parcial reversible, seguido de los casos de necrosis.

## 8. DISCUSIÓN

La cardiopatía isquémica es una de las principales causas tanto de mortalidad como de morbilidad a nivel mundial; su elevada prevalencia y los elevados costos de diagnóstico y tratamiento la transforman en uno de los principales problemas de salud pública, lo que hace imperativo la revisión de esta entidad.

Si bien la coronariografía es considerada como “gold standard” para el diagnóstico definitivo de cardiopatía isquémica, además de poder determinar con esta la sensibilidad, especificidad, VVP y VVN de dichos estudios, su ausencia no fue considerada un obstáculo para la realización de este Trabajo Final de Investigación. De hecho, su ausencia determinó el replanteo del objetivo del mismo, focalizándose en la descripción y comparación de los resultados de la ergometría y SPECT.

El objetivo general planteado, aunque respondió a una limitación en la investigación, contribuyó, al mismo tiempo, a reflexionar sobre la utilidad de comparar estudios que no son considerados decisivos para diagnosticar una enfermedad, en este caso, la cardiopatía isquémica. La utilidad de la descripción y comparación de los resultados de ergometría y SPECT radica en que permiten determinar conductas a seguir, como por ejemplo realizar o no la cinecoronariografía, ver la gravedad de la enfermedad, determinar tratamientos, proceder o no a la internación, entre otros.

En el presente estudio, el síntoma más frecuente entre los pacientes fue el dolor precordial, sobre todo en mujeres (59.6%). En un estudio sobre angina estable crónica, Abrams<sup>25</sup> indica que, el dolor torácico es más común en el género femenino que en el masculino, al igual que en el realizado por Framingham<sup>32</sup> donde se observó que la presentación inicial de la cardiopatía isquémica era angina de pecho en el 65% de las mujeres y en el 35% de los varones.

En el trabajo realizado, la ergometría **anormal** resultó ser del 14%, hallazgo que coincide con diferentes estudios en donde la anormalidad de la prueba varió entre el 7% y el 23%.<sup>26,27,28</sup>

Estos autores concluyen que la ergometría permitió una reducción de costos de internación, ya que el 65% de los pacientes hubiera sido internado por dolor precordial si la prueba no hubiese sido realizada (por el elevado valor predictivo negativo que posee este estudio). A su vez, estimaron que se hubieran dado de alta a 30 pacientes (20%) con angor inestable.

Similares resultados fueron observados en la serie de 1.370 pacientes de Macor y colaboradores, donde el 16% de las pruebas realizadas fueron anormales.<sup>29</sup>

Los estudios de perfusión miocárdica **anormales** fueron del 42.14%, y los casos de isquemia e isquemia perinecrotica (13% y 8.8% respectivamente) superaron a los de la ergometría, demostrando su mayor sensibilidad para la detección de dicha patología. A su vez, el 30% de las ergometrías normales presentaron **de-**

**fectos en la perfusión** miocárdica con SPECT, siendo la alteración más frecuente la necrosis (55%). El **70%** restante tuvo una prueba de perfusión negativa (n: 413). Se puede deducir que el SPECT es un estudio muy útil para detectar casos de necrosis, y a su vez sigue siendo superior que la ergometría para los casos de isquemia.

Mientras tanto, el porcentaje de pacientes con ergometría **anormal** que presentan una prueba de perfusión miocárdica **anormal** representó el **85.7%** de las ergometrías anormales totales, siendo en este caso la isquemia la alteración más frecuente (51%) seguido de isquemia perinecrótica (28%), por lo tanto existe una buena correlación entre ambos estudios cuando son positivos (anormales) para isquemia, colaborando de esta manera a disminuir los casos de falsos positivos de la ergometría y así poder realizar un estudio invasivo con mayor probabilidades de la existencia de dicha patología (cinecoronariografía).

Las ergometrías **normales** resultaron ser del 59% de los casos, y las **no concluyentes** del 27%. Estas últimas pueden esperarse entre el 23% y el 39% de los casos.<sup>30</sup> Estos pacientes tienen mayor riesgo en el seguimiento que aquellos con pruebas negativas<sup>8</sup>. En estos casos, la decisión final sobre el diagnóstico y conductas a seguir queda a criterio del médico tratante al considerar el resto de los factores clínicos, antecedentes y resultados de otros estudios, como el SPECT cardíaco, que en el presente análisis arrojó un elevado porcentaje de estudios anormales (43,9) en los casos de ergometrías no concluyentes.

La ergometría, la prueba de evocación de isquemia más económica y difundida, ha sido cuestionada en las mujeres. La menor tolerancia al ejercicio y la presentación más tardía de la coronariopatía, dificultan la realización de este tipo de apremio.<sup>31</sup>

Por otra parte, este grupo de pacientes presenta dificultades en lo que respecta a la interpretación de las respuestas electrocardiográficas ante el esfuerzo. La asociación de menor prevalencia de enfermedad coronaria con mayor número de resultados falsos positivos determina que la ergometría tenga una confiabilidad menor en el género femenino. Se han postulado múltiples mecanismos para explicar las causas que determinan las alteraciones del ECG, entre ellas la similitud química de los estrógenos con la digital, la mayor prevalencia de prolapso de válvula mitral (ambas propuestas como causas de infradesnivel del segmento ST no isquémico) y la respuesta neurovegetativa aumentada frente al ejercicio físico con mayor liberación de catecolaminas. A lo anterior se agrega que la angina de pecho durante las pruebas de evocación de isquemia no es un signo confiable en mujeres.

A pesar de las limitaciones de la ergometría en la población femenina, ésta sigue siendo una prueba fundamental para el estudio de dolor torácico de posible origen cardíaco ya que una ergometría negativa tiene un elevado valor predictivo negativo<sup>22</sup>, aunque algunos autores postulan la necesidad de realizar una prueba de imagen.



Lo mencionado anteriormente concuerda con lo hallado en este estudio, en donde las **ergometrías anormales** fueron menos frecuentes en mujeres (36.1%) que en hombres (63.1%), y de las cuales el **85,7%** resultó tener un **SPECT normal**, en contrapartida a los hombres que casi en la totalidad de los casos coincidió el hallazgo de **ergometría anormal con SPECT anormal (97%)**.

En cuanto a **ergometrías normales con SPECT anormal**, los hombres duplicaron a las mujeres, con 119 (40.9%) y 59 (19.6%) respectivamente. De un total de 301 ergometrías normales femeninas, el 80.4% obtuvo un SPECT normal, a diferencia de los hombres que obtuvieron el 58.6%.

La prevalencia de estudios de **SPECT** de perfusión miocárdica gammagráficamente **normales** y **ergometría anormal** es baja: 14.3% de las ergometrías anormales y 2.6% del total de la población analizada. Estos valores son similares a los descritos en otras publicaciones, donde se ubicó entre el 2-4%.<sup>8,9,10</sup> Esta asociación es mucho más frecuente en mujeres (85,7%), lo que coincide con el estudio realizado por Lwkowicz J.M<sup>8</sup> en donde la prevalencia de esta asociación de resultados en este género resultó ser del 79,6% y con Ruiz Solís et al<sup>11</sup> con el 93,3%. La causa más probable de esta alteración es la miocardiopatía hipertensiva, es decir causas no coronarias. En contraste a lo anterior, sólo en el 3% de los casos se presentó esta combinación de resultados en los hombres.

En pacientes diabéticos la cardiopatía isquémica es más grave, tiene mayor prevalencia y se manifiesta a edad más temprana. La isquemia silente es más fre-

cuenta y puede afectar la utilidad de la ergometría. En estos casos las pruebas de imágenes en medicina nuclear son de gran utilidad, dado que mejora mucho la sensibilidad diagnóstica.<sup>13</sup>

Los resultados de la **ergometría en pacientes diabéticos y no diabéticos** fueron similares (en ambos casos los porcentajes rondaron en 14% anormal, 58% normal y 28% no concluyentes), lo que sugiere que la ergometría tendría un valor diagnóstico similar para pacientes con DM o sin ella.<sup>12</sup> En cambio, los resultados anormales del **SPECT** en pacientes diabéticos duplicaron a los que no padecían la enfermedad (67,9% contra 35.3%). La anormalidad más frecuente fue la necrosis y necrosis con isquemia perinecrotica con el 61.9%. Los casos de isquemia fueron del 38.1%. El estudio realizado por Adriana Puente B. et al<sup>13</sup> determinó que el 85% de los pacientes presentaron necrosis y sólo el 15% isquemia.

La asociación de **ergometrías normales y SPECT anormales** fue alta en esta población, del 59.3%, en comparación de la población que no tenía diabetes en donde resultó ser del 30%. Cabe destacar que las ergometrías no concluyentes también arrojaron una alta prevalencia de SPECT anormal (75%) a diferencia de los que no tienen diabetes que fue del 43.9%.

## 9. CONCLUSIÓN

Como conclusión, la ergometría es un método relativamente útil para la detección de isquemia cardiaca, ya que aunque los casos de positividad para esta enfermedad fueron pocos, la mayoría tuvieron una correlación con los hallazgos en el SPECT de perfusión miocárdica.

Por otra parte, las ergometrías normales con alteración en la perfusión representaron un porcentaje considerable de todas las ergometrías normales, pero sin dudas la utilidad del SPECT se destaca en aquellos pacientes con diabetes, dado que los casos anormales duplicaron a las pacientes sin esta enfermedad y en un alto porcentaje de las ergometrías no concluyentes también presentaron anomalías en este estudio.

Se puede concluir que el SPECT es probablemente un método de mayor precisión diagnóstica que la ergometría para el diagnóstico de cardiopatía isquémica en mujeres, ya que disminuye considerablemente los casos de falsos positivos. De todas maneras, la ergometría es un método idóneo para comenzar a estudiar a este género cuando se sospecha cardiopatía isquémica, debido a que posee un elevado valor predictivo negativo, además que la correlación de normalidad entre ambos estudios analizados es alta.

La asociación de ergometría anormal y SPECT normal frecuentemente observada en mujeres pone en evidencia la utilidad del segundo estudio mencionado en este género, mostrando que probablemente la anormalidad en la ergometría no se deba a isquemia, aunque para la decisión final se deben considerar varios factores y los resultados de la coronariografía si es que se realiza.

Si bien la ergometría es un método económico y muy difundido en estudio de la cardiopatía isquémica, su combinación con una prueba de medicina nuclear aumenta considerablemente la capacidad de aproximarse o alejarse al diagnóstico de dicha patología, aunque su uso debe tener siempre un fundamento, considerando el costo-beneficio, y basándose sobre todo en la probabilidad pretest, antecedentes de los pacientes, los factores de riesgo, las manifestaciones clínicas, el sexo y la presencia o ausencia de diabetes.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Harrison. Principios de Medicina Interna. Vol I.17 ed. McGaw Hill Interamericana. pp 555.
- (2) Rubinstein Adolfo. Medicina Familiar y Práctica Ambulatoria. 2ª Ed.; cap. 140 Editorial Panamericana. Buenos Aires; 2006.
- (3) Organización Mundial de la Salud. Enfermedades cardiovasculares. Publicado en enero de 2011. En <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/> . pagina web visitada el 10/4/11 a las 11hs.
- (4) Iberto Zamora, Jaume Marrugat. Pronóstico de los pacientes diabéticos con cardiopatía isquémica. Revista Española de Cardiología Vol.55 Núm. 07 En: [www.doyma.es/revistas/ctl\\_servlet?\\_f=7064&articuloid=13034191](http://www.doyma.es/revistas/ctl_servlet?_f=7064&articuloid=13034191)
- (5) Eduardo Alegría Ezquerria et al. Utilidad de la prueba de esfuerzo y de otros métodos basados en el electrocardiograma en la cardiopatía isquémica crónica, 1997, *Rev Esp Cardiol*. Pagina web visitada el 7/04/11 a las 18hs.
- (6) Granel A., Garcia Marletti,P. “Angina crónica estable-Guía de manejo clínico en atención primaria” en: [www.foroaps.org/](http://www.foroaps.org/) pag web visitada el 4/4/11 a las 11hs
- (7) G. Sanz y X. Bosch Genover. Cardiopatía isquémica. Farreras.Rozman. Medicina interna. Vol. 1. 15ed. 547-565

- (8) Lewkowicz J.M. "Estudios Nucleares con Desnivel del segmento ST en la Ergometría y Perfusión NEGATIVA" en:  
[http://www.sac.org.ar/web\\_pages/view/id:473](http://www.sac.org.ar/web_pages/view/id:473)
- (9) Del Val Gómez M, Gallardo FG, Salazar ML, Terol I. Valor pronóstico de los estudios de perfusión miocárdica con TI-201 normal en pacientes con ergometría positiva. *Rev Esp Cardiol* 2002;55:991-4.
- (10) Abbott BG, Afshar M, Berger AK, Wackers FJT. Prognostic significance of ischemic electrocardiographic changes during adenosine infusion in patients with normal myocardial perfusion imaging. *J Nucl Cardiol* 2003;10:9-16.
- (11) Ruiz Solís et al "Ergometría positiva y SPECT de perfusión miocárdica normal. Significado clínico". *Rev Esp Med Nucl.* 2005;24:174-84. En:  
[http://doyma.es/revistas/ctl\\_servlet?\\_f=7264&articuloid=13073788&revistaid=125](http://doyma.es/revistas/ctl_servlet?_f=7264&articuloid=13073788&revistaid=125)
- (12) AR Albers. Revisión de la utilidad de las pruebas de estrés en pacientes diabéticos. En: <http://www.siicsalud.com/dato/editorial.php/80905>. pagina web visitada el 14/04/11 a las 14 hs.
- (13) Adriana Puente B. et al. "Valoración no invasiva de la enfermedad aterosclerosa coronaria en pacientes con isquemia silente: Utilidad del SPECT de perfusión miocárdica. Correlación eléctrica, angiográfica y de imagen" *Arch. Cardiol.* Méx. v.75 n.1 México ene./mar. 2005. En:  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S140599402005000100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S140599402005000100005&script=sci_arttext)

- (14) Organización Mundial de la Salud. Enfermedades cardiovasculares. Publicado en enero de 2011. En <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/> . pagina web visitada el 10/4/11 a las 11hs.
- (15) Marta Villa Lopez. Factores de Riesgo Cardiovascular. Conceptos básicos y últimos avances. Publicado: 27/01/2007 En: <http://www.portalesmedicos.com> . Pagina web visitada el 8/04/11 a las 16hs.
- (16) González-Juanatey JR, Alegría E, García JM, González I, Vicente J. Impacto de la diabetes en las enfermedades cardíacas en España. Estudio CARDIOTENS 1999. Med Clin (Barc) 2001; 116:686-91..
- (17) J.S. Espinosa, E. de teresa, Castellano, C.R. "Prueba de esfuerzo y tests farmacológicos". Electrocardiografía clínica. Harcourt Brace, España, 1996
- (18) Fernando Aros et al., Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en pruebas de esfuerzo, 2000, Rev Esp Cardiol, pagina web visitada el 9/04/2011 a las 7 hs
- (19) Detrano R, Gianrossi R and Froelicher VF. The diagnostic accuracy of the exercise electrocardiogram: a meta-analysis of 22 years of research. Prog Cardiovasc Dis 1989; 32: 173-20
- (20) Sergio Cinza Sanjurjo, Enrique Nieto Po, Carlos Iglesias Carreño. 'Ergometría o prueba de esfuerzo'. 2011. España En: <http://www.fisterra.com/material/tecnicas/ergometria/ergometria.asp#estres>
- (21) Okin PM, Kligfield P. Gender-specific criteria and performance of the exercise electrocardiogram. Circulation. 1995;92(5):1209-16. PubMed

- (22) Azpitarte Almagro J, Arós Borau F, Cabadés O'Callaghan A, López Bescós L, Valls Grima F. V. Las exploraciones no invasivas en el manejo de los pacientes con cardiopatía isquémica crónica. Recomendaciones para su utilización. Rev Esp Cardiol. 1997;50(3):145-56. PubMed
- (23) Giménez, C. Manual de Diagnóstico por Imágenes y Terapia Radiante. Tomo 1.p14.
- (24) Fernando Mut, Mario Beretta. "Medicina Nuclear en el Diagnóstico de Enfermedad Coronaria". Octubre 2005. Montevideo, Uruguay. En: <http://www.fac.org.ar/ccvc/llave/c134/mut.php>
- (25) Abrams J. Chronic stable angina. N Engl J Med 2005; 352: 2524-33. En: <http://www.jasoncartermd.com/resources/pdf/Chronic%20Stable%20Angina.pdf>
- (26) Diercks D, Gibler B, Liu T y col: Identification of patients at risk by graded exercise testing in an emergency department chest pain center. Am J Cardiol 2000; 86: 289-292. En: [http://www.ajconline.org/article/S0002-9149\(00\)00916-4/abstract](http://www.ajconline.org/article/S0002-9149(00)00916-4/abstract)
- (27) De Filippi ChR, Rosanio S, Tocchi M y col: Randomized comparison of a strategy of pre-discharge coronary angiography versus exercise testing in low risk patients in a chest pain-unit: in hospital and long term outcomes. J Am Coll Cardiol 2001; 37: 2042-2049. En: <http://content.onlinejacc.org/cgi/content/full/37/8/2042>



- (28) Sanchis J, Bodi V, Yacer A y col: Valor de la prueba de esfuerzo precoz en un protocolo de unidad de dolor torácico. Rev Esp Cardiol 2002; 55: 1089-1092 En: [http://www.fac.org.ar/1/revista/05v34n\\_sup1/14/14.pdf](http://www.fac.org.ar/1/revista/05v34n_sup1/14/14.pdf)
- (29) Macor F, Cassin M, Pitzorno C y col: Usefulness of exercise test in selected patients coming to the emergency department for acute chest pain. Ital Heart J 2003; 4: 92-98. en: <http://www.mendeley.com/research/usefulness-exercise-test-selected-patients-coming-emergency-department-acute-chest-pain/>
- (30) Roberto Peidro. La prueba de esfuerzo en la Unidad de Dolor Torácico. Rev federación Arg cardial; 2005 05V34 Supl.N1. En: [http://www.fac.org.ar/1/revista/05v34n\\_sup1/14/peidro.php](http://www.fac.org.ar/1/revista/05v34n_sup1/14/peidro.php)
- (31) Rodríguez G.L. et al. Análisis de la utilidad del eco estrés en mujeres con sospecha de enfermedad coronaria. Rev Fed Arg Cardiol 2005; 34: 381-386. en: [www.fac.org.ar/1/revista/05v34n3/art\\_orig/ar\\_ori04/rodriguez.php](http://www.fac.org.ar/1/revista/05v34n3/art_orig/ar_ori04/rodriguez.php)
- (32) Kannel WB. The Framingham Study: historical insight on the impact of cardiovascular risk factors in men versus women. J Gend Specif Med. 2002;5:27-37. [Pubmed](#)

### **Otras bibliografías consultadas:**

- I. Fernando Mut, Mario Beretta. “Variables de alto riesgo para cardiopatía isquémica derivadas de los estudios de perfusión miocárdica en cardiología nuclear”. Rev urug cardiol; 23: 49-6. En: [http://www.suc.org.uy/revista/v23n1/pdf/rcv23n1\\_5.pdf](http://www.suc.org.uy/revista/v23n1/pdf/rcv23n1_5.pdf)

- II. Juan Pablo Solís-Barquero, Jaime Tortós-Guzmán. "Sensibilidad y especificidad de la prueba de esfuerzo y el estudio de perfusión miocárdica con SESTAMIBI para detección de enfermedad arterial coronaria, en el Hospital San Juan de Dios". Acta Médica Costarricense, 2010. Colegio de Médicos y Cirujanos. En: <http://www.scielo.sa.cr/pdf/amc/v52n3/art04.pdf>
- III. Web de cardiología .En: <http://www.cardionet.es/doc.php?op=leer&id=1172> pagina web visitada el 7/04/11 a las 1830 hs.
- IV. San Román JA, Vilacosta I, Castillo JA, Rollán MJ, Hernández M, Peral V, et al. Selection of the optimal stress test for the diagnosis of coronary artery disease. Heart. 1998;80(4):370-6. PubMed
- V. V. Serra, J.L. Zamoran. "Métodos diagnósticos para la detección de enfermedad coronaria en los pacientes diabéticos". Av Diabetol 2005; 21: 302-310. En: [www.sediabetes.org/resources/revista/00011464archivoarticulo.pdf](http://www.sediabetes.org/resources/revista/00011464archivoarticulo.pdf)
- VI. Albers AR, Ktichavsky MZ, Balady GJ. Stress testing in patients with diabetes mellitus. Diagnostic and prognostic value. Circulation 2006;113:583-92. En: <http://circ.ahajournals.org/cgi/content/full/circulationaha;113/4/583>